

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по применению Классификации запасов  
месторождений и прогнозных ресурсов  
твердых полезных ископаемых**

**Россыпные месторождения**

**Москва, 2007**

Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации и за счет средств федерального бюджета.

Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.

**Методические рекомендации** по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения.

Предназначены для работников предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере недропользования, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Применение настоящих Методических рекомендаций обеспечит получение геологоразведочной информации, полнота и качество которой достаточны для принятия решений о проведении дальнейших разведочных работ или о вовлечении запасов разведанных месторождений в промышленное освоение, а также о проектировании новых или реконструкции существующих предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых.

## I. Общие сведения

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения) (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, №32, ст.3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

2. Россыпями называются скопления рыхлого или сцементированного обломочного материала, содержащего в виде зерен, их обломков или агрегатов ценные минералы. Россыпи образуются в результате разрушения коренных источников – эндогенных месторождений, рудопроявлений, минерализованных пород, а также путем перемива промежуточных коллекторов – осадочных пород с повышенными концентрациями ценных минералов. Россыпное месторождение может быть представлено одной россыпью или группой пространственно сближенных россыпей (залежей), каждая из которых является самостоятельным объектом разведки.

3. Россыпи занимают видное место среди месторождений металлов и отдельных видов нерудного сырья, являясь для некоторых из них одним из основных источников добычи. Промышленное значение имеют россыпи золота, металлов платиновой группы (МПГ), олова, вольфрама, титана, циркония, тантала, ниобия, редкоземельных элементов, алмазов, ювелирных и ювелирно-поделочных камней и некоторых других полезных ископаемых. Нередко они являются также источниками получения ценных элементов, содержащихся в виде примесей в основных рудных минералах.

В табл. 1 приведены сведения о главных минералах, добываемых из россыпей.

4. По генезису и условиям формирования россыпи подразделяются на следующие типы: элювиальные, склоновые, пролювиальные, аллювиальные, прибрежно-морские, озерные, гетерогенные, техногенные. Кроме того, для некоторых видов полезных ископаемых практический интерес представляют эоловые, ледниковые, вводно-ледниковые, карстовые и другие россыпи.

Элювиальные россыпи сложены неперемененными продуктами выветривания (щебнисто-дресвяными или глинистыми), в которых содержание полезного компонента близко к его концентрации в коренном источнике или несколько выше вследствие выноса части продуктов выветривания. Эти россыпи обычно имеют вид плоской залежи, контуры которой в плане примерно совпадают с контурами выхода коренного источника на дневную поверхность.

Склоновые россыпи (солифлюкционные, делювиальные и др.) образуются при сползании по склону продуктов разрушения коренных источников и материала элювиальных россыпей. На относительно ровных склонах они имеют в плане плащевидную форму.

Проллювиальные россыпи приурочены к отложениям конусов выноса и проллювиальным шлейфам, образующимся в результате деятельности временных водотоков. К проллювиальным россыпям близко примыкают ложковые россыпи, залегающие на дне логов, распадков, лишенных постоянного водотока, и в долинах небольших ключей. Они тяготеют к коренным источникам, часто характеризуются резкими колебаниями мощностей продуктивных отложений и по условиям образования являются промежуточными между склоновыми и аллювиальными россыпями.

Для указанных типов россыпей характерна слабая окатанность обломочного материала, плохая сортировка и неравномерное распределение полезных компонентов, часто по всей толще рыхлых отложений.

Аллювиальные россыпи образуются в результате размыва и переотложения водными потоками элювия, склоновых и других рыхлых образований, содержащих полезные минералы. Для аллювиальных россыпей характерна слоистость отложений и сортированность обломочного материала по крупности. В зависимости от положения в долине среди них выделяются русловые, долинные и террасовые россыпи.

Русловые россыпи залегают в русле водного потока или под ним. Они образуются там, где в сферу влияния водотока, врезающегося в рыхлые или скальные породы, попадают коренные источники россыпей или ранее образовавшиеся россыпи. Русловые россыпи характерны для молодых долин, находящихся в стадии врезания или только недавно ее завершивших. Разновидностью русловых россыпей являются щеточные россыпи, в которых полезный минерал концентрируется в трещинах пород плотика, и косовые россыпи, залегающие на галечных островах, косах и отмелях и содержащие наиболее подвижные в аллювиальной среде мелкие частицы полезных минералов.

Долинные россыпи залегают в пределах современного днища речных долин как на коренных породах, так и внутри рыхлой толщи, вне зависимости от расположения современного русла. Они формируются на разных стадиях развития рек.

Террасовые россыпи представляют собой реликтовые участки долинных россыпей прежних эрозионно-аккумулятивных циклов, сохранившиеся от разрушения при последующей глубинной эрозии и склоновой денудации. При смещении по склону полезных минералов террасовые россыпи преобразуются в террасо-увальные.

Таблица 1

## Характеристика главных минералов россыпных месторождений

Полезный компонент	Главные минералы			
	Наименование	Содержание главных полезных компонентов, %	Примеси в минералах, которые могут иметь промышленное значение	Плотность, г/см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Золото	Золото самородное	Au 50–99	Ag, Ir, Rh	15,6–19,3
Металлы платиновой группы (МПГ)	Изоферроплатина	Pt 86–93,5	Rh, Ir, Pd, Os, Ru	18,23–18,42
	Железистая платина	Pt 74,8	Ir, Pd, Os	15–19
		Pt 98–99,8	Pd, Rh	19–21
	Платина самородная	Os 47,9–80,3	Ru, Pt	17–22,5
		Ir 15,3–46,5		
	Иридосмин	Ir 54,9–78,9	Ru, Pt	22,20
		Os 16,7–39,2		
	Осмирид	Os 35,7–68,3	Pt, Rh, Pd	20,49
Ir 21,7–45				
Рутениридосмин	Ru 5,9–21,2			
	Os 83–98,9	Ir, Rh, Pt, Ru	22,59	
Олово	Касситерит	Sn 68–78	Ta, Nb, Sc, Ir, TR	6,5–7,1
Вольфрам	Вольфрамит	WO <sub>3</sub> 74–76	Ta, Nb, Sc, TR	7,1–7,5
	Шеелит	WO <sub>3</sub> ~ 80	TR	5,9–6,0
Титан	Рутил	TiO <sub>2</sub> 88,6–98,2	Sc, Nb, Ta	4,2–4,3
	Ильменит	TiO <sub>2</sub> 34,4–68,2	Sc, Nb, Ta, V, TR	3,7–4,8
	Лейкоксен	TiO <sub>2</sub> 55,3–97,0	Sc, TR, Nb, Ta	3,3–4,1
Цирконий	Циркон	ZrO <sub>2</sub> 60–67	Hf, Th, Sc, Y, TR	4,5–4,7
	Бадделейт	ZrO <sub>2</sub> 95–99	Hf, TR, Th	5,4–6,2
Ниобий, тантал	Колумбит	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 59–76	–	5,0–6,0
		Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1–20		
	Танталит	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 63–86	Sn	7,0–8,0
		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,2–20		
	Микролит	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 55–80	U, TR	5,9–6,4
		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,9–10		
Пирохлор	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 52–71	TR, U, Th	3,8–4,7	
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> до 7			
Редкоземельные элементы	Лопарит	∑ Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 30–33,5	Sr, Th	4,6–4,9
		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 8–12,8		
		Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,6–0,8		
	Монацит	∑ Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> до 35	U	4,9–5,5
		ThO <sub>2</sub> до 31		
	Ксенотим	∑ Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> до 61	Th, Sc, U	4,4–4,6

1	2	3	4	5
Ювелирные, ювелирно-поделочные и технические камни	Алмаз	–	–	3,5
	Рубин	–	–	4,0
	Сапфир	–	–	4,0
	Хризолит	–	–	~ 4
	Топаз	–	–	3,5–3,6
	Берилл	–	–	2,8
	Шпинель	–	–	3,6
	Гранаты (пироп, альмандин, демантоид)	–	–	3,5–4,2
Янтарь				1,05–1,09
	Нефрит	–	–	2,8–3,3
	Агат	–	–	2,6
	Турмалин	–	–	2,9–3,1
	Жадеит	–	–	3,24–3,42
Пьезооптическое сырье	Горный хрусталь	–	–	2,6–2,7

Помимо россыпей современных долин, широко распространены также аллювиальные россыпи древних долин. К ним относятся, в основном, россыпи долин неогенового, палеогенового, мелового, юрского периодов. В современном рельефе среди этих россыпей выделяются приподнятые (на водоразделах, где перекрывающие их более молодые отложения денудированы) и погребенные. Последние обычно перекрыты четвертичными отложениями аллювиального, ледникового, вулканогенного и другого происхождения, не содержащими россыпного полезного компонента.

Прибрежно-морские россыпи образуются в прибрежной полосе морей под действием волн, прибоя, приливов, отливов и береговых течений за счет материала, приносимого реками, или в результате абразии минерализованных пород, коренных рудопроявлений и месторождений, а также россыпей различного генезиса, расположенных на берегу. Среди прибрежно-морских россыпей выделяются надводные – пляжевые и террасовые и россыпи подводного берегового склона – донные и бенчевые.

Пляжевые россыпи образуются в волноприбойной зоне между уровнями прилива и отлива. Террасовые россыпи (или россыпи приподнятых береговых линий) являются остатками прибрежно-морских россыпей прежних абразионно-аккумулятивных уровней.

Донные россыпи образуются в результате размыва прибрежно-морскими течениями подводных дельт и затопленных морем пляжевых россыпей. Бенчевые россыпи формируются при абразии коренных пород на участках подводного берегового склона – бенча, представляющих собой обширные участки скального дна, покрытого маломощным слоем наносов.

Переходными от аллювиальных к прибрежно-морским являются дельтовые россыпи. Они образуются в нижнем течении рек и состоят из отдельных веерообразно расположенных продуктивных пропластков с высоким содержанием полезных компонентов среди песчано-глинистых отложений дельты.

Озерные россыпи крупных водоемов по условиям формирования близки к прибрежно-морским, но обычно характеризуются меньшей концентрацией полезных минералов. Особое место занимают озерные россыпи малых водоемов (малых озер), которые

формируются в низкоэнергетической обстановке, где могут накапливаться минералы малой плотности и устойчивости.

Эоловые россыпи возникают в результате концентрации полезных компонентов под воздействием ветровой денудации. Они наиболее характерны для аридных областей, но развиты также вдоль морских побережий и крупных речных долин. Большие объемы песков создают благоприятные условия для разработки эоловых образований, несмотря на низкое содержание в них полезных минералов. Эоловые россыпи обычно приурочены к тыловым шлейфам отдельных дюн, к дефляционным ваннам, мелким котловинам и западинам. Они представляют собой скопления зерен тяжелых минералов в тонком плаще на поверхности пустынных отложений, часто в виде отдельных пятен, гнездовых скоплений и мелких струй.

Ледниковые и водно-ледниковые россыпи образуются в результате разрушения коренных источников или доледниковых, преимущественно аллювиальных, россыпей и захвата продуктивных отложений движущейся мореной. Различают россыпи боковых, донных, конечных морен и флювиогляциальных отложений. Для ледниковых (гляциальных) россыпей характерна незначительная концентрация полезного компонента и плохая сортированность обломочного материала. В большинстве своем, за исключением водно-ледниковых, они не имеют промышленного значения.

Карстовые россыпи приурочены к карстовым воронкам, колодцам, чашеобразным или вытянутым в плане углублениям в коренном днище или на склонах долин, развивающимся при совместном проявлении склоновых процессов, речной эрозии, химического выветривания и карстообразования. Россыпи отличаются сложной формой. Встречаются подземные карстовые россыпи. Содержание полезных минералов достигает высоких значений при крайне неравномерном распределении.

Гетерогенные (смешанные) россыпи имеют наиболее сложное строение и формируются в отложениях различных генетических типов (аллювиальных, пролювиальных, морских и т. д.).

Техногенные россыпи представлены отвалами вскрышных пород (отвалы торфов), гале-эфельными отвалами и накоплениями илов бывших илоотстойников. По распределению полезных компонентов и их содержания они резко отличаются от первоначальных природных россыпей. Россыпи отвалов вскрышных работ формируются за счет непромышленных концентраций полезных минералов, содержащихся во вскрышных породах, и маломощных висячих пластов, селективная отработка которых была нерентабельной. Россыпи гале-эфельных отвалов формируются за счет неполноты извлечения минералов из добытых песков вследствие несовершенства применявшихся технических средств обогащения, несоответствия схем промывки технологическим свойствам песков, нарушений технологических процессов. Размер частиц полезных компонентов в этих отвалах меньше, чем в «первичных» месторождениях, хотя иногда могут попадаться и крупные самородки.

В техногенных россыпях золота может быть заключено, по различным оценкам, до 30 % и более от запасов первичной золотоносной россыпи. Разрабатываются техногенные россыпи обычно открытым и дражным способами.

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.

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. Распределение полезного компонента и средние содержания в них определяются природными условиями залегания «первичных» россыпей. Условием отнесения «остаточных» россыпей к техногенному типу служит соотношение запасов полезного компонента в целиковых участках месторождения и отвалах.

5. По отношению к коренному источнику и условиям формирования россыпи принято разделять на две крупные генетические совокупности:

россыпи ближнего сноса, к которым относятся элювиальные, склоновые, пролювиальные, подавляющее большинство аллювиальных россыпей и часть россыпей прибрежного генезиса (морского, озерного и т. д.). Все они характеризуются тесной пространственной и генетической связью с коренными источниками, в различной степени, иногда практически полностью, эродированными, а для алмазоносных россыпей – сходством гранулометрического состава, морфологии и сортности, стоимости 1 кар. алмазов. Промышленное значение могут иметь россыпи ближнего сноса всех минеральных видов. Однако они наиболее характерны для минералов повышенной плотности (золото, МПГ) и устойчивости к выветриванию, износу (алмазы), или для минералов, обладающих умеренной и малой миграционной способностью (минералы олова, вольфрама, ртути, редких металлов), а также для тех видов сырья, для которых важна достаточная крупность обособлений (драгоценные камни, пьезокварц);

россыпи дальнего переноса и переотложения наиболее характерны для минералов, обладающих умеренной плотностью и высокой химической абразивной прочностью. К ним относятся прибрежно-морские и озерные (крупных озер) комплексные титаноциркониевые россыпи, россыпи алмазов (в том числе древние комплексные), янтаря, а также аллювиальные россыпи алмазов, драгоценных и поделочных камней, залегающие в долинах IV–V порядков, и косовые россыпи мелкого золота. Эти россыпи не имеют видимой связи с коренными источниками, а образуются за счет промежуточных коллекторов.

6. По времени образования различаются россыпи современные и древние. Россыпи могут быть скрыты под чехлом более молодых отложений, формирование которых не связано с процессом россыпеобразования, или затоплены водой. В этих случаях говорят о погребенных или затопленных россыпях. Погребенные россыпи могут быть перекрыты отложениями различного происхождения: аллювиальными, ледниковыми, вулканогенными и т. д. Россыпи, залегающие в древних осадочных формациях, относятся к категории ископаемых россыпей.

7. По мерзлотно-гидрогеологическим и гидрологическим условиям залегания выделяются россыпи:

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 течении всего года, что значительно усложняет как разведку, так и разработку россыпей;

расположенные под поверхностью моря в прилегающей к береговой линии мелководной части шельфа.

8. Россыпи разрабатываются открытым или подземным способами. В стадии опытно-промышленного освоения находится геотехнологический способ скважинной гидродобычи. В зависимости от геологических и горнотехнических условий залегания россыпи обрабатываются методом сплошной или отдельной выемки. Сплошная выемка применяется, как правило, при дражном и гидравлическом способах разработки, отдельная – при открытом и подземном способах. Выбор целесообразного способа разработки определяется технико-экономическим расчетом.

Открытый способ разработки разделяется на дражный, гидравлический (гидромеханизированный), экскаваторный, бульдозерно-скреперный, комбинированный.

Дражный способ применяется в большинстве случаев для разработки обводненных россыпей с тальми или предварительно оттаянными породами. По назначению драги подразделяются на континентальные и морские. По роду драгирующего аппарата выделяются черпаковые драги (многочерпаковые со сплошной или прерывистой черпаковой цепью) и гидро- и пневмовсасывающие (землесосные с рыхлителями или без них, эжекторные, эрлифтовые, с погруженными грунтовыми насосами).

Горнотехнические условия применения отечественных драг и землесосных снарядов приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

**Горнотехнические условия применения драг с различной вместимостью черпака**

Показатели	Драги средней глубины черпания				Драги глубокого черпания	
	50–100	150	250	380	380 (400)	600
Вместимость черпака, л.	50–100	150	250	380	380 (400)	600
Минимальная ширина разреза, м.	15–40	40	45–50	60	75	110–120
Глубина черпания ниже уровня воды, м.:						
	максимальная	6	9	11–12	17	30
минимальная	1,5–2,0	2,5	3,5	3,7	4,0	5
Максимальная высота надводного борта, срабатываемого черпаками, м	1	2	3,0–3,5	4	5–6	10

**Горнотехнические условия применения землесосных снарядов**

Показатели	Техническая производительность землесосного снаряда по породе, м <sup>3</sup> /ч			
	<130	130–220	220–400	>400
Минимальная мощность пласта, м.	2,4	3,2	4,8	6,4
Глубина разработки ниже уровня воды, м.:				
минимальная	1,5	2,5	3,5	5,0
максимальная	8	15	18	18
Предельный размер валунов, мм.	100	180	220	280

Технические характеристики современных малолитражных черпаковых драг приведены в приложении 1 к настоящим Методическим рекомендациям.

Гидравлический способ применяется для разработки россыпей преимущественно песчано-гравийного состава шириной не менее 20–40 м. 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).

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 наиболее целесообразно применять 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 (естественная послойная, игловая гидрооттайка) или рыхлением бульдозерами-рыхлителями и, в отдельных случаях, буро-

взрывным способом. Разработка россыпей землеройной техникой производится при глубине их залегания до 50 м.

Подземный способ разработки россыпных месторождений применяется при глубине залегания продуктивного пласта не менее 8 м в многолетнемерзлых и не менее 20–30 м в талых породах. Подготовительные и нарезные выработки проходятся только по пласту песков. Вскрытие россыпей осуществляется наклонными (в мерзлых породах) или вертикальными стволами (в талых породах), в отдельных случаях используются штольни.

При глубинах залегания россыпи до 25–30 м выбор способа ее разработки обосновывается сравнительным технико-экономическим расчетом.

Скважинная гидродобыча (СГД) – перспективный геотехнологический метод добычи маловалунистых, рыхлых и слабосцементированных залежей полезных ископаемых – находится в стадии опытно-промышленного освоения на титано-циркониевых россыпях. Способ основан на гидравлическом принципе разрушения горного массива у забоя скважины, переводе полезного ископаемого на месте залегания в состояние гидро-смеси и транспортировке ее на поверхность земли.

Способом СГД возможна добыча песков из месторождений, которые по горно-геологическим условиям (большая глубина залегания, высокая обводненность) или экологическим ограничениям не могут обрабатываться традиционными способами. Глубина залегания песков для СГД может варьировать от первых десятков до сотен метров и зависит от устойчивости массива пород вскрыши (надрудных), степени обводненности песков, их мощности, условий залегания, характера плотика и др.

## **2. Особенности россыпных месторождений различных полезных ископаемых**

9. По видам полезных ископаемых россыпи подразделяются на сырьевые группы (благородные, цветные, редкие, черные металлы, ювелирные, поделочные камни и др.) и классы (золотые, платиновые, иридия и осмия, оловянные, вольфрамовые и др.), в пределах которых выделяются промышленные типы. В связи с широким минеральным спектром россыпных месторождений признаки, лежащие в основе выделения их промышленных типов, могут существенно различаться. В промышленной классификации мономинеральных россыпей (золота, олова и алмазов) главными критериями являются условия залегания (морфогенетический тип), а также технологические свойства песков, в поликомпонентных (полиминеральных) россыпях (металлов платиновой группы, редкометалльных, титано-циркониевых) – состав и соотношение основных (иногда и сопутных) полезных минералов. В отдельных случаях в качестве главного классификационного признака выступают также качество и крупность выделения полезного компонента или качество рудных концентратов.

По запасам россыпи подразделяются на крупные, средние и мелкие (табл. 4).

**Размерность россыпных месторождений полезных ископаемых**

Полезное ископаемое	Единицы измерения	Балансовые запасы россыпей		
		крупных (более)	средних (от – до)	мелких (менее)
Золото	т	3,0	0,5–3,0	0,5
МПП	т	3,0	0,5–3,0	0,5
Олово	тыс. т	10,0	1,0–10,0	1,0
Вольфрам (WO <sub>3</sub> )	тыс. т	15,0	1,0–15,0	1,0
	тыс. т	1,0	0,1–1,0	0,1
Тантал (Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	млн. т	5,0	0,5–5,0	0,5
Титан (TiO <sub>2</sub> )	млн. кар.	5,0	0,1–5,0	0,1
Алмазы				

10. Россыпи благородных металлов (золота и металлов платиновой группы) по распространенности, разведанности и отработке занимают ведущее место среди россыпных месторождений. Основными полезными компонентами в россыпях благородных металлов являются самородное золото и минералы МПП («шлиховое золото» и «шлиховая платина»), иногда в сростках с другими минералами. В некоторых россыпях золота в промышленных количествах присутствуют шлиховая платина и другие минералы МПП, а в россыпях МПП – самородное золото.

Средние размеры зерен самородного золота и минералов МПП в россыпях обычно превышают средний размер их выделения в питающих коренных источниках, что связано с преимущественным выносом мелких и тонких фракций за пределы промышленного контура россыпей. Вместе с тем в определенных условиях – в продуктах перемещения кор химического выветривания, в глинистых несортированных толщах во впадинах – возможны значительные концентрации тонкого и мелкого золота размером менее 0,1 мм.

Содержание золота и минералов МПП в россыпных месторождениях колеблется от десятков миллиграммов до единиц и редко до десятков граммов на 1 м<sup>3</sup> песков. Протяженность россыпей – от сотен метров до десятков километров, ширина – от первых десятков до сотен метров при мощности пласта от десятков сантиметров до нескольких метров (редко десятков метров).

Самородное золото обычно содержит в различных количествах серебро, медь, железо и другие элементы-примеси. Содержание химически чистого золота в самородном золоте называется пробой золота. Она представляет собой отношение (измеряемое в промиллях) химически чистого золота к сумме химически чистого золота и других примесей.

Самородная платина представляет собой твердый раствор различных платиноидных элементов (платины, осмия, рутения, иридия, родия, палладия). В качестве примесей присутствуют железо, никель, медь, золото, серебро и другие элементы. Иногда россыпи МПП содержат в качестве самостоятельных минералов изоферроплатину, поликсен, самородный осмий, иридосмин (OsIr), рутениридосмин (OsIrRu), реже – арсениды и гидроксиды платиноидов. Содержание химически чистых платины, палладия, родия, ири-

дия, рутения, осмия, золота в шлиховой платине определяется в процентах по массе относительно общей массы минералов МПГ.

Самородное золото в россыпных месторождениях по классификации, рекомендованной ЦНИГРИ, подразделяется:

по размеру частиц – на тонкодисперсное (размер зерен менее 0,01 мм), пылевидное (0,01–0,05 мм), тонкое (0,05–0,1 мм), весьма мелкое (0,1–0,25 мм), мелкое (0,25–1,0 мм), среднее (1–2 мм), крупное (2–4 мм) и весьма крупное (более 4 мм);

по форме выделений – на идиоморфные, неправильные и смешанные типы частиц;

по степени окатанности зерен – неокатанные, слабо окатанные, среднеокатанные, хорошо окатанные, совершенно окатанные.

Зерна самородного золота в россыпях подразделяются на первичные и гипергенные. Первичное золото – золото коренных источников, сохранившее, как правило, без изменения внутреннее строение и структуры эндогенной первичной кристаллизации. Гипергенное золото отлагается из растворов, циркулирующих в процессе выветривания, окисления и разрушения коренных источников и обычно образует межзерновые линзовидные прожилки, мелкозернистые коррозионные оболочки на поверхности золотин.

11. Россыпи золота. В основе промышленной классификации россыпей золота лежит морфогенетический принцип, объединяющий генезис и условия залегания россыпи. Промышленные типы могут соответствовать одному генетическому типу или объединять несколько типов одной генетической группы (табл. 5).

Проллювиально-аллювиальные и аллювиально-склоновые (гетерогенные) россыпи толщ аккумуляции характеризуются общими чертами строения: большими мощностями продуктивных горизонтов (несколько десятков метров), чередованием в разрезе несортированных и хорошо дифференцированных осадков, высокой глинистостью отложений, низкими содержаниями золота, неравномерным распределением в толще аккумуляции золота с размерами частиц от коллоидных до крупных самородков. Сравнительно крупное золото приурочено к крупным галечным прослоям и пачкам фаций размыва, а тонкое и тонкодисперсное золото, сорбированное на частицах глин и захваченное агрегатами глинистых частиц, – к аккумулятивным (констративным) толщам.

Таблица 5

Характеристика основных промышленных типов россыпей золота

Промышленный тип россыпей	Морфология продуктивных тел (их мощность)	Фракционный состав золота, %			Схема обогащения	Положение в рельефе
		размер фракций, мм				
		+0,25	– 0,25+0, 1	–0,1		
1	2	3	4	5	6	7
Проллювиально-аллювиальные и аллювиально-склоновые (гетерогенные)	Толщи, залежи (десятки метров), пласты (единицы метров)	20–50, до 90	30–40	30–40	Гравитационная (в отдельных случаях в сочетании с рудной схемой)	На склонах, в поймах речных долин, конусах выноса, пролювиальных шлейфах

1	2	3	4	5	6	7
Аллювиальные	Пласты (доли метров – единицы метров)	40–60	30–50	До 10	Гравитационная	В речных долинах
Прибрежно-морские	Пласты (доли метров – единицы метров)	20–30	40–60	10–20	«	В древних и современных береговых зонах
Техногенные	Залежи, пласты (до 10 м), отвалы	10–20	30–40	40–50	Гравитационная (в отдельных случаях в сочетании с рудной схемой)	На тех же формах рельефа, что и первичные россыпи

Россыпи данного типа формируются:

у подножий склонов, в прибортовых участках впадин и предгорных равнин и связаны с конусами выноса, слияние которых может приводить к образованию предгорных шлейфов. Золото в шлейфах рассредоточено по всему разрезу в линзах, образование которых происходило на локальных участках перемыва рыхлых отложений кратковременными ливневыми потоками (россыпи подгорных шлейфов в Средней Азии);

в грабенах-долинах в процессе тектонического опускания при длительном поступлении рыхлого материала, периодически перемываемого речными потоками, транспортирующая способность которых, как правило, менялась во времени. Россыпи представляют собой сложно построенную гетерогенную толщу пролювиально-аллювиальных и аллювиальных отложений со слабой дифференцированностью материала. Максимальные концентрации гравитационного золота обычно связаны с внутриформационными прослоями и линзами хорошо промытых грубообломочных фаций. В глинистых прослоях сорбируется тонкое золото (Большой Куранах в Якутии). Разновидность гетерогенных аллювиально-пролювиальных россыпей, связанных с аккумулятивными толщами, представляют многопластовые россыпи золота приразломных впадин (Петровская, Нагиминская в Амурской области);

в карстовых полостях и прилегающих к ним днищах долин при аккумуляции в них золотоносного аллювия. Эти россыпи представляют собой чередование слабо сортированных прослоев с тонким золотом и фаций размыва с крупным золотом. Характерны «косые» пласты с крупным золотом, образовавшиеся при просадках рыхлой толщи в карстовые полости (Южный Урал).

Россыпи гетерогенного типа различаются по соотношению трех типов золота: свободного, извлекаемого аппаратами гравитационного обогащения; свободного тонкого, извлекаемого из хвостов гравитационного обогащения цианированием; связанного находящегося в сростках с кварцем или в рудных обломках, извлечение которого на гравитационных приборах возможно только после предварительного их дробления. Промышленное значение россыпей этого типа определяется пока исключительно исходя из содержания золота фракции +0,25 мм, относительно полно извлекаемого гравитационными аппаратами. Дальнейшее совершенствование технологии извлечения тонкого и

тонкодисперсного золота повысит промышленное значение россыпных месторождений этого типа.

Аллювиальные россыпи золота – наиболее распространенный промышленный тип месторождений. Для них характерно наличие четко выраженного продуктивного пласта, приуроченного чаще всего к низам разреза речных отложений и трещинам плотика. Пласт может залегать и в толще рыхлых отложений (висячий пласт).

Этому типу россыпей свойственно направленное изменение их основных характеристик по мере увеличения порядка речных долин: снижается глинистость, уменьшается мощность продуктивных пластов, увеличивается продуктивность. Наиболее богатые, крупные и суперкрупные россыпи золота обычно приурочены к долинам унаследованного развития III–IV порядков с комплексом террас и/или погребенных врезов (Чай Юрье, Амчак, Ат-Юрях на Колыме, Бодайбо, Маракан в Ленском районе). В основных добывающих регионах России в долинах средних порядков (III–V) содержалось до 75–90 % запасов металла, подавляющая часть которых уже отработана.

Самостоятельное промышленное значение могут иметь русловые, долинные, террасовые россыпи и россыпи погребенных долин, а также приподнятой долинной сети, в том числе перекрытые базальтами. Среди россыпей золота погребенных долин важное значение имеют погребенные россыпи, залегающие вне контуров современных долин, характерные для депрессий и приморских впадин (Кыра-Онкучах и Улахан-Онкучах в Куларском районе, Чаанайское, Пеньельхин на Чукотке).

Прибрежно – морские россыпи древних береговых зон на суше объединяют россыпи, размещающиеся в пределах береговой зоны выше уровня мирового океана. Этот тип россыпей представлен собственно морскими и гетерогенными россыпями. Среди собственно морских россыпей выделяются пляжевые россыпи и россыпи подводного берегового склона, которые соответственно образовались в прибрежной и во внутренней частях волноприбойной зоны шельфа. Они образуются в основном при размыве рыхлых отложений промежуточных золотосодержащих коллекторов различного генезиса или при выносе частиц металла реками и их перемещении береговыми течениями. Эти россыпи вытянуты параллельно береговой линии, протяженность их сотни метров, редко несколько километров, ширина до 30–50 м. Мощность продуктивных пластов обычно не превышает 0,3–1,0 м.

Наибольшее промышленное значение имеют гетерогенные россыпи прибрежных равнин, представляющие собой единый комплекс перемежающихся морских и аллювиальных россыпей, которые образуются в результате речной эрозии морских россыпей или морской абразии аллювиальных россыпей при неоднократном перемещении береговой линии в кайнозой (Рывеем). При трансгрессивном режиме верхние части аллювиальных россыпей разрушаются, а содержащийся в них металл переотлагается вдоль береговой линии, образуя собственно морские россыпи. Смена трансгрессивного режима регрессивным влечет обратную трансформацию – образование аллювиальных россыпей за счет перемыва морских. Для гетерогенных россыпей характерно расположение на разных уровнях продуктивных пластов морского и речного происхождения.

Техногенные россыпи золота рассмотрены в пункте 4 настоящих Методических рекомендациях.

Особое место занимают россыпи золота кор химического выветривания<sup>\*</sup>, которые представляют собой разновидность элювиальных россыпей, образуются по зонам с золото-кварц-сульфидным оруденением в условиях длительной тектонической стабилизации и выравнивания территорий – пенепленов (Зауральский пенеплен, Салаирский пенеплен, Енисейский кряж). Характерны площадные (мощностью в десятки метров) и линейные (мощностью в сотни метров) коры выветривания. Последние развиваются по тектонически ослабленным зонам. Главный фактор формирования россыпей этого типа – наличие уже достаточно концентрированного оруденения в коренных породах терригенно-карбонатного углеродистого комплекса. Выделяются два подтипа золотоносных глинистых кор выветривания:

со значительным содержанием свободного шлихового золота (до 60 %), улавливаемого гравитационными аппаратами по технологической схеме обогащения песков россыпей;

с преимущественным содержанием свободного тонкого и тонкодисперсного золота (70–80 %), извлекаемого по гидрометаллургическим рудным схемам.

12. Россыпи металлов платиновой группы. В россыпях встречаются более 90 разновидностей минералов МПГ, но в промышленных количествах – только семь: изоферроплатина, железистая платина, платина самородная, иридоосмин, осмирид, осмий самородный, рутениридоосмин, слагающие основную массу «шлиховой платины» россыпных месторождений. Все известные промышленные россыпи МПГ генетически связаны с массивами хромитовых дунитов и в основном, представлены аллювиальными россыпями ближнего сноса, залегающими в современных долинах. Содержания металлов колеблются от десятков миллиграммов до первых граммов на 1 м<sup>3</sup>.

Промышленная классификация россыпей МПГ основана на составе и соотношении рудных минералов. Выделяются две крупные группы россыпей – собственно МПГ и комплексные МПГ-содержащие. Главный классификационный признак – набор и соотношение минералов МПГ, состав минералов-включений и содержание главных и второстепенных элементов в минералах. Собственно платинометалльные россыпи включают три промышленных типа: иридино-платиновый, рутениридоосминовый, иридоосминовый; в комплексных МПГ-содержащих россыпях к ним добавляется сульфидно-платиновый тип.

Иридино-платиновый тип обеспечивает основную массу МПГ, добываемых в России из россыпей. К нему принадлежат наиболее богатые крупные и протяженные россыпи (Кондер-Уоргалан, россыпи рек Ис-Тура и Мартьян-Шайтанка, Висим, Сисим в пределах Платинового пояса Урала, россыпи Сейнав-Гальмознанского узла в Корякском АО – руч. Ледяной, р. Левтыриновьям и др.), связанные с дунитовыми массивами зональных комплексов габбро-клинопироксенит-дунитовой и клинопироксенит-дунитовой (щелочно-ультраосновной) формаций. Собственно платиновая минерализация связана с преимущественным развитием изоферроплатины, устойчивость состава которой увеличивается от мелких к крупным месторождениям.

Рутениридоосминовый тип дает около 2 % МПГ, добываемых из россыпей. В то же время это единственный источник монокристаллов твердых растворов осмия, рутения и иридия. Второстепенные минералы – изоферроплатина и тетрагональные интерметаллиды платины. Промышленные месторождения редки и невелики по запасам (десятки,

---

<sup>\*</sup> По особенностям локализации, внутреннего строения, концентрации рудного вещества (и др.) значительная часть месторождений кор химического выветривания относится к группе экзогенных золоторудных месторождений, и на них распространяются соответствующие требования.



редко сотни килограммов), но площади развития этого типа россыпной минерализации достаточно обширны. Часто россыпная минерализация этого типа сопровождается россыпями золота (ручьи Лиственитовый, Майский в Корякии). Промышленные месторождения располагаются в непосредственной близости от коренных источников (полиморфных тел хромитов дунит-гарцбургитовых комплексов офиолитов) и в связи с хрупкостью рутенидосминовых минералов имеют незначительную протяженность (первые сотни метров).

Иридосминовый тип россыпей связан с телами карбонатит-пироксенит-дунитового состава (россыпи Гулинского щелочно-ультраосновного плутона). Главные минералы россыпей – самородный осмий и иридосмин, присутствуют изоферроплатина, а также самородные золото и серебро.

Помимо перечисленных промышленных типов высокие концентрации платиново-металлических минералов, с преобладанием в составе последних палладиевых соединений, могут образовываться при разрушении сульфидных месторождений норильского типа, богатых платиноидами (Норильск 1).

13. Россыпи олова играют значительную роль в добыче этого металла и интенсивно разрабатываются. Единственным промышленным минералом олова в россыпях является касситерит. Повышенная твердость (6–7), значительная плотность, а также устойчивость к химическому выветриванию обеспечивают сохранность касситерита в экзогенных условиях. Однако хрупкость минерала ограничивает удаленность россыпи от коренного источника первыми километрами. Оловоносные россыпи представлены элювиальными, склоновыми, аллювиальными и прибрежно-морскими. Среди промышленных россыпей важное место занимают погребенные россыпи древних долин; известны также континентальные и прибрежно-морские россыпи, залегающие ниже уровня моря (погребенные и затопленные). Помимо аллювиальных россыпей, среди которых наиболее крупные приурочены к долинам унаследованного развития с комплексами террас и погребенными врезами, главными промышленными типами россыпных месторождений олова являются россыпи зон тектонических уступов, аллювиальные и полигенные россыпи погребенных грабен-долин, элювиально-аллювиально-карстовые россыпи, прибрежно-морские россыпи. Все крупнейшие россыпные месторождения олова, как правило, имеют полигенное (гетерогенное) происхождение. Это россыпи зон тектонических уступов, в строении которых могут принимать участие элювиальные, склоновые и аллювиальные осадки (Тенкели, Терехтях), элювиальные, аллювиальные и прибрежно-морские осадки (Чокурдах, Валькумей). Все промышленно значимые россыпи олова имеют возраст от олигоцена до четвертичного.

В зависимости от типа коренного источника и условий высвобождения касситерита россыпи олова различаются по соотношению свободного касситерита, извлекаемого аппаратами гравитационного типа, и связанного касситерита, находящегося в обломках (галыке, валунах) породы (россыпь Одинокая в Якутии), извлечение которого возможно только после предварительного дробления обломков и обогащения по рудной схеме (приложение 2)

Технико-экономическая оценка балансовой принадлежности запасов россыпей, содержащих свыше 20 % олова, связанного с обломками, производится отдельно для гравитационно извлекаемого касситерита и касситерита, связанного с обломками.

Главными коренными источниками оловоносных россыпей служат штокверки, минерализованные зоны, жилы и прожилки касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций, пегматитовые поля.

Содержание касситерита в промышленных россыпях изменяется от первых сотен граммов до многих килограммов на  $1\text{ м}^3$  песков. Протяженность россыпей обычно не превышает первых километров, а ширина составляет десятки – сотни метров. Мощность песков колеблется от первых метров до нескольких десятков метров.

Совместно с касситеритом в оловоносных россыпях могут представлять промышленный интерес вольфрамит, шеелит, золото, тантало-ниобаты, минералы висмута и др.

14. Россыпи вольфрама. Основными минералами вольфрамовых россыпей являются вольфрамит и шеелит. Физические свойства минералов определяют их умеренную устойчивость при транспортировке. Поэтому вольфрамовые россыпи в основном принадлежат к типу россыпей ближнего сноса – элювиальным, склоновым, ложковым, аллювиальным и, как правило, имеют ограниченные запасы. Крупные месторождения встречаются редко и характеризуются преимущественно комплексным вольфрамо-оловянным составом продуктивных отложений. Коренные источники россыпей – жильные и штокверковые месторождения и рудопроявления вольфрама вольфрамато-кварцевой и грейзеново-скарновой формаций.

В россыпях, имеющих промышленное значение, содержание минералов вольфрама колеблется от сотен граммов до нескольких килограммов на  $1\text{ м}^3$  песков. Размеры вольфрамовых россыпей по ширине составляют десятки метров, а по мощности – первые метры – десятки метров; протяженность их меняется от сотен метров до 10 км при наличии нескольких коренных источников, но обычно не превышает 1,5–2,5 км.

15. Россыпи титана и циркония. Титан в россыпях связан с рутилом, ильменитом, лейкоксеном, титаномагнетитом, сфеном; цирконий – с цирконом и бадделейтом. Плотность большинства минералов этой группы находится в пределах  $4\text{--}5\text{ г/см}^3$ , поэтому они концентрируются в пластах песков различного зернового состава – от мелко- до крупнозернистого. Высокая физическая и химическая устойчивость и невысокая плотность минералов титана и циркония способствуют их переносу на значительные расстояния и накоплению в морских отложениях.

Различаются три основных промышленных типа россыпных месторождений титана: собственно титановые месторождения – ильменитовые аллювиальные россыпи, связанные с массивами габбро-анортозитов и их корами выветривания (Ариадненское в Приморском крае, Иршинская группа на Украине), лейкоксеновые и лейкоксен-ильменитовые россыпи в связи с ильменитоносными метапелитами (Ярега в Республике Коми), комплексные титано-циркониевые (рутил-циркон-ильменитовые) россыпи прибрежно-морского генезиса.

Основное промышленное значение имеют прибрежно-морские, обычно комплексные редкометалльно-титановые современные и древние россыпи, которые служат источником получения титана, циркония, гафния, тория, редких земель, скандия. Прибрежно-морские россыпи образуются в результате денудации разнообразных магматических, метаморфических и осадочных пород, развитых на обширных площадях. Промышленные концентрации минералов титана и циркония и большие размеры россыпей достигаются при перемыве хорошо проработанной коры выветривания. За рубежом комплексные прибрежно-морские россыпи современных побережий служат главным источником получения титана и циркония (циркона). В России все промышленные месторождения этого типа залегают в осадочном чехле и относятся к ископаемым формациям; наибольшее значение имеют ископаемые прибрежно-морские россыпи девонского, среднеюрского, поздне мелового и среднепалеогенового-раннемиоценового возраста.

Содержание основных полезных минералов в промышленных титано-циркониевых россыпях составляет десятки, а иногда сотни килограммов на 1 м<sup>3</sup> песков. Практический интерес могут представлять редкоземельные фосфаты – монацит и ксенотим, золото, титаномагнетит, хромит, нерудные минералы – силлиманит, андалузит, дистен, ставролит, глауконит, а также фосфориты. Отходы обогащения (кварцевый песок, глина) могут использоваться в качестве сырья для стекольной и керамической промышленности, формовочных материалов и др.

Промышленная ценность комплексных титано-циркониевых россыпей часто определяется не только главными полезными минералами титана и циркония, но и попутными минералами и ценными полезными компонентами, а также нерудной составляющей (кварц, каолин, полево шпат). Соотношение главных и попутных полезных компонентов выступает как главный признак при выделении их промышленных типов. Среди ископаемых титано-циркониевых россыпей России и других стран СНГ выделяются следующие промышленные и потенциально-промышленные типы: титано-циркониевые (циркон-рутил-лейкоксен-ильменитовые) – Центральное, Лукояновское, Тарское, Туганское, Бешпагирское, Ордынское месторождения и др.; титано-циркониево-полевошпатовые (циркон-ильменит-полевошпатовые) – Караоткельское; титано-циркониево-фосфатные (фосфатные с циркон-рутил-ильменитовой ассоциацией рудных минералов) – Унечское; россыпи других минеральных видов с попутной титано-циркониевой или циркониевой минерализацией.

Другим важным, хотя и менее распространенным, источником титана являются месторождения кор химического выветривания габбро-анортозитовых массивов (Стремигородское и Торчинское месторождения в Украине), а также пространственно и генетически связанные с ними элювиально-аллювиальные россыпи (Иршинская группа в Украине). Из этих месторождений получают наиболее ценные ильменитовые концентраты, характеризующиеся низким содержанием фосфора и хрома и служащие сырьем для химической промышленности. Содержание ильменита в этих россыпях достигает нескольких десятков килограммов на 1 м<sup>3</sup> песков. Промышленный интерес может представлять также апатит. Мощность продуктивного пласта достигает нескольких метров.

Особый, весьма масштабный тип собственно титановых россыпей составляют лейкоксен-ильменитовые и лейкоксеновые россыпи, образованные за счет размыва титаносодержащих метapelитов (россыпи Тиманского района и пр.). В случае если вмещающие их древние осадочные толщи служат коллекторами углеводородов, эти россыпи нефтеносны (месторождение Ярега).

В добыче циркония иногда заметную роль играют коры выветривания на массивах нефелиновых сиенитов и карбонатитов и связанные с ними бадделейитовые и цирконо-вые россыпи ближнего сноса.

16. Россыпи тантала, ниобия, редких земель. Наиболее характерные минералы тантала и ниобия в россыпях – колумбит, танталит, микролит, пироксид, лопарит, реже встречаются – гатчетолит, эвксенит, фергусонит. Лопарит, эвксенит и фергусонит одновременно являются источником получения редких земель. Из других редкоземельных минералов возможно накопление ксенотима, монацита, бастнезита и, реже, паризита.

Высокая плотность и значительная устойчивость в гипергенных условиях способствуют накоплению редкометалльных минералов в россыпях, однако вследствие небольшой твердости и большой хрупкости большинство этих минералов при транспортировке быстро истираются и далеко от коренных источников не переносятся.

Источниками формирования россыпей тантала, ниобия и редких земель являются гранитные пегматиты, щелочные граниты, нефелиновые сиениты и карбонатиты. Промышленные концентрации минералов тантала, ниобия и редких земель могут содержаться в элювиально-склоновых, аллювиальных, озерных, ледниковых и водноледниковых, а иногда и в прибрежно-морских осадках. В качестве попутных минералов в этих россыпях встречаются касситерит, циркон, малакон, ксенотим, монацит. Большое значение в добыче тантала и ниобия имеют также коры выветривания, развивающиеся на субщелочных гранитах, редкометалльных пегматитах, лопаритоносных стратифицированных агпаитовых нефелиновых сиенитах, карбонатитах. Мощность кор выветривания может достигать нескольких десятков метров.

Наряду с россыпями современных долин известны древние и погребенные россыпи тантала, ниобия и редких земель, связанные с ископаемыми осадочными формациями.

Промышленная ценность россыпей тантала, ниобия и редких земель во многом определяется содержанием  $Ta_2O_5$ ,  $Nb_2O_5$ , содержанием суммы и соотношением индивидуальных содержаний редких земель, поэтому главным классификационным признаком при выделении промышленных и потенциально-промышленных типов в этой группе россыпей является их состав, определяемый типом коренного источника. В настоящее время на территории России к числу промышленных и потенциально-промышленных типов россыпей могут быть отнесены: пироклоровые и монацит-пироклоровые россыпи в связи с карбонатитами (Томтор, Горное озеро); лопаритовые россыпи массивов агпаитовых нефелиновых сиенитов (Ловозеро). В качестве перспективных типов выделяются: комплексные циркон-касситерит-колумбитовые россыпи в связи с массивами щелочных гранитов и гранитоподобных метасоматитов (Катугинское и др.); куларитоносные золотые россыпи в связи с черносланцевыми толщами (Кулар).

Большинство из этих россыпей, за исключением последнего типа, локализируются непосредственно на площади материнского рудоносного массива или в его обрамлении. Важную роль в концентрации рудных минералов, особенно в случае их повышенной хрупкости и малой крупности, играют малые озера, располагающиеся в контуре массива и характеризующиеся низкоэнергетической обстановкой осадконакопления. Особенно богатые редкими землями и ниобием рудные пески формируются при перемыве и перетолжении коры выветривания карбонатизированных ультраосновных – щелочных массивов (ультрабогатые руды Томтора содержат 9–12 %  $TR_2O_3$  и 6–8 %  $Nb_2O_5$ ).

Содержания полезных компонентов в собственно редкометалльных россыпях составляют:  $Ta_2O_5$  и  $Nb_2O_5$  соответственно 0,01–0,05 и 1,5–3 %, сумма редких земель – до 3–6 %, иногда 10 %, Y – до 0,1–0,2 %. В качестве попутных компонентов присутствует Sc.

Промышленные россыпи собственно редкоземельных минералов – монацита и ксенотима – встречаются редко. Некоторые из них связаны с остаточными корами выветривания, но преобладают аллювиальные и ложковые россыпи. Монацит почти постоянно присутствует в комплексных титано-циркониевых россыпях, которые являются главным источником его добычи.

В собственно редкоземельных россыпях, имеющих промышленное значение, содержание монацита и ксенотима обычно составляет сотни граммов на  $1m^3$  песков. Содержание куларита в золотых россыпях достигает 1,5–3 % при содержании суммы редких земель в куларитовом концентрате 52,2 %.

17. Россыпи ювелирных, ювелирно-поделочных и технических камней. В этой группе россыпей наибольшее значение имеют россыпи алмазов и янтаря. Промышлен-

ное значение могут иметь также аллювиальные россыпи агатов в полях размыва эффузивов, комплексные элювиально-склоновые россыпи мориона, берилла и топаза на гранитных пегматитах, аллювиальные и аллювиально-карстовые россыпи ограниченного корунда, ледниковые, водно-ледниковые и аллювиальные россыпи жадеита и нефрита, аллювиальные россыпи демантоида, элювиально-склоновые россыпи оливина – хризолита. За рубежом россыпные месторождения являются также главным промышленным типом месторождений рубина, сапфира, александрита, циркона – гиацинта, гранатов, турмалина.

18. Россыпи алмазов. В промышленной классификации россыпей алмазов главными критериями являются условия их залегания, генезис (морфогенетический тип) и технологические свойства песков (таблица 6).

**Характеристика основных морфогенетических типов промышленных россыпей алмазов**

Типы россыпей	Форма и вытянутость россыпи	Размеры продуктивного пласта, залежи	Строение и состав продуктивных отложений	Примеры месторождений
Элювиальные, делювиально-пролювиальные, пролювиально-аллювиальные, ложковые, карстовые (гетерогенные)	Овальная, линзовидная, четковидная и шлейфовидная. Вытянутость 1–30	Длина– 0,5–5 км, редко до 10 км, ширина – 50–500 м, реже до 1500 м, мощность пласта – 0,5–5 м, залежей в карсте 5–15 м (до 100)	Несортированные или слабо-сортированные щебенисто (галечно)-глинистые отложения, рыхлые, местами в древних россыпях литифицированы и нуждаются в дроблении	Мир, лог Хабардина, Солур, Восточная, Верхний Биллях, Чурочная, Рассольнинская депрессия, (Россия) Бакванга (Заир)
Аллювиальные:  ближнего сноса	Линейно-вытянутая: лентовидная, линзовидная, четковидная и реже пластовая на террасах.	Длина – от 3–10 до 20 км, ширина – 40–150 м, мощность – 1–2 м	Слабо-, и хорошо сортированные валунно-галечные, гравийно-галечные отложения, галечно-	Ирелях, Сохсолох р. Малая Ботуобия (Россия) Смоук-Крик (Австралия) и др.
дальнего переноса и переотложения	Вытянутость 100–200, до 400	Длина – от 10–20 до >100 км, ширина – от 40–50 до 500 м, мощность – 1–4 м	гравийные пески, глинистые щебенисто-галечные пески. Пески рыхлые	
Прибрежно-озерный, озерный (древние россыпи),	Линзовидная, шлейфовидная, пластовая. Вытянутость 2–5	Длина – 1–3 км, ширина 200–1500 м, мощность отдельных пластов залежи 1–4 м	Слабосортированные рыхлые глинистые галечные пески, местами литифицированные	Новинка, Водораздельные галечники, Дачный (Россия)
Прибрежно-морской	Лентовидная, линзовидная, веерообразная	Длина 0,5–8 км, ширина – сотни метров, Мощность – метры	Валунно-щебенистые и сортированные песчано-галечные отложения	Юго-западная Африка (ЮАР, Намибия)

Питающие источники промышленных россыпей алмазов – коренные месторождения и рудопроявления кимберлитового, лампроитового типов и древние промежуточные коллекторы площадного распространения обычно с крупными, высокоценными алмаза-

ми. Промышленная россыпь может быть генетически однородной или неоднородной (гетерогенной) и питаться от одного или нескольких источников – как первичных, так и промежуточных.

Высокая твердость, химическая и абразивная прочность алмаза при невысокой плотности ( $3,5 \text{ г/м}^3$ ) определяют возможность его многократного переотложения и концентрации в широком спектре обстановок – от элювиально-склоновых россыпей в контуре и в непосредственном обрамлении кимберлитовых тел через долины высоких порядков до прибрежной зоны и шельфа моря. По мере переноса повышается качество алмазов за счет разрушения дефектных зерен и относительной концентрации ювелирных разностей. В процессе переноса и переотложения нарушается непосредственная связь алмазоносных россыпей с их первоисточниками, а в питании россыпей принимают участие промежуточные коллекторы – более древние алмазоносные осадочные формации; в ряде случаев вообще не удастся достоверно проследить связь алмазоносных россыпей с определенными источниками и промежуточными коллекторами.

Большинство промышленных россыпей алмазов имеют четвертичный (аллювиальные россыпи современных речных долин и их притоков) и мезо-кайнозойский (поздне-меловой-палеоген-неогеновый) возраст. Установлена повышенная алмазоносность девонских, пермских, триас-нижнеюрских посткимберлитовых терригенных формаций, содержащих продукты переотложенных кор химического выветривания.

Среди промышленных и потенциально-промышленных типов алмазоносных россыпей главными являются: аллювиальные россыпи ближнего, умеренного (десятки километров) сноса и ближнего переотложения (россыпи рек. Ирелях, Малая Ботуобия, Чурочная) и полигенные (элювиально-склоновые, делювиально-пролювиальные, пролювиально-аллювиальные карстовые, ложковые, пролювиально-озерные и др.), формирующиеся непосредственно над или вблизи алмазоносных трубок (крупнейшие россыпи района Бакванга в Заире, россыпь Водораздельные галечники, лог Хабардина, руч. Пироповый вблизи трубок Мир, Удачная в Якутии). Широко распространены аллювиальные россыпи дальнего переноса и переотложения: современных долин III–V порядков (россыпи Молодо, Эбелях в Якутии, россыпи рек Большой Колчим, Большой Щугор и других в Красновишерском районе Северного Урала); «депресссионные россыпи» – древние (мезозойские, палеоген-неогеновые) аллювиальные и пролювиальные россыпи, залегающие в пределах склоновых и водораздельных карстово-эрозионных депрессий (россыпь Расольнинская депрессия, Верхний Биллях и другие в Красновишерском и Эбеляхском районах). К перспективным типам алмазоносных россыпей относятся алмазоносные конгломераты – литифицированные и реже рыхлые галечные пески среднепалеозойского и мезозойского возраста, такие как россыпные месторождения Восточное, Солур, Новинка (Якутия), среднедевонская алмазно-редкометалльно-золотоносная россыпь Ичет-Ю на Среднем Тимане.

Важными критериями выделения промышленной россыпи являются: содержание и качество (крупность, сортность и цена 1 кар.) алмазов, изредка – наличие попутного золота, циркона и др.

Содержание алмазов в россыпных месторождениях колеблется в широких пределах – от сотых долей карата до нескольких десятков каратов (Бакванга) на  $1 \text{ м}^3$  песков; минимальные промышленные содержания в зависимости от сортности (стоимости) 1 кар., обычно оцениваются величиной от 0,05 до  $2 \text{ кар/м}^3$ .

Крупность алмазов в россыпях ближнего сноса несколько выше, чем в первоисточниках, из-за быстрого выноса мелких ( $-2 \text{ мм}$ ) зерен, а в россыпях дальнего переноса и

переотложения она близка таковой в промежуточных коллекторах, где обычно преобладают алмазы размером около 2 мм и более, массой 0,5–1 кар., и более повышенная средняя цена 1 кар.

Распределение содержаний алмазов по пробам месторождения (участка) характеризуется по ситовым (–1+0,5, –2+1, –4+2, –8+4 мм и т. д.) и условным ситовым (уск) классам крупности, а распределение алмазов месторождения (участка) по крупности – по ситовым и весовым (–1+0,5, –2+1, –4+2, –8+4, –16+8, –32+16, –64+32, –128+64 мг и т.д.) классам крупности по данным покрystalного взвешивания алмазов.

При выборе формы, плотности разведочной сети, необходимого объема частных проб и суммарного объема опробования месторождения (участка) и определении промышленной ценности россыпи учитываются ее размеры и, главным образом, содержание, крупность алмазов, тип их концентрации и выход (доля) ювелирных алмазов (табл. 7).

Типы концентрации алмазов проявляются в форме их скопления во флювиальных россыпях: струйчатой, линзовидной, гнездовой и смешанной (комбинационной). В зависимости от преобладания той или иной формы скопления алмазов выделяются четыре типа их концентрации:

I – струйчатый тип; алмазы концентрируются преимущественно в крупных по длине, широких и средних струях, доля линз и гнезд незначительная; бедные участки, с содержанием ниже минимального промышленного, встречаются редко, фиксируются одиночными выработками. Россыпи относительно выдержанные, промышленный контур близок геологическим, геоморфологическим границам, эффективно опробуются при относительно больших расстояниях между линиями и выработками. Этот тип концентрации относительно редкий, встречается на богатых аллювиальных, пролювиально-аллювиальных россыпных месторождениях ближнего сноса и переотложения с высоким содержанием мелких и средних алмазов (реки Ирелях, Эбелях);

II – линзовидно-струйчатый тип; алмазы концентрируются преимущественно в струях при подчиненной, но значительной доле линз и незначительной – гнезд; преобладают струи и линзы средних размеров; бедные локальные участки присутствуют в подчиненном количестве и тяготеют обычно к флангам россыпей. Россыпи невыдержанные, промышленный контур не совпадает с геологическими, геоморфологическими границами. Это наиболее распространенный тип концентрации алмазов, характерный для большинства месторождений с невысоким содержанием алмазов разной крупности (Молодо, Горное, р. Большой Колчим-нижний, руч. Гусиный, Пироповый и др.).

Таблица 7

**Группировка россыпей алмазов по факторам, влияющим на методику их разведки и оценку промышленной значимости**

Группы россыпных месторождений алмазов по факторам			
Размеры (длина, площадь) россыпи	Содержание алмазов,	Крупность алмазов, доминирующие классы,	Выход (доля) ювелирных камней,
1	2	3	4
1. Весьма крупные, длиной более 100 км.	1. С весьма высоким содержанием, более 3,0 кар/м <sup>3</sup>	1. С весьма крупными алмазами, доминируют: –8+4 и –4+2 (или +8 мм)	1. С весьма высоким выходом ювелирных камней, более 60 %



1	2	3	4
2. Крупные, длиной 50–100 км, площадью более 5 км <sup>2</sup>	2. С высоким содержанием, 1,0–3,0 кар/м <sup>3</sup>	2. С крупными алмазами, доминируют: –4+2 и –8+4 мм	2. С высоким выходом ювелирных камней, 30–60 %
3. Средние, длиной 10–50 км, площадью 1–5 км <sup>2</sup>	3. Со средним уровнем содержания, 0,3–1,0 кар/м <sup>3</sup>	3. С алмазами средней крупности, доминируют: –4+2 и –2+1 мм	3. Со средним выходом ювелирных камней, 15–30 %
4. Мелкие, длиной 2–10 км, площадью 0,2–1,0 км <sup>2</sup>	4. С низким содержанием, 0,1–0,3 кар/м <sup>3</sup>	4. С мелкими алмазами, доминируют: –2+1 и –1+0,5 мм	4. С низким выходом ювелирных камней, 5–15%
5. Весьма мелкие, длиной менее 2 км, площадью менее 0,2 км <sup>2</sup>	5. С весьма низким содержанием, менее 0,1 кар/м <sup>3</sup>	5. С весьма мелкими алмазами, менее 1 мм	5. С весьма низким выходом

III – линзовидный (струйчато-линзовидный) тип; алмазы концентрируются преимущественно в линзах разной ширины при подчиненной, но значительной доле коротких узких струй и присутствии гнезд; бедные локальные участки встречаются как по флангам, так и внутри по протяженности россыпей. Россыпи невыдержанные, их контуры постепенно или резко меняются, содержание алмазов по некоторым линиям (блокам) бывает ниже минимального промышленного. Линзовидный тип концентрации более свойственен россыпям логов, озер, россыпям русел рек с невысоким содержанием и средней крупностью алмазов, а также большинству россыпей с очень низким содержанием и крупными алмазами (Верхнее Молодо, Водораздельные галечники реки Малая Ботубобия, Большой Колчимверхний, Чурочная, и др.) и занимает второе по распространенности место;

IV – гнездово-линзовидный тип; алмазы концентрируются преимущественно в линзах при подчиненной, но значительной доле гнезд и незначительной – коротких узких струй; относительно богатые и бедные локальные участки в границах залежи распространены примерно одинаково. Россыпи весьма невыдержанные, нередко прерывистые или четковидные с резко меняющейся формой и алмазонасностью, нуждаются в наиболее плотной сети опробования, применении канав, траншей. Этот тип концентрации более характерен для карстово-эрозионных депрессий, озерных пляжей и россыпей с низким содержанием, но крупными размерами алмазов (Верхний Биллях, Новинка, Рассольнинская депрессия и др.).

В пределах россыпного месторождения сложного генезиса, состоящего из нескольких залежей, возможны разные типы концентрации алмазов, что следует учитывать при разведке этих россыпей; например, при смене типа концентрации (от струйчатого к гнездовому) разведка по линиям сменяется площадной по сети и увеличивается плотность выработок.

19. Россыпи других ювелирных и поделочных камней. Россыпи – главный промышленный тип месторождений рубина, сапфира, александрита, шпинели, циркона (гиацинт), гранатов, а также важный источник добычи хризолита, топаза, берилла, тур-

малина, нефрита, жадеита, горного хрусталя, аметиста, агата, иногда изумруда. Возможность накопления ювелирных и ювелирно-поделочных камней в россыпях обусловлена главным образом их химической стойкостью, абразивной прочностью, повышенной плотностью. Образованию россыпей этих минералов способствует развитие кор химического выветривания, где происходит их высвобождение и улучшение качества. Многие коренные месторождения представляют практический интерес только как источники россыпей.

Промышленное значение различных генетических типов россыпей ювелирных и ювелирно-поделочных камней зависит от физических свойств последних (плотности и прочности, определяющих их миграционную способность) и требований промышленности к размеру их обособлений, кристаллов, моноблоков.

Остаточные элювиальные и элювиально-склоновые россыпи характерны для минералов малой прочности (оливин – хризолит), а также устойчивых минералов при условии, что имеет значение крупность кристаллов (россыпи топаза, берилла и горного хрусталя). Для последних, так же как и для россыпей ограночного корунда, необходимым условием является развитие кор выветривания, в которых происходит высвобождение кристаллов.

Россыпи склонов, за исключением делювиально-карстовых россыпей алмазов и рубина, залегающих на закарстованном плотике карбонатных пород, существенного значения не имеют.

Ложковые россыпи являются главными для ювелирных и ювелирно-поделочных камней, встречающихся в виде кристаллов, – топаза, берилла, горного хрусталя. Характерны приуроченность таких россыпей к выположенным участкам тальвегов и плохо отсортированный глыбово-песчаный состав продуктивных рыхлых отложений, тяготеющих к плотике.

Аллювиальные (долинные и террасовые) россыпи имеют большое практическое значение для ювелирных камней, представляющих промышленный интерес и в виде мелких зерен, – рубина, сапфира, александрита, аквамарина, топаза, турмалина, аметиста, гранатов (пироп, демантоид), способных выдерживать дальний перенос. Такие полезные минералы концентрируются в песчано-гравийной фракции аллювия. Промышленное значение имеют россыпи галек и валунов плотных или вязких ювелирных и ювелирно-поделочных камней – жадеита, нефрита и агата, также хорошо выдерживающих дальний перенос.

Прибрежно-морские россыпные месторождения ювелирных и ювелирно-поделочных камней образуются только вблизи от коренного источника. Исключение составляют месторождения янтаря, физические свойства которого – малая плотность и повышенная плавучесть – способствуют его дальнему переносу; поэтому концентрация янтаря происходит не в аллювии, а только в прибрежных морских или озерных лагунно-дельтовых и пляжевых отложениях. Кроме того, ископаемые смолы встречаются в ледниковых (моренных) образованиях и в осадках ледниковых озер.

Существенную долю в добыче многих самоцветов может составить попутное извлечение их при добыче алмазов (пироп, хризолит, циркон), редких металлов и пьезокварца (берилл, топаз, турмалин, аметист, цитрин), золота и платины (рубин, сапфир, демантоид и др.).

20. Россыпи пьезооптического сырья. Одним из важных для промышленности видов пьезооптического минерального сырья является пьезооптический кварц (горный хрусталь), из россыпных месторождений которого практический интерес представляют

аллювиально-склоновые, склоновые и ложковые. Все они тесно связаны с коренными месторождениями и проявлениями.

21. Кроме россыпей перечисленных групп, встречаются россыпи и других полезных ископаемых: черных металлов – магнетита, титаномагнетита и хромита, абразивных минералов – граната и корунда, алюминийсодержащих минералов – силлиманита, андалузита, дистена, а также киновари, барита и др. Россыпи черных металлов имеют прибрежно-морской, аллювиальный и элювиально-склоновый (валунные руды) генезис; россыпи абразивных и алюминийсодержащих минералов – в основном прибрежно-морской, реже элювиальный; россыпи киновари, барита – элювиальный и склоновый.

### **3. Группировка месторождений по сложности геологического строения**

22. По условиям залегания, размерам, степени выдержанности продуктивных пластов, равномерности распределения полезных минералов (компонентов) россыпные месторождения соответствуют 1-, 2-, 3- и 4-й группам сложности, установленным «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

К 1-й группе относятся крупные хорошо выдержанные по ширине и длине россыпи со сравнительно равномерным распределением полезных компонентов, относительно постоянной мощностью продуктивного пласта и сравнительно ровным плотиком, имеющим незначительный уклон. Эта группа представлена:

прибрежно-морскими титано-циркониевыми (Центральное, Малышевское в Украине) и титановыми (Ярега) россыпями;

титановыми месторождениями кор выветривания (Стремигородское и Торчинское в Украине).

Ко 2-й группе относятся крупные и средние, относительно выдержанные по ширине и длине россыпи с неравномерным распределением полезных компонентов, со сравнительно постоянной мощностью и обычно неровным плотиком. В промышленном контуре россыпей нередко встречаются обогащенные и относительно обедненные участки. Месторождения представлены:

– аллювиальными россыпями золота (Улахан-Батар-Юрех, Кюсэнтэй, Энтузиастов Куларского района, Талгинское, Водораздельное, Олонгринское, бассейна р. Корвина, бассейна руч. Дальнего, нижнего течения руч. Угахан и др.), золота и МПГ (Сосьвинское, Игакское), МПГ (Кондер, руч. Левтыриновьям в Корьякии);

– гетерогенными россыпями золота (Рывеем);

– аллювиальными и гетерогенными россыпями олова (руч. Крайний, Тенкели, Суор-Дорожный, Тирехтях, Чокурдах и др.);

– аллювиальными, элювиальными и озерными россыпями алмазов (Эбелях, Ирелях, Горное, Водораздельные галечники, Северо-Колчинское, Рассольнинская депрессия);

– элювиально-аллювиальными, аллювиальными и аллювиально-озерными титановыми (Катериновское, Левобережное и другие Иршинской группы в Украине) и титано-циркониевыми (Кара-Откельское в Казахстане) россыпями;

– прибрежно-морскими титано-циркониевыми россыпями (Туганское, Ордынское, Обуховское в Казахстане);

- прибрежно-морскими россыпями янтаря (Пальминекское, Клесовское в Украине);
- перемещенными корами выветривания (озерные россыпи) ниобия и редких земель (Томтор).

К 3-й группе относятся невыдержанные по ширине и мощности россыпи различных полезных ископаемых с неравномерным распределением полезных компонентов, узкой струйчатостью или чередованием относительно бедных участков с обогащенными. Нередко значительная часть полезного ископаемого содержится в трещинах и западениях плотика.

В эту группу входят средние и мелкие долинные россыпи, залегающие в сложных горно-геологических условиях, в том числе на сильно трещиноватом плотике; террасовые россыпи, в значительной степени размываемые последующей эрозией; русловые россыпи; небольшие россыпи береговой зоны морей и древних озер; часть месторождений коры выветривания; элювиально-склоновые, ложковые, а также техногенные россыпи значительной протяженности.

К 4-й группе относятся россыпи весьма сложного строения, 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. Размеры зерен полезных минералов весьма непостоянны, часты самородки. Месторождения представлены преимущественно мелкими аллювиальными, склоновыми и ложковыми россыпями золота, платины, ювелирных и ювелирно-поделочных камней.

В эту группу входят также россыпи, сильно деформированные неотектоническими дислокациями, затронутые экзарацией и размываемые морем, в значительной степени нарушенные разработками прошлых лет, россыпи, заполняющие карстовые полости или расположенные на сильно закарстованном плотике.

Детальная разведка россыпей 4-й группы, как правило, совмещается с разработкой.

23. Принадлежность месторождения (участка) к той или иной группе устанавливается исходя из степени сложности геологического строения основных залежей, заключающих в себе преобладающую часть запасов месторождения.

#### **4. Изучение геологического строения и вещественного состава россыпей**

24. По разведанным месторождениям необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы их размерам, геологическим особенностям и рельефу местности. Топографические карты и планы месторождений обычно составляются в масштабах 1:2000–1:5000. При очень сложном рельефе масштаб укрупняется до 1:1000, а россыпи больших размеров, приуроченные к крупным морфологическим элементам рельефа, картируются в масштабе 1:10 000.

Все разведочные и эксплуатационные выработки (скважины, шурфы, траншеи, устья шахт, границы отработанных карьеров, дражных полигонов), профили геофизических наблюдений, техногенные образования (отвалы, дамбы и пр.) должны быть инструментально привязаны, а высотные отметки устьев разведочных выработок определены

нивелированием. Подземные горные выработки наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки.

25. Геологическое и геоморфологическое строение россыпного месторождения должно быть детально изучено и отображено на геолого-геоморфологической карте масштаба 1:5000–1:25 000, сопровождаемой разрезами рыхлых отложений и картой плотика (для россыпей ближнего сноса).

Россыпь изучается с детальностью, позволяющей выяснить глубину и условия ее залегания, форму, размеры, мощность продуктивного пласта, вещественный и зерновой состав торфов, песков и содержащихся в песках полезных минералов, особенности их изменения по простиранию, ширине и мощности пласта, рельеф плотика и литолого-петрографический состав слагающих его пород, характер распределения и изменчивость концентраций полезных минералов в вертикальном разрезе и в плане. Степень изученности перечисленных характеристик должна быть достаточной для подсчета запасов и оценки его достоверности\*.

Для россыпей ближнего сноса целесообразно выполнить работы по выявлению возможных коренных источников и дать рекомендации о целесообразности их дальнейшего изучения.

26. Разведка россыпных месторождений производится скважинами ударно-канатного, колонкового бурения (буровая разведочная система), поверхностными (глубиной до 5 м) или подземными горными выработками (горные разведочные системы), комбинацией скважин и горных выработок (горно-буровые разведочные системы). Выбор разведочной системы, типа и сечения разведочных выработок, диаметра скважин, способов опробования зависит от вида полезного ископаемого, глубины залегания продуктивного пласта, состава (пески, глины, валуны, галечники и т.д.) и состояния пород, степени обводненности пород, а также экономической целесообразности.

Разведку близповерхностных россыпей в мерзлых или необводненных породах целесообразно проводить поверхностными горными выработками, в слабообводненных – сочетанием поверхностных горных выработок (на осушенных участках) и скважин (на обводненных участках). Глубокозалегающие россыпи в мерзлых породах следует разведывать сочетанием подземных горных выработок и скважин. Обводненные россыпи обычно разведываются скважинами.

Применяемая разведочная система должна обеспечить выяснение с необходимой достоверностью особенностей геологического строения месторождения и размещения слагающих его продуктивных пластов, их формы, условий залегания, размеров, а также качества песков и значений основных подсчетных параметров.

27. Россыпи золота, МПГ, ювелирных камней разведываются горными выработками и скважинами колонкового и ударно-канатного бурения диаметром 150–225 мм, а

---

\* По району месторождения необходимо иметь карту россыпной минерализации масштаба 1:50 000–1:200 000 на кондиционной геологической основе с элементами геоморфологии и литологии рыхлых осадков, а также графические материалы, обосновывающие комплексную оценку прогнозных ресурсов полезных ископаемых и отражающие данные шлихового опробования и результаты геофизических исследований. Эти материалы могут быть совмещены с картой россыпной минерализации. Указанные материалы должны отражать структурно-геологическую позицию россыпи, ее взаимоотношение с предполагаемыми коренными источниками и промежуточными коллекторами, закономерности размещения всех известных в районе коренных и россыпных месторождений и рудопроявлений, неотектоническую, геоморфологическую и, при необходимости, палеогеографическую обстановку, возраст и генезис россыпей, степень их разведанности и освоения. Должны быть выделены участки различной степени перспективности и площади, на которых оценены прогнозные ресурсы. Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов.

также траншеями, шурфами и скважинами большого диаметра (500–700 мм). Для россыпей с весьма неравномерным распределением или повышенной крупностью полезного компонента и низким средним содержанием необходимо использовать горные выработки и применять валовый способ опробования. В отдельных случаях при разведке россыпей ювелирных камней требуется проходка разведочных карьеров, размеры которых обосновываются проектом работ.

Разведка россыпей олова, вольфрама, редких металлов осуществляется скважинами колонкового, иногда ударно-канатного бурения диаметром 100–212 мм, прибрежно-морских титано-циркониевых и аллювиальных титановых россыпей и кор выветривания – обычно скважинами колонкового и ударно-канатного бурения диаметром около 100 мм.

28. Для рационального использования бурения и оптимального размещения его объемов, особенно на глубокозалегающих россыпях, необходимо применять геофизические методы разведки. С их помощью изучается рельеф коренных пород, прослеживаются древние погребенные долины, определяются мощности и иногда литологические типы рыхлых отложений, выделяются таликовые зоны, границы многолетнемерзлых пород и т.д. В отдельных случаях в соответствии с «Методическими рекомендациями по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья», утвержденными распоряжением МПР России № 37-р от 05.06.2007, данные геофизического опробования могут быть использованы для подсчета запасов – установления подсчетных параметров продуктивных залежей (мощности и содержания полезных компонентов). Проведение геофизических исследований следует сопровождать проходкой опорных разведочных выработок (скважин) и параметрическими исследованиями. Выбранные технические средства разведки должны обеспечить возможность экономически эффективного изучения месторождения и его достоверную промышленную оценку.

29. Расположение разведочных выработок и плотность разведочной сети должны определяться в каждом отдельном случае с учетом вида полезного ископаемого, формы, условий залегания, размеров, строения продуктивного пласта, характера распределения полезного компонента, распространения участков многолетнемерзлых пород и таликовых зон, строения поверхности плотика. При расположении разведочных линий необходимо принимать во внимание местные особенности геологического строения россыпи, в частности, наличие участков возможного поступления в долину полезного ископаемого (боковые притоки, коренные источники и др.) или резкого изменения структуры коренных пород плотика, их состава, формы долины и др. Наряду с изучением таких участков должно быть обеспечено пересечение достаточным количеством разведочных линий всей ширины долины.

Для подавляющего большинства аллювиальных, а также пляжевых россыпей, характеризующихся большой протяженностью при относительно небольшой ширине, значительной изменчивостью параметров по ширине и малой изменчивостью по длине, следует применять разведочную сеть с расстояниями между разведочными линиями, в 10–20 раз превышающими интервалы между выработками по линии.

Древние прибрежно-морские, а также крупные склоново-пролювиальные россыпи отличаются значительной шириной, измеряемой километрами. Здесь целесообразно применять прямоугольную сеть разведочных выработок, в которой расстояния между линиями обычно превышают интервалы между выработками не более чем в 2–4 раза. В тех случаях, когда ширина россыпи соизмерима с ее длиной, используется квадратная

разведочная сеть; плотность ее (площадь, приходящаяся на одну выработку), как правило, близка к плотности, принимаемой для прямоугольной сети на россыпях соответствующей группы.

Для россыпей сложного строения, отличающихся весьма неравномерным распределением полезного компонента, может быть применена и более плотная квадратная сеть выработок. По квадратной сети располагают выработки также для разведки россыпей, приуроченных к карстовым формам рельефа, элювиальных и некоторых склоновых россыпей, а также аллювиальных и других россыпей, деформированных ледником и размытых морем.

Разведку техногенных или частично отработанных неглубоко залегающих россыпей наиболее целесообразно проводить траншеями или дражными ходами при валовом опробовании. Повторную 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.

30. При выборе технических средств и расстояний между разведочными линиями и выработками могут быть использованы обобщенные данные отечественной практики разведки россыпных месторождений золота и платиноидов (табл. 8), а также титана, титана и циркония, олова, янтаря, вольфрама, тантала, ниобия (табл. 9) и алмазов (табл. 10).

Приведенные данные о плотности сети могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждой россыпи на основании изучения геологического и геоморфологического строения на участках детализации (особенно для россыпей ювелирных камней, опыт разведки которых невелик) и тщательного анализа геологических, геоморфологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

При выборе интервалов между выработками для конкретной россыпи необходимо учитывать ее ширину. На очень узких россыпях расстояния между выработками могут быть сокращены до 5 м, при разведке месторождений алмазов и других ювелирных камней обычно производится сплошное пересечение россыпи траншеями. При глубоком залегании продуктивного слоя на месторождениях ювелирных и ювелирно-поделочных камней вместо траншей проходятся шурфы с рассечками, иногда сбиваемыми в единый орт.

Таблица 8

Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке россыпных месторождений золота и МПГ

Группа сложности	Характеристика и морфологические типы россыпей	Рациональный способ разведки	Ширина (площадь) россыпи	Расстояния (м) для запасов категорий				Длина секции валового опробования в траншеях и рассечках, м
				В		С <sub>1</sub>		
				между линиями	между выработками	между линиями	между выработками	
2-я	2.1. Крупные и средние вытянутые по простиранию россыпи с относительно выдержанным по ширине и мощности продуктивным пластом, неравномерным распределением металла и преобладанием внутри россыпи обогащенных участков над относительно бедными	Линии скважин или шурфов, ориентированные поперек простирания продуктивного пласта	Ширина, м: более 100	150–200	20	300–400	20–40	–
	2.2. Крупные и средние вытянутые по простиранию россыпи с относительно выдержанным по ширине продуктивным пластом, с непостоянной его мощностью, весьма неравномерным гнездово-струйчатым распределением металла и преобладанием внутри россыпи относительно бедных и некондиционных участков над обогащенными	Линии траншей, шахт с рассечками, шурфов с рассечками, ориентированные поперек простирания продуктивного пласта	Ширина, м: менее 200 более 200	300–400 400–600	Непрерывно 20–40	600–800 800–1200	Непрерывно 20–80	20–40 20–40
3-я	3.1. Средние и мелкие вытянутые по простиранию россыпи, выдержанные и невыдержанные по ширине и мощности, с неравно-	Линии скважин*) шурфов, ориентирован-	Ширина, м: менее 50 м 50–100	– –	– –	100–200**) 100–200	5–10 10	– –



	мерным распределением металла и чередованием относительно бедных участков с обогащенными	ные поперек простирания продуктивного пласта.	более 100	–	–	200	20	–
		Линии траншей, шахт или шурфов с рассечками	Ширина, м: менее 100 более 100	– –	– –	100–200 400	Непрерывно 20	10–20 20–40
	3.2. Средние и мелкие россыпи изометричной и неправильной формы с неравномерным распределением металла и чередованием бедных, пустых и обогащенных участков	Скважины, расположенные по квадратной, прямоугольной, ромбической сети	Площадь россыпи, тыс.м <sup>2</sup> менее 10	–	–	20	10–20	–
			10–20	–	–	30	20–30	–
			20–35	–	–	40	30–40	–
			35–60	–	–	50	40–50	–
			более 60	–	–	60	50–60	–
4-я	Преимущественно мелкие, реже средние вытянутые по простиранию россыпи, весьма сложного строения, очень невыдержанные по ширине и мощности с крайне неравномерным распределением металла и преобладанием бедных и пустых участков, россыпи с металлом преимущественно крупных фракций	Линии траншей, шахт или шурфов с рассечками, ориентированные поперек простирания продуктивного пласта	Ширина, м: менее 50 Ширина, м: более 50	– –	– –	100–200 200–400	Непрерывно непрерывно	10 10–20

\* При разведке россыпей с участками сложного строения или для получения необходимого объема групповой пробы целесообразно проходить сдвоенные или строенные линии скважин, представляющие собой две или три разведочные линии, пройденные параллельно через 5–10 м, в которых скважины располагаются в шахматном порядке с расстоянием между ними в линиях 5–10 м (на узких россыпях) или 10–20 м (на средних и широких россыпях).

\*\* Расстояние между пересечениями из сдвоенных или строенных линий, как правило, 200 м.

Таблица 9

Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке россыпей титана, олова, янтаря, вольфрама, тантала, ниобия

Группа сложности	Морфологический тип россыпей	Виды разведочных выработок	Расстояния (м) для запасов категорий					
			А		В		С <sub>1</sub>	
			между линиями	между выработками	между линиями	между выработками	Между линиями	между выработками
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-я	Крупные хорошо выдержанные россыпи со сравнительно равномерным распределением полезных компонентов: титана и циркония (прибрежно-морские) титана (коры выветривания)	Скважины	150–200	50–100	300–400	100–200	600–800	200–400
		»	50	50	100	100	200	100–200
2-я	Крупные и средние относительно выдержанные россыпи с неравномерным распределением полезных компонентов: олова титана и циркония (прибрежно-морские) титана (аллювиальные)	Скважины, шурфы	–	–	150–200	10–20	300–400	10–40
		Скважины	–	–	150–200	50–100	300–400	100–200
		«	–	–	100–150	20–40	200–300	40–60
	ниобия и редких земель (озерные)* янтаря (прибрежно-морские)	«	–	–	40–65	50–60	80–120	35–50
		Скважины, шурфы	–	–	200–400	200–400	400–800	400–800

3-я	Россыпи, невыдержанные по ширине и мощности, с неравномерным распределением полезных компонентов: олова, вольфрама,	Траншеи	–	–	–	–	400–600	Секции не-прерывно
	тантала, ниобия	Скважины, шурфы	–	–	–	–	100–200	10–20
	титана и циркония (прибрежно-морские)	Скважины	–	–	–	–	150–200	10–20
	титана (коры выветривания)	«	–	–	–	–	100	100
	алмазов	Траншеи	–	–	–	–	200–400	Секции не-прерывно
Шурфы с рассечками		–	–	–	–	40–80	10–40	

\*Данные на примере одного Томторского месторождения.

П р и м е ч а н и я.

1. Размеры квадратной сети выработок, применявшейся при разведке россыпных месторождений 3-й группы, принимались в зависимости от площади россыпи:

Площадь россыпи тыс.м<sup>2</sup> < 20      20x20      60–200      40x40

Размер сети для запасов ка- 20–60      30x30      > 200      50x50

тегория С<sub>1</sub>,

2. По месторождениям ювелирных и ювелирно-поделочных камней накопленные данные о плотности разведочной сети недостаточны для их обобщения.

3. По месторождениям 4-й группы обобщить данные о плотности разведочной сети выработок вследствие разнообразия этих данных не представляется возможным.

Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок, применившихся при разведке россыпных месторождений алмазов

Группа сложности	Характеристика и морфологические типы россыпей	Основной тип концентрации алмазов	Ширина россыпи, м	Вид разведочной выработки	Расстояния (м) для запасов категорий			
					B		C1	
					между линиями	между выработками	между линиями	между выработками
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-я	2.1. Весьма крупные, крупные вытянутые по простиранию лентовидные россыпи, относительно выдержанные по ширине, мощности продуктивного пласта и алмазонности, с умеренно неравномерным (непрерывным) распределением алмазов	I тип, струйчатый	50–200	Шурфы, шахты (СБД)*, кусты скважин	400 100–200	10–20 10–20	800–1200 200–300	10–20 10–20
	Более 200		Шурфы, шахты (СБД), кусты скважин		200–400 100–150	20–40 20	400–800 200–300	20–40 20–40
	Средние, преимущественно долинные кайнозойские и древние ископаемые россыпи							
2-я	2.2. Крупные и средние вытянутые по простиранию лентовидные россыпи, относительно выдержанные по ширине или мощности, невыдержанные по алмазонности, с неравномерным и весьма неравномерным (прерывистым) распределением алмазов	II тип, линзовидно-струйчатый	До 50	Линии канав, траншей Шурфы, шахты (СБД*), кусты скважин	200	Непрерывно 10–20 10–20	400	Непрерывно 10–20 10–20
	50–200 Более 200				200 100–200		400 200–400	
	Средние, преимущественно линзовидные, четковидные, плащевидные кайнозойские и древние ископаемые россыпи.	III тип, линзовидный	Около 200 м и более	Шурфы, шахты (СБД)	40–80 20–40	20–40 20–40	80–160 40–80	20–40 20–40
3-я	3.1. Средние и мелкие вытянутые по простиранию россыпи, выдержанные и	I и II типы	До 100	Шурфы, шахты, рассечки	–	–	300–400	20–40

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	невыдержанные по ширине, мощности продуктивного пласта, с неравномерным, весьма неравномерным распределением алмазов и россыпи с крупными камнями. Преимущественно элювиальные, ложковые, долинные, террасовые, прибрежно-озерные, морские			СБД, кусты скважин	–	–	150–200	10–20
		III тип	Более 200	Шурфы, шахты, рассечки СБД*, кусты скважин	–	–	120–160 60–80	40–80 20–40
	3.2. Средние и мелкие вытянутые и близкие к изометричным россыпи, невыдержанные по ширине или мощности, с весьма неравномерным (прерывистым) распределением алмазов, чередованием богатых и бедных участков. Россыпи разных морфо-генетических типов	II тип	До 100	Линии канав, траншей  Шурфы, шахты, рассечки	–	–	200–300 200–300	Непрерывно, 5–10 м 10–20
		III и IV тип, гнездово-линзовидный	До 200 Более 200	Шурфы, шахты, СБД То же	–	–	80–120 80–120	20 40–60

Примечание. \* – плотность скважин большего диаметра (СБД) учитывает зарубежные данные.

\*)СБД – Скважины большего диаметра (более 500 мм, обычно 1200–1800 мм) эффективны при мощности песков около 2 м и более.

31. Особенности методики разведки россыпей золота и МПГ определяются их принадлежностью к соответствующей группе по сложности геологического строения.

Разведка россыпей первого морфологического типа группы 2 (2.1) производится в основном одиночными линиями скважин малого диаметра или шурфами. В случае повышенной крупности металла (средняя крупность более 2 мм) для получения необходимого расчетного суммарного объема проб в линии следует использовать кусты скважин малого диаметра, скважины увеличенного или большого диаметра.

Россыпи второго морфологического типа группы 2 (2.2) могут быть разведаны с необходимой достоверностью только с применением крупнообъемного опробования траншеями, шурфов с рассечками или подземных выработок секциями длиной 20–40 м, а на очень широких россыпях – с перерывами между ними в 20–40 м.

Россыпи первого морфологического типа группы 3 (3.1) в основном разведываются линиями скважин, шурфов или траншеями по равномерной сети, плотность которой зависит от ширины россыпи. При разведке узких россыпей, когда на одной линии количество скважин может оказаться недостаточным для надежного оконтуривания, а также россыпей со средней крупностью металла более 2 мм могут использоваться сдвоенные или строенные линии скважин малого диаметра. На этих россыпях целесообразно также проходить одинарные линии шурфов или скважин увеличенного и большого диаметра. На россыпях с крупным металлом (средняя крупность более 4 мм) для получения представительного объема проб обычно проходятся шурфы с рассечками или кусты скважин большого диаметра.

На россыпях второго морфологического типа группы 3 (3.2) более достоверные разведочные данные могут быть получены по совокупности скважин, пройденных по квадратной, прямоугольной или ромбической сети. При этом параметры сети зависят от размеров продуктивной площади.

Россыпи 4-й группы, как весьма сложные, могут быть разведаны и оценены траншеями, шурфами или шахтами с рассечками, опробованными валовым способом. На узких россыпях для отбора валовых проб чаще используются шурфы с рассечками, на мелкозалегающих целесообразно проходить траншеи.

Наибольшее применение при разведке россыпных месторождений золота и платиноидов получило механическое ударно-канатное и в меньшей мере – колонковое бурение.

Технологическая схема бурения при проходке ударно-канатных скважин, особенно последовательность процессов долбления породы, обсадки скважин трубами, извлечения (желонения) разрушенной породы, должна соответствовать особенностям геологического строения россыпи, зерновому составу, степени валунистости и устойчивости вмещающих пород, а также мерзлотно-гидрогеологическому их состоянию. Недостаточный учет этих особенностей приводит к искусственному «растягиванию» продуктивного пласта на глубину, обеднению или обогащению его металлом за счет просадки.

Обычно технологическая схема бурения принимается по аналогии с реализованной ранее при разведке сходных по строению месторождений, достоверность которой подтверждена добычными работами. В новых районах, а также при существенном изменении геологических условий локализации россыпи принятые технологические схемы бурения, обеспечивающие качественный отбор проб, должны быть подтверждены заверочными работами.

Горные выработки (траншеи, шурфы и др.) используются для разведки россыпей с весьма неравномерным распределением полезного компонента, а также для заверки.

32. При разведке россыпей алмазов используются разнообразные горные выработки и буровые скважины: канавы, траншеи, мелкие и глубокие шурфы сечением 1,25–2,5 м<sup>2</sup>,

спаренные шурфы сечением 4 м<sup>2</sup>, шурфо-шахты сечением 6–12 м<sup>2</sup>, подземные горизонтальные и вертикальные горные выработки, поисково-картировочные и разведочные колонковые скважины диаметром 110–132 и 168–219 мм и скважины ударно-канатного бурения (УКБ) диаметром 500 мм.

Колонковые скважины кроме решения геолого-структурных, поисковых задач, способствуют уточнению условий залегания, морфологии россыпи, оконтуриванию залежей, имеющих литологический контроль, однако, как правило, непригодны для опробования россыпи на алмазы. Только на высокоалмазоносных россыпях с мелкими алмазами и большой ( $\geq 5$  м) мощностью песков возможна буровая разведка кустами колонковых скважин диаметром 168–219 мм.

Горные выработки (траншеи, шурфы и др.) используются для разведки россыпей с невысоким содержанием, крупными алмазами и весьма неравномерным их распределением, а также для заверки скважин.

Выбор типа и сечения разведочных выработок зависит от горно-геологических условий, а также содержания и крупности алмазов (табл. 11).

Разведку близповерхностных россыпей в мерзлых или необводненных породах целесообразно проводить поверхностными горными выработками, в слабообводненных – сочетанием поверхностных горных выработок (на осушенных участках) и скважин (на обводненных участках). Глубокозалегающие россыпи в мерзлых породах следует разведывать сочетанием подземных горных выработок и скважин. Обводненные россыпи обычно разведываются скважинами большого диаметра.

Таблица 11

Системы и технические средства разведки в зависимости от содержания и крупности алмазов

Группы месторождений по уровню содержания алмазов	Группы месторождений по крупности алмазов		
	с мелкими алмазами, доминируют классы –2+1 (основной) и –1+0,5 мм	с алмазами средней крупности, классы –4+2 и –2+1 мм	с крупными алмазами, классы –8+4 и –4+2 мм
С весьма высоким содержанием алмазов, более 3 кар/м <sup>3</sup>	Буровая	Горно-буровая	Горная, горно-буровая
С высоким содержанием, 1–3 кар/м <sup>3</sup>	Горно-буровая	Горная, горно-буровая	Горная (шурфы*)
Со средним уровнем содержания, 0,3–1,0 кар/м <sup>3</sup>	Горная, горно-буровая	Горная (шурфы*)	Горная (канавы, траншеи, шурфы сечением $\geq 4\text{ м}^2$ )
С низким и очень низким содержанием, 0,1–0,3 кар/м <sup>3</sup> и менее	Горная (шурфы*)	Горная (канавы, траншеи, шурфы сечением $\geq 4\text{ м}^2$ )	Горная (канавы, траншеи, шурфы сечением 6–12 м <sup>2</sup> )
* Обычные сечения шурфов 1,25–2,5 м <sup>2</sup>			

Применяемая разведочная система должна обеспечить выяснение с необходимой достоверностью особенностей геологического строения месторождения и размещения сла-

гающих его продуктивных пластов, их формы, условий залегания, размеров, а также качества песков и значений основных подсчетных параметров.

Россыпи алмазов обычно разведываются горными выработками и скважинами большого диаметра (500–1800 мм). Для россыпей с весьма неравномерным распределением или повышенной крупностью полезного компонента и низким средним содержанием необходимо использовать горные выработки и применять крупнообъемное валовое опробование, в отдельных случаях требуется проходка разведочных карьеров, размеры которых обосновываются проектом работ.

Особенности методики разведки россыпей алмазов определяются их принадлежностью к соответствующей группе по сложности геологического строения.

33. При разведке россыпей колонковыми скважинами должен быть получен максимальный выход керна. Объем пробы определяется по фактическому диаметру керна. Достоверность определения линейного выхода керна по продуктивным отложениям необходимо систематически проверять путем сопоставления расчетных и фактических масс керновых проб или объемным методом с учетом результатов контрольных замеров глубин скважин.

При разведке россыпей благородных металлов и алмазов скважинами ударно-канатного бурения расчет содержаний полезных ископаемых по проходкам производится, как правило, исходя из фактического объема выжелоненной породы. Использование для определения содержаний полезного компонента теоретических объемов пород, рассчитанных исходя из внутреннего диаметра обсадных труб (при долочении внутри обсадки), внешнего диаметра башмака обсадных труб (при долочении талых пород ниже обсадки) и фактического диаметра лезвия долота или фактического диаметра скважин по данным квернометрии (при бурении в мерзлых породах) в каждом конкретном случае должно быть обосновано результатами заверки достоверности бурения горными выработками, шурфоскважинами большого диаметра или данными эксплуатации.

Во всех скважинах глубиной более 100 м через каждые 20 м углубки должны замеряться азимутальные и зенитные углы с целью выявления искривлений скважин. Результаты этих измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, планов и при расчете мощностей продуктивных пластов.

34. Все расположенные на месторождении разведочные, а также эксплуатационные выработки, должны быть задокументированы. Документация производится по типовым формам.

Полнота и качество документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения должны систематически контролироваться и сличаться с натурой специально назначенными недропользователем комиссиями. По средним и крупным месторождениям в состав комиссии включается представитель территориальных органов управления государственным фондом недр или геолконтроля. В случаях, когда весь выжелоненный материал или весь объем породы из разведочных выработок (при проходке по пескам) полностью поступает в промывку, сличение первичной документации с натурой должно выполняться непосредственно в процессе производства работ. Кроме того, необходимо контролировать соответствие сводных геологических материалов первичной документации.

35. Для подтверждения достоверности запасов, подсчитанных на разведанных россыпях, отдельные их участки должны быть изучены более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети по сравнению с принятой на остальной части месторождения. Запасы на таких участках или горизонтах месторождений 1-й группы должны быть разведаны по категории А, на месторождениях 2-й группы – по кате-



гории В, а на месторождениях 3-й и 4-й групп – по категории С<sub>1</sub>. На месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С<sub>1</sub>.

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму продуктивных залежей, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество песков. По возможности они располагаются в контуре запасов, подлежащих первоочередной отработке. В тех случаях, когда участки, намеченные к первоочередной отработке, не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству песков и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Количество и размеры участков детализации на месторождениях определяются недропользователем.

Полученная на участках детализации геологическая информация используется для подтверждения сложности месторождения, установления соответствия принятой методики и выбранных технических средств разведки особенностям его геологического строения, оценки достоверности результатов опробования и подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения, а также условий разработки месторождения в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются данные эксплуатационной разведки и разработки.

При использовании интерполяционных методов подсчета запасов на участках детализации необходимо обеспечить плотность разведочных пересечений, достаточную для обоснования оптимальных интерполяционных формул.

36. Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания продуктивных пластов и подсчета запасов вся толща рыхлых отложений и верхняя часть плотика должны быть опробованы, при этом продуктивная толща опробуется во всех выработках. Выбор способов опробования производится исходя из вида полезного ископаемого, конкретных геологических особенностей россыпи и применяемых технических средств разведки.

При выборе методов (геологический, геофизический) и способов (керновый, бороздовый и др.) опробования, определении качества отбора и обработки проб, оценке достоверности результатов опробования следует руководствоваться соответствующими нормативно-методическими документами и «Методическими рекомендациями по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья», утвержденными распоряжением МПР России № 37-р от 05.06.2007.

37. 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.

Длина интервалов опробования по продуктивному пласту зависит от мощности отложений, вида полезного ископаемого, предполагаемого способа разработки и не должна превышать для россыпей золота и платины 0,2–0,4 м, для олова, вольфрама и редких земель – 0,5–1,0 м, для алмазов, титана, циркония и янтаря – 1,0–2,0 м. Интервалы опробования по торфам и пескам повышенной мощности могут быть увеличены.

38. При разведке скважинами россыпей золота, МПГ, ювелирных камней, олова, вольфрама, тантала, редких земель на обработку направляется весь материал, полученный с опробуемых интервалов. На титано-циркониевых россыпях в зависимости от диаметра скважин и результатов экспериментальных работ в пробу может отбираться половина или четверть полученного керна (при ударно-канатном бурении – часть объема выжелоненной породы), а на наиболее выдержанных россыпях прибрежно-морского происхождения, сло-

женных мелкообломочными и глинистыми рыхлыми отложениями, в пробу поступает материал, сокращенный до 0,5–1,0 кг. При разведке россыпей алмазов кустами скважин на обработку направляется весь материал, полученный с опробуемых интервалов. Выбор диаметра бурения кустовых скважин определяется минимальным представительным объемом пробы, который, в свою очередь, рассчитывается по соответствующей методике.

39. При опробовании шурфов на россыпях с очень неравномерным распределением полезных компонентов или низким их содержанием (ювелирные камни, золото, алмазы) производится отбор валовых проб из продуктивного пласта, и материал промывается полностью. При более равномерном распределении полезных компонентов (олово, вольфрам, редкие металлы) количество подлежащего промывке материала на основании экспериментальных исследований может быть сокращено до 5–10 ендовок с каждого интервала опробования.

40. В траншеях отбираются бороздовые, крупнообъемные или валовые пробы на всю мощность продуктивных отложений или по отдельным интервалам глубины. Пробы отбираются непрерывно по длине траншеи или отдельными изолированными секциями. Расстояния между секциями принимаются равными длине секций, на месторождениях алмазов крупнообъемные валовые пробы отбираются непрерывно по длине траншеи секциями длиной от 3–5 м (на узких россыпях) до 10–20 м. Объем проб при отборе и перед промывкой тщательно замеряется.

В подземных горных выработках отбор проб производится бороздовым или валовым способом, на месторождениях алмазов – иногда бороздовым (используются для минералогических анализов), задириковым и обязательно валовым способом. Борозды обычно располагаются по стенке или забою выработки и состоят из отдельных секций. Во всех случаях продуктивные отложения должны быть опробованы на полную мощность, а необходимый объем бороздовых проб должен быть установлен экспериментальными работами.

41. 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. При опробовании сокращенным количеством ендовок (олово, вольфрам, редкие металлы) для контроля обычно дополнительно промывается материал из выкидов шурфов, для титано-циркониевых россыпей – из керна скважин, оставшийся после отбора основных проб. В случаях, когда в основные пробы направляется весь материал, достоверность опробования устанавливается по данным заверочных (контрольных) работ.

42. На россыпях золота, МПГ, цветных и редких металлов, разведанных скважинами малого диаметра (менее 300 мм), заверочные работы выполняются путем проходки контрольных шурфов, скважин большого диаметра (500 мм и более), шахт и шурфов с рассечками, траншей или опытной эксплуатации. Опробование глубокозалегающих россыпей алмазов, разведанных скважинами диаметром менее 500 мм, контролируется горными выработками.

Проведение контрольных работ преследует цель установить достоверность результатов разведки, выполненной скважинами (правильно ли определены мощность и положение продуктивного пласта в вертикальном разрезе россыпи), 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 (балансовых и забалансовых). При этом, как правило, должно быть пройдено не менее 20 контрольных выработок, расположенных в нескольких разведочных ли-

ниях, которые полностью пересекают промышленный контур россыпи и характеризуют как обогащенные, так и бедные участки; контрольные шурфы располагаются непосредственно на скважине (кусте скважин). При большом количестве скважин, учтенных при подсчете запасов, можно ограничиться 50 контрольными выработками, даже если это составит менее 10 %.

Необходимо, чтобы средние показатели по контролируемым скважинам (мощность, содержание полезного компонента) приближались к средним показателям по всей россыпи. Недопустим выборочный контроль только «богатых» или только «бедных» скважин. Если в пределах россыпи выделяются участки, резко отличающиеся по геологическим условиям и способам разведки, то каждый участок должен контролироваться отдельно.

Наиболее эффективный способ контроля – проходка траншей, спаренных траншей, шурфо-скважин или подземных горных выработок (для глубокозалегающих россыпей), которыми заверяются целые разведочные линии. Траншеи или подземные выработки должны иметь выдержанное, не меняющееся с глубиной сечение, располагаться непосредственно на разведочной линии и пересекать россыпь на всю ширину. На россыпях ювелирных, ювелирно-поделочных камней и алмазов для контроля проходятся разведочные карьеры, служащие также для наработки технологических проб и необходимой партии алмазов для оценки их стоимости.

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. В этих случаях сопоставляются не отдельные выработки, а геологические разрезы, составленные отдельно по основным и контрольным скважинам.

43. Обработка проб с целью получения концентратов (шлихов) производится на обогащательных установках. Тщательность промывки проб и полнота извлечения изучаемых компонентов должны систематически контролироваться путем пересортировки хвостов на установках, обеспечивающих наиболее полное улавливание полезных минералов (концентрационные столы, центробежные сепараторы и др.), а также количественным анализом проб хвостов. Контрольные промывки должны характеризовать качество обработки проб в отдельные периоды (месяцы или кварталы), а также полноту извлечения полезных компонентов из разных по зерновому составу рыхлых отложений.

В тех случаях, когда содержание полезных компонентов определяется по данным количественных анализов проб, не подвергающихся промывке, обработка их производится по схемам, разрабатываемым для каждого месторождения. При этом качество обработки проб должно систематически контролироваться по всем операциям в части обоснованности коэффициента  $K$  и соблюдения схемы обработки проб.

При разведке россыпей золота и МПГ особое внимание следует обращать на проблему улавливания мелкого и тонкого металла.

В россыпных провинциях, характеризующихся наличием значительного количества тонкого золота, обработку разведочных проб необходимо проводить на современном оборудовании, позволяющем эффективно извлекать рудные частицы размером менее 0,1 мм (концентраторы «Knelson» или аналогичные отечественные приборы). При этом доводку проб (отдувку) необходимо дополнить любым количественным анализом хвостов отдувки не ниже III категории точности. Анализ выполняется по всем пробам, содержащим весовое золото, или по групповым пробам, характеризующим сечение пласта песков по отдельным

скважинам. Эти определения проводятся с учетом геологического строения россыпи, имея в виду, что тонкое золото концентрируется обычно в глинистых фракциях песков.

44. Вещественный состав продуктивных отложений необходимо изучать с полнотой, обеспечивающей возможность оценки промышленного значения основных и всех ценных попутных компонентов, а также учета вредных примесей. Содержание их в продуктивном пласте устанавливается на основании анализов проб или концентратов (шлихов), полученных при обработке (промывке) проб, минералогическими, химическими, спектральными, ядерно-физическими и другими методами, утвержденными государственными стандартами или Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) и Научным советом по методам минералогических исследований (НСОММИ). Необходимо установить принципиальную возможность и экономическую целесообразность извлечения попутных полезных минералов в самостоятельные концентраты, например в дистен-силлиманитовый, ставролитовый, глауконитовый, гранатовый и другие концентраты на титано-циркониевых россыпях, золотой или вольфрамовый – на оловянных и т. д.

По каждому продуктивному пласту россыпи должны быть установлены:

общее количество полезных компонентов в продуктивном пласте, в том числе извлекаемых гравитационными методами и находящихся в связанном состоянии с крупными обломками вмещающих пород;

соотношение гравитационно извлекаемого полезного компонента, связанного с раскрытыми (свободными) минералами и находящегося в сростках с другими минералами или породами;

зерновой состав полезных минералов в продуктивных пластах и извлекаемых в концентраты; баланс распределения полезного компонента по классам крупности минералов;

форма выделений полезных минералов, степень их окатанности и состояние поверхности.

По всем рядовым пробам на россыпях золота и МПГ должны быть определены содержания «шлихового золота» и «шлиховой платины».

В пределах продуктивного пласта на россыпях других металлов все концентраты (шлихи) рядовых проб анализируются: касситеритовый – на олово, шеелитовый и вольфрамитовый – на триоксид вольфрама, рутиловый, ильменитовый, лейкоксеновый – на диоксид титана, цирконовый и бадделеитовый – на диоксид циркония, колумбитовый, танталитовый, микролитовый, пироклоровый и лопаритовый – на пентоксиды тантала и ниобия, монацитовый, ксенотимовый, а также лопаритовый – на сумму редкоземельных элементов.

Групповые или объединенные пробы «шлихового золота» и «шлиховых платиноидов», равномерно характеризующие россыпи, анализируются:

«шлиховое золото» – на химически чистое золото (соответственно определяется проба «шлихового золота»), серебро и лигатурные примеси;

«шлиховые платиноиды» – на химически чистую платину и другие платиноиды (палладий, родий, рутений, осмий, иридий), а также на золото.

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

По достаточному числу мономинеральных проб или концентратов высокой чистоты полезных минералов требуется определить:

по касситериту – содержание олова, а также примесей тантала, ниобия, скандия, индия, редких земель;

по шеелиту, вольфраму – содержание триоксида вольфрама и примесей тантала, ниобия, скандия, редких земель;

по рутилу, ильмениту, лейкоксену – содержание диоксида титана, полезных попутных компонентов – скандия, ниобия, тантала, редких земель, ванадия, а также примесей – триоксида хрома и пентоксида фосфора, глинозема и кремнезема;

по циркону и бадделеиту – содержание диоксида циркония и примесей гафния, скандия, редкоземельных элементов, иттрия, тория и урана;

по колумбиту, танталиту, микролиту, пирохлору, лопариту – содержание пентоксидов тантала и ниобия, а для пирохлора, лопарита, кроме того, редкоземельных элементов отдельно цериевой и иттриевой групп и примесей – урана, тория, стронция;

по монациту и ксенотиму – содержание редкоземельных элементов отдельно цериевой и иттриевой групп и тория (для монацита).

По рядовым пробам на россыпях алмазов определяются содержания парагенетических и (или) гидродинамических минералов-спутников алмаза, выход тяжелой фракции.

В россыпях алмазов ситовый анализ полезных компонентов следует проводить отдельно по рядовым и крупнообъемным пробам. При этом количество таких определений должно соответствовать масштабу месторождения, количеству крупных неоднородных его участков с существенно разными алмазами. Алмазы по размерности классифицируются как на традиционных плетеных ситах ( $-1+0,5$ ,  $-2+1$ ,  $-4+2$  мм и т.д.), так и на ситах с круглыми отверстиями в размерности CSO (см. таблицу 7) по количеству и массе, ситовым и весовым классам крупности с покрystalльным взвешиванием алмазов.

При изучении алмазоносных россыпей должен быть определен зерновой состав алмазов, соотношение алмазов различных классов крупности по количеству кристаллов и массе, общая средняя масса одного кристалла и средняя масса кристаллов отдельных фракций, выход алмазов по фракциям в процентах и абсолютных значениях (кар/м<sup>3</sup>); морфологические особенности, физические свойства, сортность, стоимость 1 кар. Одновременно серьезное внимание надо уделять изучению минералов-спутников алмаза (пироба, пикроильменита, хромдиоксида) и их корреляционной связи с алмазами.

При изучении россыпей ювелирных и ювелирно-поделочных камней должно быть определено содержание кристаллосырья в продуктивной породе, выход из него ювелирных и ювелирно-поделочных разностей, их сортовой состав и соответствие действующим техническим условиям, а также дана оценка сырья, не соответствующего требованиям технических условий как коллекционного материала.

45. Качество аналитических работ, выполненных минералогическими, химическими, спектральными и ядерно-физическими методами, должно систематически проверяться путем проведения внутренних и внешних контрольных анализов рядовых и групповых проб в соответствии с методическими указаниями НСАМ и НСОММИ. Работу основной лаборатории необходимо контролировать в течение всего времени разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов, выполненных как на основные, так и на попутные компоненты. При разведке месторождений ювелирных и ювелирно-поделочных камней особенно тщательно надо контролировать определение выхода из кристаллосырья ювелирных разностей и установление их сортового состава.

При выявлении систематических расхождений между результатами анализов, получаемыми основной и контролирующей лабораториями, проводится арбитражный контроль. Введение каких-либо поправок в результаты рядовых анализов без арбитражного контроля не допускается.

При определении объема, порядка проведения внутреннего, внешнего и арбитражного геологического контроля аналитических работ, а также методики обработки результатов контроля и предельных допустимых относительных среднеквадратичных погрешностей анализов по классам содержаний следует руководствоваться методическими руководствами по применению Классификации запасов к месторождениям соответствующего полезного ископаемого.

46. 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. Определения объемной массы и влажности песков необходимо проводить руководствуясь соответствующими методическими документами.

47. В результате изучения вещественного и зернового состава продуктивных отложений и по данным технического опробования должны быть установлены природные типы песков, намечены возможные способы их обогащения и предварительно выделены промышленные (технологические) типы песков, требующие селективной добычи и отдельной переработки.

Окончательное выделение промышленных (технологических) типов песков производится по результатам технологического изучения выявленных на месторождении природных типов песков, в том числе, при необходимости, по данным геолого-технологического картирования.

## **5. Изучение технологических свойств песков**

48. Технологические свойства продуктивных отложений (песков) россыпных месторождений зависят от их минерального, зернового состава и степени промывистости. Основным методом обогащения песков почти всех россыпей является гравитационный, при котором на шлюзах, винтовых и струйных сепараторах, отсадочных машинах и концентрационных столах получают черновые концентраты (шлихи). Последние поступают на доводочные установки или фабрики, где производится их очистка с помощью гравитационных аппаратов, магнитной и электростатической сепарации, флотации, а также рентгенолюминесцентных и физико-химических методов.

Концентраты, получаемые в результате обогащения песков, должны соответствовать действующим государственным, отраслевым стандартам и техническим условиям, перечень которых помещен в приложении 3, или могут регламентироваться договором между поставщиком и потребителем.

49. Технологические свойства песков месторождений отличаются большим разнообразием схем гравитационного обогащения и доводки до кондиционных требований шлиховых концентратов. Наибольшее значение имеют следующие признаки, определяющие технологию обогащения продуктивных песков:

зерновой состав песков продуктивного пласта;

характеристика содержащихся в песках полезных минералов (крупность, форма нахождения, характер ассоциации с рудными и нерудными минералами, состояние поверхности частиц);

нахождение в россыпи двух или более полезных минералов, которые можно извлекать в самостоятельные концентраты;

степень глинистости пород продуктивных пластов;  
состав шлиховых концентратов, требующих очистки от посторонних гравитационно извлекаемых минералов.

50. На россыпных месторождениях золота и МПГ важным дополнительным резервом запасов являются мелкие и тонкие выделения золота и минералов МПГ.

Разведка и отработка большинства россыпных месторождений золота производилась в то время, когда отсутствовали эффективные способы извлечения мелкого и тонкого золота, запасы которого, как правило, не подсчитывались несмотря на то, что на некоторых россыпях их доля может составлять от 30 до 80 % запасов месторождения. В настоящее время разработаны и внедряются в производство новые технологии, основанные на применении методов обогащения в центробежных полях высокой интенсивности – в безнапорных аппаратах, центробежных (чашевых) сепараторах, ротационно-центробежных концентраторах, концентраторах «Knelson» и др. Извлечение золота при этом составляет: класса – 0,25+0,1 мм – 87–92 %, класса –0,1+0,05 мм – 84–87 % и класса –0,05 мм – 69–74 %.

Поэтому при разведке новых и переоценке известных россыпей технологические исследования должны быть ориентированы на наиболее полное извлечение золота, (с учетом его ситовой характеристики) гравитационными аппаратами последнего поколения. При наличии в песках значительных количеств связанного, тонкого и субмикроскопического золота, не улавливаемого существующим гравитационным оборудованием, следует определить целесообразность его извлечения по «рудной» схеме.

Особое внимание должно быть обращено на изучение технологии переработки песков россыпей зон тектонических уступов, отличающихся повышенной мощностью золотоносных аллювиальных и пролювиальных осадков и высокой глинистостью с содержанием золота от 200 до 4000 мг/м<sup>3</sup>, отложений прирусловых отмелей и пойм, где запасы мелкого и тонкого золота составляют 60–100 %, дельтовых и морских отложений, а также техногенных россыпей, в которых содержание тонкого золота может достигать нескольких граммов в 1 м<sup>3</sup>.

Принципиальные технологические схемы обогащения золотоносных песков, разработанные ТулНИГПом, Гинцветметом, АО «Северная Корона» (г. Иркутск), приведены в приложение 4. В связи с этим оценка (переоценка) месторождений с мелким и тонким золотом должна производиться на основе данных геолого-технологического опробования, предусматривающего обогащение проб на месте отбора с помощью мобильных обогатительных установок и последующий анализ концентратов. Минимальный объем пробы для достоверной оценки содержания золота всех классов крупности должен составлять не менее 0,25 м<sup>3</sup>. При этом решающее значение имеет уровень извлечения золота на мобильной установке и его соответствие извлечению на промышленных аппаратах, которые предполагается применять при добыче. Принципиальные технологические схемы мобильных установок приведена в приложении 5. Принципиальные технологические схемы обогащения проб россыпей ручными шейкерными установками и технологическая схема обогащения на стадии эксплуатационной разведки и добычных работ (ОАО «Алмазы Анабара», «Нижне-Ленское») приведены в приложениях 6 и 7 к настоящим Методическим рекомендациям.

51. Технологические свойства продуктивных отложений, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях. При наличии опыта переработки аналогичных песков в промышленных условиях допускается использование метода аналогии – если результаты его применения подтверждаются результатами лабораторных исследований. Для труднообогатимых или новых типов песков, опыт переработки которых отсутствует,

технологические исследования должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями.

52. Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные типы песков, выявленные на месторождении. По результатам их испытаний проводится геолого-технологическая типизация песков месторождения с выделением их промышленных (технологических) типов, изучается пространственная изменчивость состава их физико-механических и технологических свойств в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геолого-технологические карты, планы, а при значительной мощности песков в случае необходимости – и разрезы.

В результате лабораторных исследований должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов песков в степени, необходимой для выбора технологической схемы их переработки, обеспечивающей комплексное и наиболее полное извлечение основных и попутных компонентов, а также возможность очистки промстоков. При этом для россыпей ближнего сноса следует установить относительное количество высвобожденных полезных минералов и минералов, находящихся в сростках с другими минералами и их агрегатами, экономическую целесообразность дробления сростков с целью более полного извлечения полезных минералов.

Исследования в полупромышленных условиях служат для проверки схемы обогащения песков и уточнения показателей их обогащения, полученных на лабораторных пробах. Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, которая выполняет технологические исследования, совместно с геологоразведочной организацией.

53. Технологические пробы должны быть представительными, т. е. их литологический, минеральный, химический, зерновой состав и степень промывистости должны соответствовать средним значениям этих показателей для изучаемого месторождения (участка) или технологическим типам.

При отборе проб необходимо учитывать изменчивость качества песков, с тем чтобы обеспечить полноту характеристики технологических свойств песков на всей площади их распространения.

54. В результате исследований технологические свойства продуктивных отложений должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы их переработки с комплексным использованием песков и извлечением заключенных в них компонентов, имеющих промышленное значение.

Для выделенных промышленных (технологических) типов песков требуется определить основные технологические параметры обогащения – выход концентрата, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях и сквозное извлечение. Для попутных компонентов надо установить формы нахождения и баланс распределения в песках, продуктах обогащения песков и передела концентратов и определить экономическую целесообразность их извлечения.

Необходимо выяснить возможность использования оборотных вод, методы очистки промстоков, а также изучить возможность и целесообразность использования хвостов обогащения – гравия, кварцевых песков, глин (в случае полного извлечения основных полезных компонентов) – в качестве строительных материалов, огнеупоров, сырья для стекольного производства и производства керамических изделий, формовочных материалов и др.



## **6. Изучение гидрогеологических, инженерно-геологических, горно-геологических и других природных условий месторождений**

55. Гидрогеологическими исследованиями должны быть выявлены и изучены все поверхностные водотоки и водоносные горизонты подземных вод, которые могут участвовать в обводнении карьера, дражного полигона или подземных эксплуатационных горных выработок, а также выявлены наиболее обводненные участки.

Для поверхностных водотоков следует установить дебиты в паводковый и меженьный периоды и выявить участки, в пределах которых необходимо строительство водоотводных каналов.

По всем водоносным, включая верховодку, 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 водопритоки в горные выработки при подземном или открытом способе разработки месторождения, оценить качество подземных вод, влияние сброса вод и других отходов производства на окружающую среду, а в необходимых случаях разработать рекомендации по отводу и захоронению стоков.

При выявлении на месторождении водоносных зон и горизонтов следует изучить влияние возможного их дренажа на расположенные в данном районе водозаборы и поверхностные водотоки. Необходимо изучить химический состав и бактериальное состояние вод, участвующих в обводнении, и дать оценку возможных источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущих предприятий в технической воде для промывки песков, заполнения водой дражных полигонов, осуществления скважинной гидродобычи и других нужд.

56. В результате изучения инженерно-геологических, геокриологических и горно-геологических условий месторождения должны быть установлены физико-механические свойства всей толщи отложений (песков и торфов), характеризующие их прочность в естественном и водонасыщенном состоянии; изучен литологический и минеральный состав песков, вмещающей толщи и пород плотика; установлена глубина сезонного промерзания, а в районах с развитием многолетнемерзлых пород – температурный режим пород, положение верхней и нижней границ мерзлотной зоны, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании, глубины сезонного оттаивания и промерзания и другие данные, необходимые для прогнозной оценки устойчивости горных выработок и расчета основных параметров карьера. Необходимо оценить возможность возникновения оползней, селей, лавин и других физико-геологических явлений, которые могут осложнить разработку месторождения.

Инженерно-геологические исследования должны проводиться в соответствии с Методическим руководством по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке, рассмотренным и одобренным Департаментом геологии и использования недр Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №7 от 4 сентября 2000 г.), и методическими рекомендациями: «Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений», рассмотренными и одобренными Управлением ресурсов подземных вод,

геоэкологии и мониторинга геологической среды Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №5 от 12 апреля 2002 г.)

57. Экологическими исследованиями должны быть установлены фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова, растительного и животного мира и т. д.), определены предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к строительству объекта на окружающую природную среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, нерестовых рек, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу и т. д.), объемы изъятия для нужд производства природных ресурсов (лесных массивов, рыбоводческих хозяйств, нерестилищ, воды на технические нужды, земель для размещения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих горных пород, некондиционных песков и т.д.), оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

Для решения вопросов рекультивации земель следует определить мощность почвенного покрова и при необходимости произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова.

Следует также определить факторы, влияющие на здоровье человека (повышенная радиоактивность, пневмокониозоопасность и др.).

58. При особо сложных гидрогеологических, инженерно-геологических, экологических и других природных условиях разработки, требующих постановки специальных работ, объемы, сроки и порядок проведения исследований согласовываются недропользователем с проектными организациями, органами охраны окружающей среды и рыбохозяйственными органами.

59. По районам новых месторождений необходимо указать местоположение площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород.

60. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, следует изучить в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов».

## **7. Подсчет запасов**

61. Подсчет и квалификация разведанных запасов россыпных месторождений производятся в соответствии с требованиями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

62. Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, при этом для каждого блока они не должны превышать, как правило, годовую производительность будущего горного предприятия. Участки пластов, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

одинаковой степенью разведанности и изученности параметров, определяющих количество и качество песков;

однородностью геологического строения или примерно одинаковой степенью изменчивости внутреннего строения продуктивных пластов, мощности, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств песков;

выдержанностью условий залегания продуктивных пластов, определенной приуроченностью блока к единому геоморфологическому элементу и типу (террасе, склону, руслу и т. д.);

общностью горнотехнических условий разработки.

По простиранию россыпей подсчетные блоки следует разделять разведочными линиями скважин или горных выработок.

63. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику россыпных месторождений.

Запасы категории А при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й группы на участках детализации, оконтуренных скважинами и горными выработками. На разрабатываемых месторождениях этой и других групп к категории А относятся запасы, подсчитанные по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

Подсчитанные запасы должны удовлетворять следующим требованиям:

пространственное положение продуктивного пласта (пластов), внутриконтурных пустых и некондиционных участков, а также участков многолетнемерзлых пород или таликов изучено в степени, не допускающей других вариантов их оконтуривания;

по достаточному числу пересечений и анализов надежно определены зерновой состав песков и торфов (или горной массы), промывистость, валунистость и льдистость, минеральный состав песков и шлиха, форма и степень окатанности зерен полезных минералов, относительное количество высвобожденных полезных минералов и находящихся в сростках с другими минералами (агрегатами минералов), содержание в минерале полезных компонентов, выход полезного компонента по классам содержаний; установлены мощность торфов, характер, строение и гипсометрия плотика.

Запасы категории В при разведке подсчитываются на месторождениях 1-й и 2-й групп на участках детализации в контуре разведочных выработок. На разрабатываемых месторождениях к категории В относятся запасы, подсчитанные по данным разведки, эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

Подсчитанные запасы должны удовлетворять следующим требованиям:

пространственное положение продуктивного пласта (пластов), внутриконтурных пустых и некондиционных участков, а также участков многолетнемерзлых пород и таликов изучено в степени, которая допускает такое различие вариантов их оконтуривания, которое существенно не влияет на представления об условиях залегания и строении продуктивного пласта (пластов);

по достаточному объему представительных данных определены средний зерновой состав песков и торфов (или горной массы), промывистость, валунистость и льдистость, минеральный состав песков и шлиха, содержание в минерале полезных компонентов или пробность золота, выход полезного компонента по классам содержаний; установлены мощность торфов, характер и строение плотика.

Запасы категории С<sub>1</sub> на месторождениях всех групп подсчитываются в контуре разведочных выработок. На месторождениях 1-й и 2-й групп допускается их подсчет в зоне геологически обоснованной экстраполяции; размер зоны экстраполяции не должен превышать расстояния между выработками, принятого для этой категории запасов.

К категории  $C_1$  относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть скважин и горных выработок; при этом характеристика особенностей строения продуктивных отложений и распределения полезных компонентов должна быть подтверждена на разрабатываемых месторождениях результатами эксплуатации, а на новых – данными, полученными на участках детализации.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются:

на месторождениях 1-, 2- и 3-й групп в зонах экстраполяции за контурами запасов более высоких категорий, обоснованной особенностями геологического и геоморфологического строения месторождения. Контур подсчета должен быть подтвержден результатами геофизических исследований и единичными пересечениями продуктивных пластов разведочными выработками. Параметры подсчета принимаются по аналогии с прилегающими более детально разведанными частями месторождения с учетом единичных пересечений в контуре подсчета запасов; на месторождениях 4-й группы запасы подсчитываются в контуре разведочных выработок или в зоне экстраполяции за контурами запасов категории  $C_1$ ;

на предварительно оцененных участках в контурах, определяемых по аналогии с более изученными частями месторождений; аналогия геологического и геоморфологического строения устанавливается по результатам геофизических исследований и по отдельным разведочным пересечениям.

Ширина зоны экстраполяции в каждом конкретном случае для запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  должна быть обоснована фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону уменьшения мощности, выклинивания и расщепления пластов, ухудшения качества песков и горно-геологических условий их разработки.

При оконтуривании запасов категории  $C_2$  решающее значение имеет общая изученность геологического и геоморфологического строения месторождения и закономерностей, определяющих размещение, протяженность, изменчивость мощности и качества продуктивных пластов.

При разведке россыпей золота, МПГ, цветных и редких металлов скважинами расчет содержания полезных компонентов по проходкам производится по объемам, определяемым в соответствии с пунктом 33. Заверочные работы производятся в соответствии с пунктом 42.

64. Запасы песков (горной массы) и заключенных в них основных компонентов подсчитываются по одним и тем же категориям. Запасы песков или горной массы выражаются в единицах объема (тысячах кубических метров), а запасы полезных компонентов – в единицах массы (тоннах, килограммах или каратах).

В качестве полезных компонентов принимаются химически чистые элементы (Au, Pt, Sn), оксиды ( $WO_3$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $Ta_2O_5$ ,  $Nb_2O_5$  и т. д.), а в необходимых случаях – минералы (циркон, ильменит, рутил и т. д.). По титановым россыпям, заключающим в себе промышленные концентрации ильменита и рутила, запасы и содержание каждого из них в  $1\text{ м}^3$  песков или горной массы подсчитываются отдельно. После этого запасы  $TiO_2$  суммируются и вычисляется среднее содержание диоксида титана по месторождению в целом.

Запасы пьезооптического сырья подсчитываются в кристаллосырье и моноблоках, а запасы ювелирных и ювелирно-поделочных камней – в сырце и сортовом (кондиционном) сырье, а также в некондиционном сырье, если намечается использование его в качестве коллекционного материала.

65. Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способам разработки, промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые).

При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров.

66. Забалансовые (потенциально-экономические) запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем. При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым (экономических, технологических, гидрогеологических, экологических и др.).

67. При подсчете запасов должны быть выявлены выработки с аномально высоким вертикальным запасом полезных компонентов («ураганные» сечения), проанализировано их влияние на величину среднего содержания по подсчетным блокам и при необходимости ограничено их влияние. Части продуктивных залежей с высоким содержанием и увеличенной мощностью следует выделить в самостоятельные подсчетные блоки и произвести более детальные разведочные работы.

68. На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок запасы песков подсчитываются отдельно с подразделением по категориям в соответствии со степенью их изученности.

69. Запасы песков, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры, относятся к балансовым или забалансовым в соответствии с утвержденными кондициями.

70. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению продуктивных пластов, содержанию полезных компонентов в соответствии с «Методическими рекомендациями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившиеся, контуры площадей приращиваемых запасов, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе – об остатке запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом); представлены таблицы движения запасов (по категориям, продуктивным пластам и месторождению в целом), а также баланс песков и полезного компонента в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных уполномоченным экспертным органом запасов при доразведке, потери при добыче, транспортировке и потери при переработке песков. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой или имеющиеся незначительные расхождения не влияют на технико-экономические показатели добывающего предприятия, для сопоставления данных разведки и разработки могут быть использованы результаты геолого-маркшейдерского учета.

По месторождению, на котором, по мнению недропользователя, утвержденные уполномоченным экспертным органом запасы или качество песков не подтвердились при раз-

работке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательными являются выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки, эксплуатационной разведки и отработки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при разработке или доразведке, утвержденных уполномоченным экспертным органом, подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей пластов, содержаний полезных компонентов), запасов и качества песков, а также выяснить причины этих изменений.

71. При компьютерном подсчете запасов рекомендуются к применению программные комплексы (с описанием алгоритма программы подсчета), обеспечивающие возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координат разведочных выработок, данных инклинометрии, отметок литолого-стратиграфических границ, результатов опробования, планов опробования, параметров кондиций и др.), результатов промежуточных расчетов и построений (каталогов пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологических разрезов или планов с контурами промышленного оруденения, проекций продуктивных залежей на горизонтальную плоскость, каталога подсчетных параметров по блокам, разрезам) и сводных результатов подсчета запасов. Исходные цифровые данные (результаты опробования, данные инклинометрии, координаты разведочных выработок и др.) должны представляться на машинных носителях (CD) в форматах, доступных для экспертизы с использованием наиболее распространенных программных комплексов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

72. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

73. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

## **8. Степень изученности месторождений (участков месторождений)**

74. По степени изученности месторождения (и их участки) могут быть отнесены к группе оцененных или разведанных в соответствии с требованиями раздела 3 «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Степень изученности для оцененных месторождений определяет целесообразность продолжения разведочных работ на объекте, для разведанных – подготовленность месторождения для промышленного освоения.

75. На оцененных россыпных месторождениях должна быть определена их возможная промышленная ценность и целесообразность проведения разведочной стадии работ, выявлены общие масштабы месторождения, выделены наиболее перспективные участки для обоснования последовательности разведки и последующей отработки.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для новых открытых месторождений, как

в целом, так и по отдельным их частям, в объеме, достаточном для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

Запасы оцененных месторождений по степени изученности квалифицируются, главным образом, по категории  $C_2$  и, частично,  $C_1$ .

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупнено на основе проектов-аналогов; технологические схемы обогащения с учетом комплексного использования сырья, возможный выход и качество товарной продукции устанавливаются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и другие экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Вопросы хозяйственно-питьевого водоснабжения горнодобывающего предприятия предварительно характеризуются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии продуктивных отложений, вещественного состава песков и разработки технологических схем их обогащения и переработки на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться (по решению государственной экспертизы) опытно-промышленная разработка (ОПР) в рамках проекта разведочной стадии работ, в масштабах и в сроки, согласованные с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Необходимость проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

Проведение ОПР диктуется обычно необходимостью выявления особенностей геологического строения, горно-геологических и горнотехнических условий отработки, технологии добычи песков и их обогащения (природные разновидности и технологические типы песков и их взаимоотношения). Решение этих вопросов возможно только при вскрытии продуктивных тел на существенную глубину и протяженность.

К ОПР целесообразно также прибегать при внедрении новых методов добычи полезных ископаемых, как, например, скважинная гидродобыча песков с больших и малых глубин, а также при отработке новых нетрадиционных типов полезного ископаемого.

76. Степень изученности россыпных месторождений, вовлекаемых в промышленное освоение (разработку), должна соответствовать требованиям «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, предъявляемым к разведанным месторождениям.

К разведанным относятся россыпные месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего предприятия.

Разведанные россыпные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

обеспечена возможность квалификации их запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;

вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением попутных минералов, имеющих промышленное значение, и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;

достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии продуктивных пластов, качестве и количестве запасов подтверждена на представительных для всего месторождения участках детализации, размер и положение которых определяются в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей россыпи;

рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий;

подсчетные параметры кондиций установлены на основании технико-экономических расчетов, позволяющих определить масштабы и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности.

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется в каждом конкретном случае недропользователем. Решающими факторами при этом являются геоморфологические условия залегания, особенности геологического строения пластов, крупность и характер распределения в них минералов, возможности горных, буровых и геофизических средств разведки, условия и сроки строительства предприятия, степень риска капитальных вложений, а также опыт разведки и разработки россыпей аналогичного типа.

В случае если полученных в процессе разведки россыпи данных окажется недостаточно для объективной оценки запасов, их качества и экономической значимости, орган государственной экспертизы может потребовать проведения на объекте дополнительных работ, в том числе опытно-промышленной отработки, и представления недостающих данных на государственную экспертизу.

Разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения при выполнении настоящих рекомендаций и после утверждения запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

При расчленении крупных и средних россыпей на более мелкие объекты с целью передачи их различным недропользователям разработка и утверждение кондиций и подсчет запасов на всей россыпи является обязательным. В этом случае органом управления государственным фондом недр при выдаче лицензии определяется предприятие-оператор, осуществляющее подсчет и оценку запасов по всей россыпи.

Учитывая организационные особенности отработки, сравнительную простоту технологии добычи и обогащения, невысокую капиталоемкость производства и быструю оборачиваемость средств, степень изученности мелких (табл. 4) обособленных россыпных месторождений, вовлекаемых в промышленное освоение, может отвечать требованиям



«Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, предъявляемым к оцененным месторождениям.

При этом в хорошо изученных районах с длительной историей золотодобычи при подсчете запасов допускается:

принимать данные о гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, горно-геологических и других природных условиях, а также о зерновом составе пород рыхлой толщи, объемной массе и коэффициентах разрыхления, природных типах песков, возможных способах обогащения и других по аналогии с близрасположенными эксплуатируемыми или отработанными месторождениями при условии подтверждения этих показателей в разведочных выработках;

проводить заверочные работы в процессе эксплуатации путем сопоставления данных разведки и разработки с оперативным внесением соответствующих корректив в подсчет запасов;

осуществлять геолого-экономическую оценку россыпи на основе использования подсчетных параметров районных кондиций, утвержденных государственной экспертизой в установленном порядке. В случае несоответствия этих кондиций особенностям геологического строения россыпи и реальным экономическим показателям ее отработки недропользователем на основе укрупненных расчетов могут разрабатываться и утверждаться в установленном порядке индивидуальные разведочные или эксплуатационные кондиции.

## 9. Пересчет и переутверждение запасов

77. Пересчет и переутверждение запасов в установленном порядке производится по инициативе недропользователя, а также контрольных и надзорных органов в случаях существенного изменения представлений о качестве и количестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке в результате дополнительных геологоразведочных и добычных работ.

По инициативе недропользователя пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

существенном неподтверждении разведанных и утвержденных ранее запасов и (или) их качества;

объективном, существенном (более 20 %) и стабильном падении цены продукции при сохранении уровня себестоимости производства;

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списанию как неподтвердившихся (в процессе дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и разработки месторождения), а также не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам, превышает нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса горнодобывающих предприятий (т. е. более 20 %).

По инициативе контрольных и надзорных органов пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, ущемляющих права недровладельца (государства) в части необоснованного уменьшения налогооблагаемой базы:

увеличении балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, более чем на 50 %;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 50 %) от заложенных в обоснования кондиций;

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

выявлении в продуктивных отложениях или вмещающих породах ценных компонентов или вредных примесей, ранее не учтенных при оценке месторождения и проектировании предприятия.

Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, технологические, гидрогеологические и горнотехнические осложнения, временное падение мировых цен продукции), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций и не требуют пересчета и переутверждения запасов.

Приложение 1 к Методическим рекомендациям  
по применению Классификации запасов  
месторождений и прогнозных ресурсов  
твердых полезных ископаемых  
(россыпные месторождения)

**Технические характеристики малолитражных драг**  
(по данным института Иргиредмет)

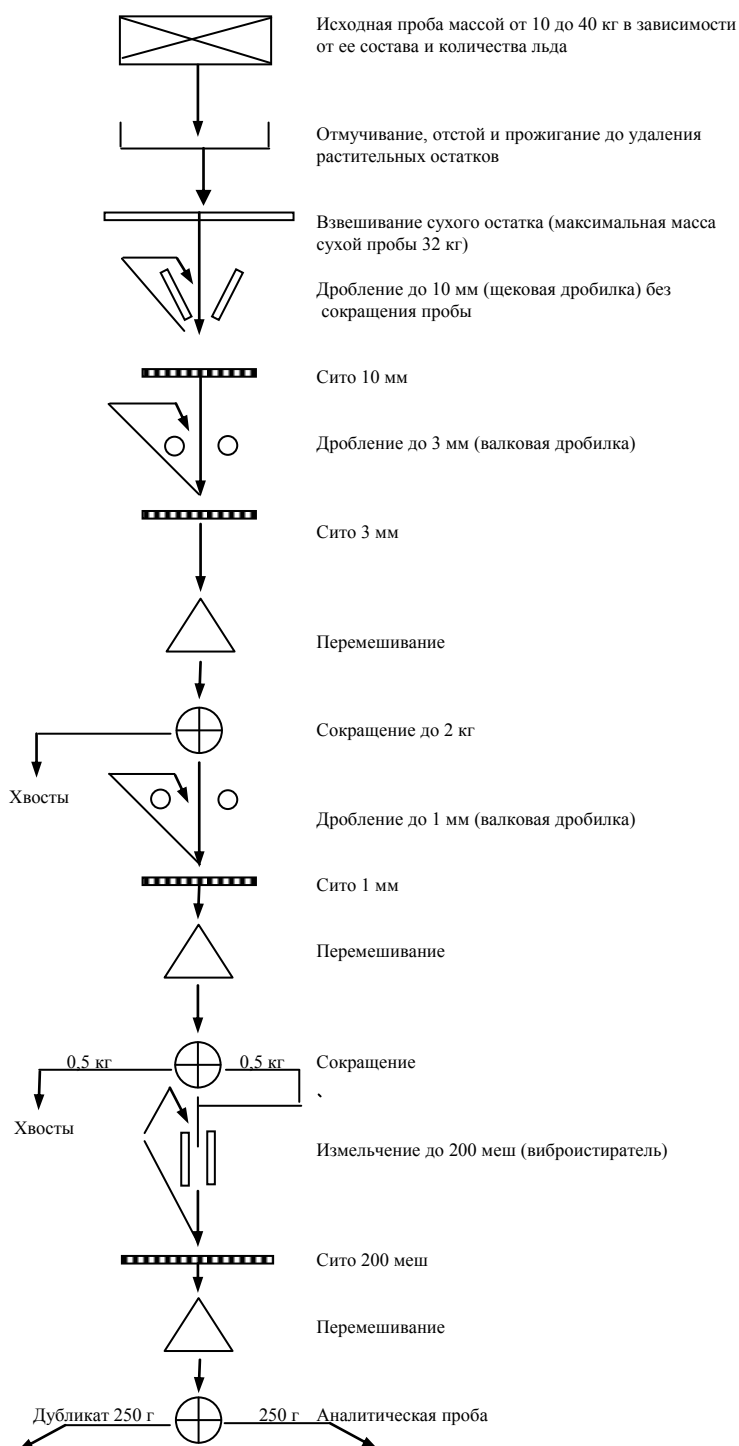
Показатели	Модели драг					
	Д40	Д40А	Д50	Д60	Д80	Д100
Вместимость черпака, л	40	40	50	60	80	100
Наибольшая глубина черпания, м	7,0	7,5	7,5	10	10	10
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	24	36	45	50	72	90
Размеры понтона, м:						
длина	16	15,6	19,5	21	22	24
ширина	6	6	7,8	7,8	9	10
осадка	1,3	1,3	1,8	1,8	2,0	2,4
Мощность электроприво- дов, кВт	87	90	154	165	220	380
Масса драги, т	44	54	119	124	178	320

Основные характеристики роторно-гидравлической драги  
концерна «ИХЦ Голландия» (рекомендована для разработки россыпей  
олова в акватории северных морей)

Производительность по пескам – 1000–2000 м<sup>3</sup>/ч  
Глубина разработки – 17–50 м  
Осадка понтона драги – 2,4 м  
Длина понтона – 67 м  
Ширина понтона – 22 м  
Высота борта – 4,25 м  
Мощность дизелей – 2800–7000 кВт

Приложение 2 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения)

Схема обработки проб россыпного месторождения олова (по материалам ПГО «Якутскгеология»)



Приложение 3 к Методическим рекомендациям  
по применению Классификации запасов  
месторождений и прогнозных ресурсов  
твердых полезных ископаемых  
(россыпные месторождения)

**Перечень**

**основных стандартов и технических условий на россыпные полезные ископаемые**

ГОСТ 213–83	Концентрат вольфрамовый
ГОСТ 22938–78	Концентрат рутиловый
ОСТ 48-82–81	Концентрат цирконовый
ОСТ 48-37–72	Концентрат пироклоровый
ОСТ 48-32–88	Концентрат оловянный
ТУ 48-4-236–72	Концентраты ильменитовые для производства пигментного диоксида титана по сернокислой технологии
ТУ 48-4-267–73	Концентраты ильменитовые для металлургического производства титановых шлаков
ТУ 48-4-233–72	Концентрат танталовый
ГОСТ 15519–70	Агат и халцедон технические
ОСТ 41-07-74–87	Кварц пьезооптический природный в сырье
ТУ 117-2-8–75	Концентрат гравитационный золотосодержащий
(ТУ 48-16-8–75)	
ТУ 117-2-6–75	Концентрат флотационный золотосодержащий
(ТУ 48-16-6–75)	
ТУ 48-0195-272–85	Концентрат оловянно-вольфрамовый
ТУ 48-4-307–74	Концентрат дистен-силлиманитовый
ТУ 48-4-303–74	Концентрат ставролитовый
ТУ 48-4-300–74	Концентрат лопаритовый
ТУ 41-07-11–84	Жадеит в сырье для экспорта
ТУ 41-07060–90	Камни-самоцветы природные в сырье
ТУ 41-07-052–90	Камни цветные природные в сырье
ТУ 41-07-038–88	Турмалин природный ювелирный в сырье

Приложение 4 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения)

Технологическая схема обогащения золотосодержащих песков (АО «Северная Корона»)

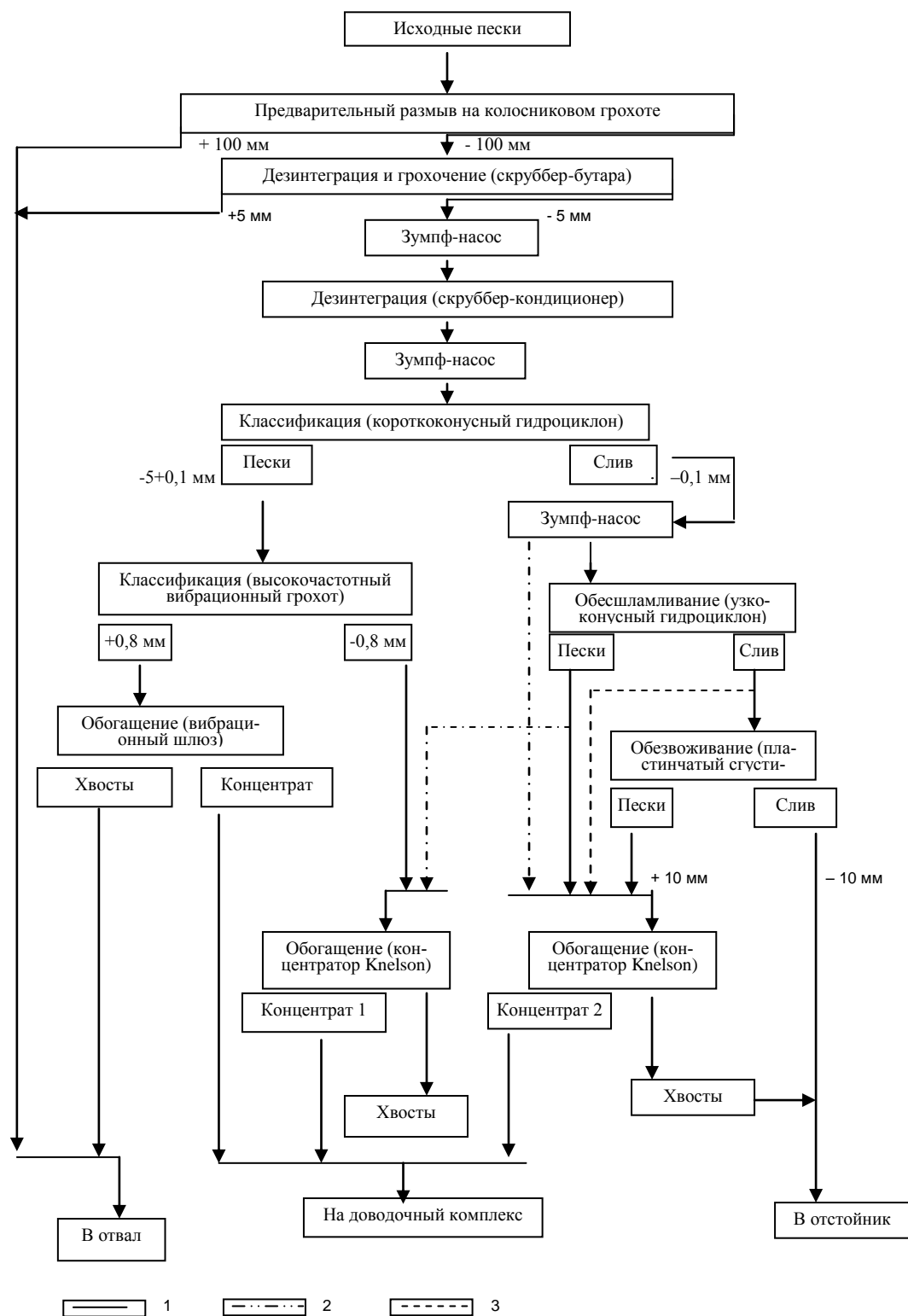


Рис. 1 Технологическая схема обогащения золотосодержащих песков (АО «Северная Корона»)

1, 2, 3 – варианты схем

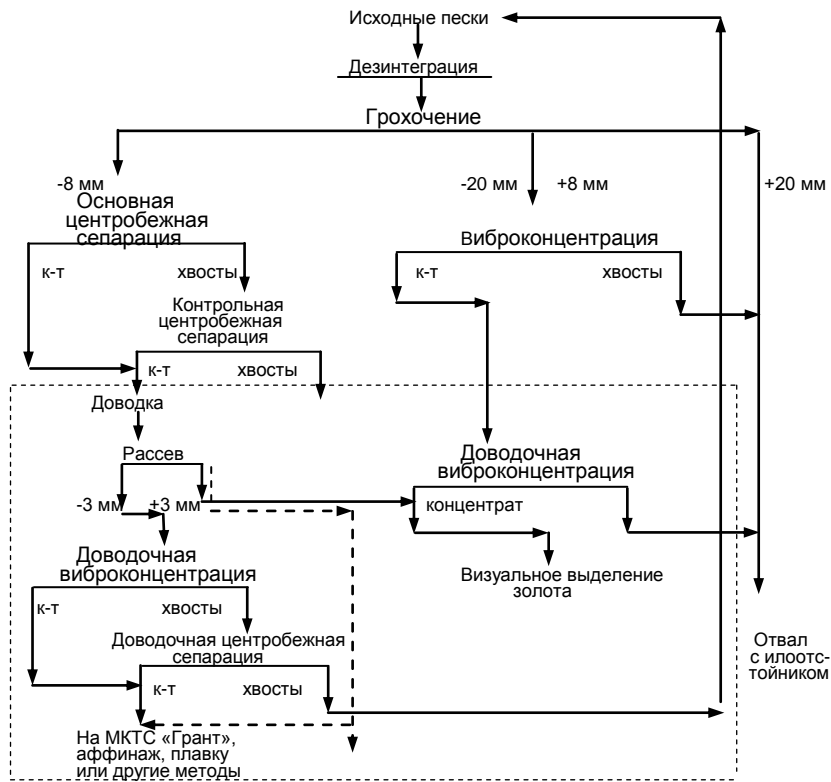


Рис.2 Технологическая схема обогащения песков (ТулНИГП)

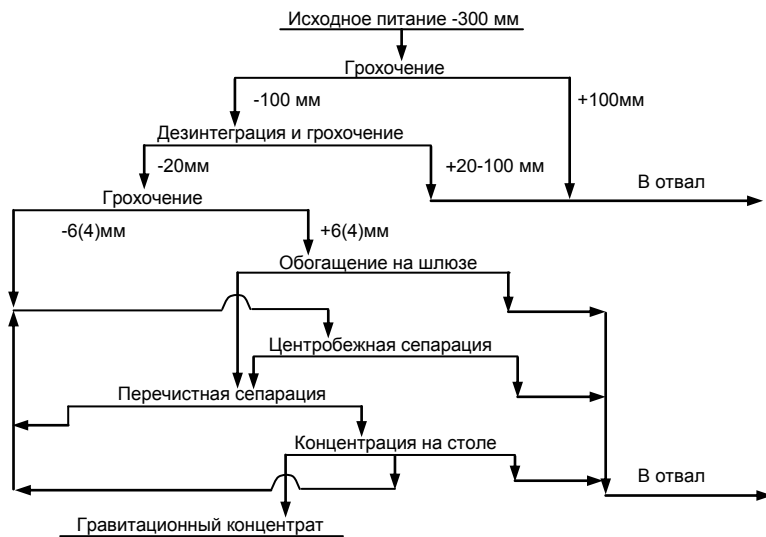


Рис. 3. Схема передвижной обогатительной установки МОР-50 (Гинцветмет), включающей три модуля: дезинтеграции и грохочения; обогатительного комплекса; энергетический (производительность 50 т/ч, извлечение 80–90 %, из отвалов – 50 %).

Приложение 5 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения)

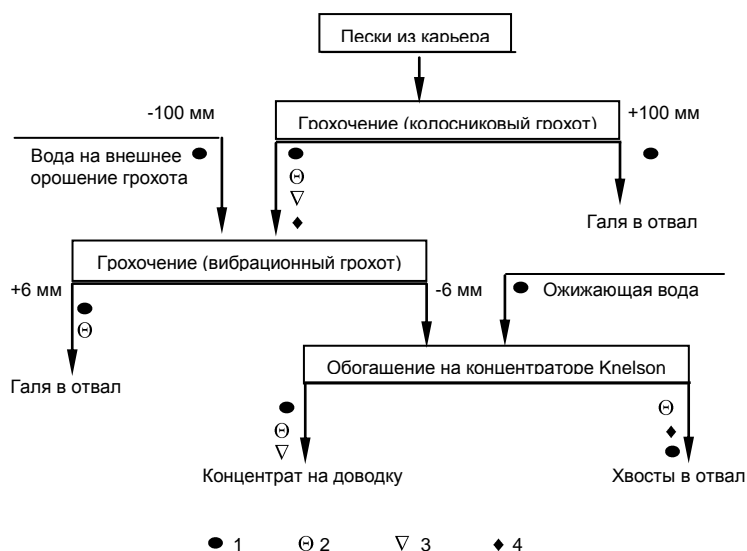


Рис 1. Принципиальная технологическая схема установки

«25 ТРН» для технологического опробования с указанием мест отбора проб:  
 1 - на определение производительности; 2 – на определение влажности (Т:Ж);  
 3 – на прямое определение содержания золота; 4 – на ситовой анализ с определением содержаний золота в классах крупности

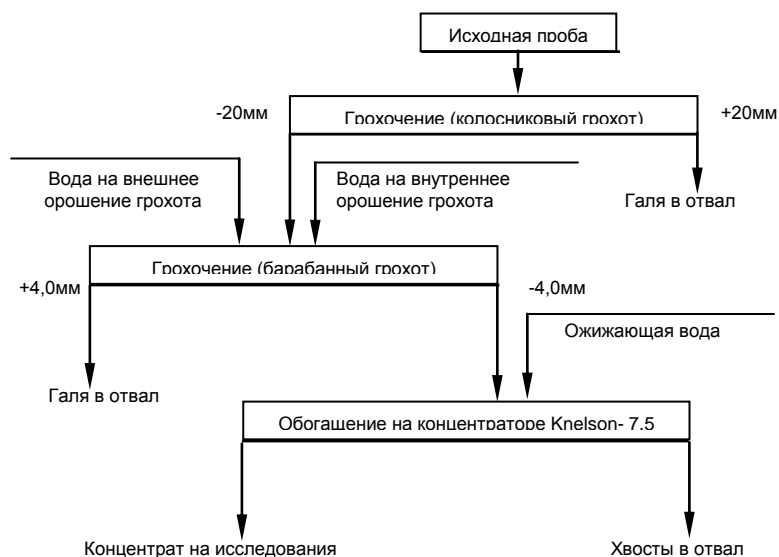
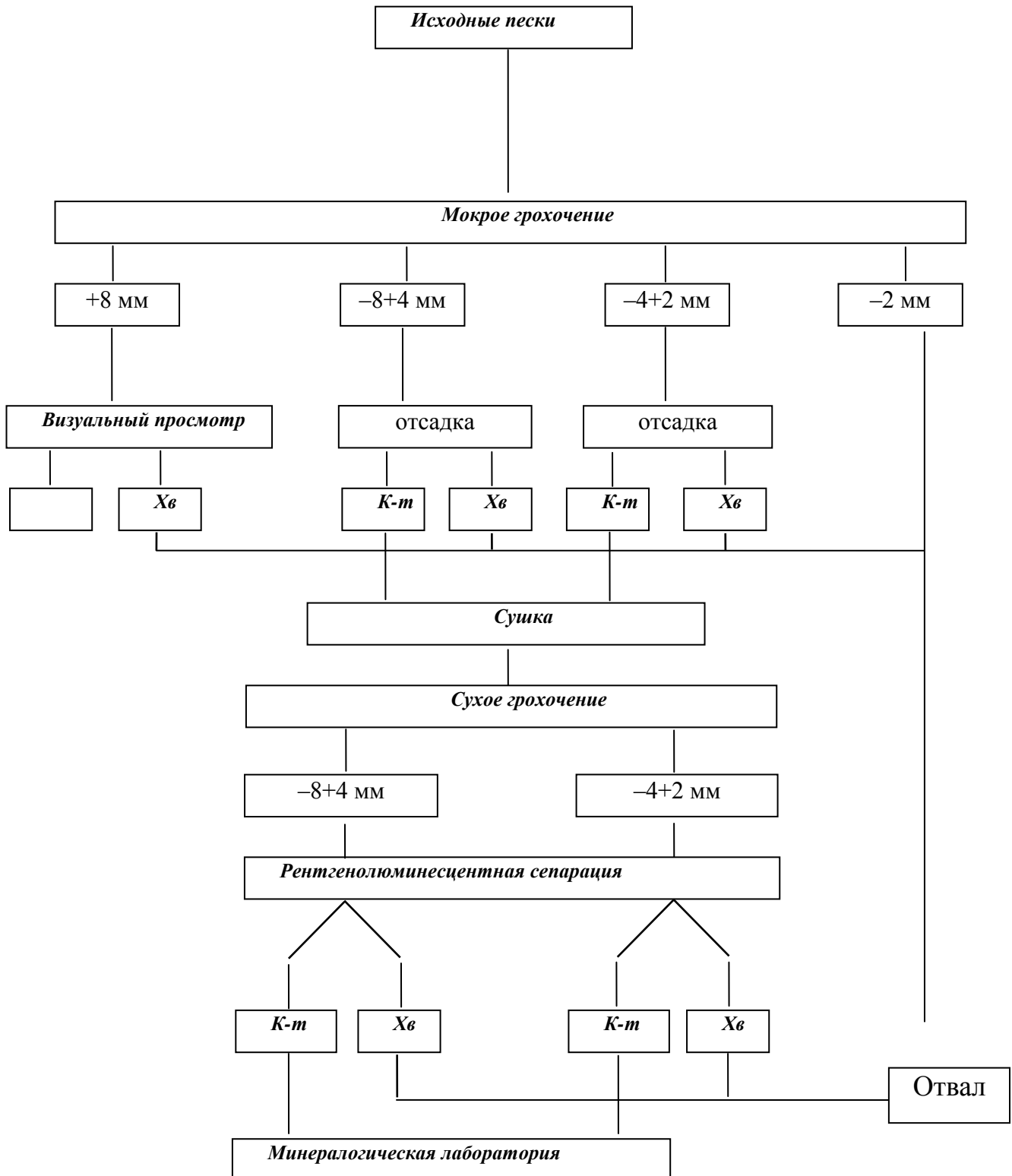


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема установки «Prospecting Equipment» фирмы FMW (Австрия) для технологического опробования



Приложение 6 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения)



Технологическая схема обогащения проб россыпей ручными шейкерными установками (ОАО «Алмазы Анабара»)

Приложение 7 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (россыпные месторождения)

**Рекомендуемая технологическая схема обогащения на стадии  
эксплоразведочных и добычных работ (ОАО «Алмазы Анабара»)**

