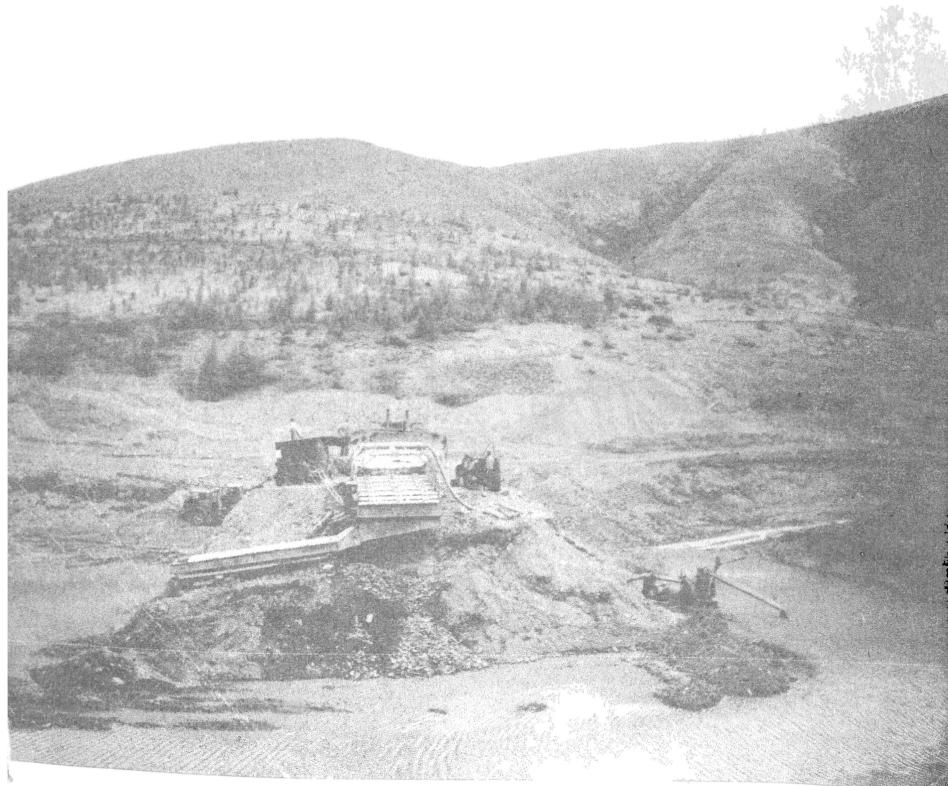


ОСОБИЕ О ПРОЕКТИРОВАНИЮ АЗРАБОТКИ ОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

аработка и обогащение



ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗОЛОТА И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

**ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
РАЗРАБОТКИ
РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Разработка и обогащение

Магадан «Кордис» 2004

УДК 622.271.1

ББК 33.26

П 62

Составитель: канд. тех. наук **Н. П. Лавров**

*Рекомендовано Северо-Восточным управлением Госгортехнадзора России
в качестве пособия для проектирования разработки россыпных
месторождений золота в Магаданской области.*

Рецензент: **А. Ф. Очкасов**, начальник отдела горного надзора и охраны недр
Северо-Восточного управления Госгортехнадзора России

Издается в соответствии с Программой геологического изучения недр и
воспроизводства минерально-сырьевой базы на территории Магаданской
области на 2004 г.

П 62 **Пособие по проектированию разработки россыпных месторождений:**
Разработка и обогащение / Вост. НИИ золота и редких металлов; Сост.
Н. П. Лавров. – Магадан: Кордис, 2004. – 135 с.

ISBN 5-89678-067-2

В Пособии приведены основные положения по составу, содержанию и по-
рядку оформления проектной документации на разработку россыпных место-
рождений открытым, подземным и дражным способами.

Приведены основные сведения по терминологии, природно-климатическим
и горно-геологическим условиям районов распространения россыпных место-
рождений золота Магаданской области, горно-подготовительным работам и до-
быче песков, промывке песков и доводке концентратов, характеристики приме-
няемого оборудования при разработке россыпей.

Пособие предназначено для недропользователей, занимающихся разработ-
кой россыпных месторождений золота, студентов средних технических и выс-
ших учебных заведений.

УДК 622.271.1

ББК 33.26

ISBN 5-89678-067-2

© Составление. Лавров Н. П., 2004.
© Оформление. ООО “Кордис”, 2004.

ВВЕДЕНИЕ

Основу экономики Северо-Востока России составляет золотодобыча. На территории Магаданской области разработка месторождений ведется уже более 70 лет. За это время добыто около 3000 т золота, из них более 90% получено при разработке россыпных месторождений.

С начала первых разработок россыпей золотодобывающая отрасль Северо-Востока России претерпела значительные изменения. Постоянно совершенствующаяся технология добычи золота достигла пика своего развития в 70–80 гг. В этот период высокопроизводительное добывочное оборудование, современные промывочные приборы, передовые методы подготовки пород к выемке обеспечивали переработку горной массы в объеме около 300 млн м³ и добывчу золота в пределах 50 т в год.

Такой темп развития был обеспечен надежной сырьевой базой, пополнением которой занимались подразделения объединения «Северовостокзолото» и Северо-Восточного территориального геологического управления.

Вся золотодобыча Магаданской области находилась в ведении производственного объединения «Северовостокзолото», которое представляло собой самую крупную комплексную организацию по добыче драгоценных металлов в России. В конце 80-х – начале 90-х гг. оно объединяло 13 горно-обогатительных комбинатов, два самостоятельных прииска, один рудник, пять машиностроительных заводов, одно лесозаготовительное и одно деревообрабатывающее предприятие, 12 геологоразведочных организаций, 11 автотранспортных предприятий, 9 дорожных организаций, обслуживающих 7 тыс. км дорог, проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт, два техникума и другие организации.

Трудовой коллектив объединения «Северовостокзолото» решал сложнейшие задачи освоения минеральных ресурсов Магаданской области.

Экономические преобразования в России в конце 80-х – начале 90-х гг. негативно сказались на золотодобывающей отрасли Магаданской области.

Государство, являясь монополистом по закупке золота, перестало вовремя рассчитываться за сданный предприятиями металл и обеспечивать авансирование горных работ в подготовительный период. Цены на покупаемый государством металл росли значительно медленнее, чем на материалы, транспорт, энергоносители, оборудование.

Структурные производственные подразделения Магаданской области, осуществляющие координацию деятельности горнодобывающей отрасли по всем ее направлениям, стали закрываться, а оставшиеся уже не могли выполнять прежних функций.

Вследствие этих причин добыча золота из россыпей перешла в руки мелких частных недропользователей, уровень ее был резко снижен.

Еще худшее положение сложилось с воспроизведением минерально-сырьевой базы. Отсутствие бюджетного финансирования обусловило прекращение геологоразведочных работ на поиск новых месторождений россыпного золота специализированными организациями. В связи с этим произошло резкое сокращение балансовых запасов россыпного золота, пополнения которого практически нет.

В настоящее время недропользователями вовлекаются в отработку в основном незначительные по объемам месторождения, недоработки прошлых лет, бортовые прирезки, техногенные запасы. Проектирование горных и других работ, связанных с добычей золота, осуществляется силами самих недропользователей.

Существенным препятствием оперативному вовлечению россыпей в отработку является отсутствие правил унифицированного оформления и представления разрешительной документации, в частности единых требований к составу и содержанию проектов горных работ.

Имеющиеся инструктивные и нормативные материалы в новых экономических условиях, при изменившейся правовой базе, технической оснащенности предприятий устарели и требуют существенной переработки. В них также не приведен обязательный для исполнения всеми государственными и муниципальными органами власти порядок рассмотрения и согласования разрешительных документов.

Главная задача пособия состоит в методическом обеспечении содержания и выработке единого свода правил и требований по составлению проектов горных работ, дающих право на освоение россыпных месторождений золота.

Материалы пособия носят методический характер и разъясняют условия и методы разработки россыпных месторождений различными способами, промывки песков и обогащения, а также параметры сопутствующих сооружений и мероприятий, обеспечивающих допустимые пределы антропогенного воздействия на окружающую среду. Исключение составляют разделы пособия, базирующиеся на положениях законодательных и нормативно-правовых актов, требования которых являются обязательными для исполнения всеми участниками, обеспечивающими процесс добычи золота из россыпей.

В пособии представлены основные положения по составу и содержанию проекта и порядка его оформления. Здесь также приведены основные термины, применяемые при проектировании, перечень землеройно-транспортного, горно-обогатительного и горно-шахтного оборудования с основными техническими характеристиками; природные условия россыпей Магаданской области; способы подготовки пород к выемке и способы разработки россыпных месторождений.

Объем информационного материала пособия позволяет недропользователям осуществлять разработку проекта горных работ практически без привлечения дополнительных источников.

Пособие не исключает возможность применения других научно-технических и методических источников для составления проектов горных работ, кроме установленного в нем порядка согласования проектной документации.

Данное пособие предназначено для недропользователей, осуществляющих проектирование горных работ, и уполномоченных организаций, регулирующих и контролирующих вопросы добычи золота из россыпей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Разработка россыпных месторождений полезных ископаемых – специфичная область горного производства. Эта специфика проявляется в особенностях технологии, размерах добычных объектов, интенсивности погашения запасов и даже в применяемых способах разработки.

Если при проектировании разработки крупных россыпей с большим сроком эксплуатации можно использовать научно-технические и методические источники, созданные для других отраслей горной промышленности, то для небольших россыпей (а таких большинство), характеризующихся быстрыми и существенными изменениями горно-геологических условий, сезонностью работ, недостаточной разведенностью запасов, коротким сроком существования отдельных объектов, многие положения этих источников применять нельзя.

В результате оптимальное перспективное проектирование здесь не только затруднено, но и в ряде случаев невозможно, что вынуждает недропользователей разрабатывать краткосрочные проекты силами самого горного предприятия.

Вследствие того, что объекты проектирования не представляют особой технической сложности, проектирование осуществляется в одну стадию.

Проекты горного предприятия, разрабатывающего россыпное месторождение, должны предусматривать максимальную производительность и минимальную трудоемкость работ, безопасные и благоприятные санитарно-гигиенические условия труда, возможно меньшую себестоимость добычи полезного ископаемого при максимальном извлечении из него ценных компонентов, минимальные потери полезного ископаемого в недрах и минимально возможное нарушение природных условий.

Проект является основным документом, регламентирующим весь комплекс работ по эксплуатации месторождения. При его составлении необходимо руководствоваться законами Российской Федерации, государственными и отраслевыми нормативными документами, нормами технологического проектирования, правилами по технике безопасности и технической эксплуатации оборудования, методическими указани-
6

ями и постановлениями Госгортехнадзора России, МПР России и других уполномоченных ведомств.

Настоящее пособие содержит рекомендации по конкретному проектированию горного производства с учетом специфики разработки россыпных месторождений. Оно является основополагающим документом по проектированию горных работ для недропользователей, осуществляющих проектирование своими силами.

В составе проектной документации должны рассматриваться только те вопросы, которые имеют отношение к конкретным лицензионным объектам.

Пособие определяет структуру и общие требования к порядку составления, утверждения и внесения изменений в проектную документацию.

Действие требований, изложенных в пособии, распространяется на месторождения, расположенные на территории Магаданской области.

Положения, изложенные в пособии, распространяются на проектирование горных работ россыпных месторождений:

- открытым способом с объемом переработки горной массы до 1 млн м³ на единичном месторождении;
- подземным способом для месторождений с глубиной залегания до 30 м;
- дражным способом.

Основным документом, позволяющим недропользователям осуществлять составление проектной документации, является лицензия на право пользования недрами для освоения россыпного месторождения.

Все необходимые данные для составления проекта развития горных работ приведены в настоящем пособии.

Комплексное проектирование крупных месторождений в целом, генеральных схем развития горных работ выполняют специализированные проектные и научно-исследовательские организации.

Глава I

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. СОСТАВ И СТРУКТУРА ПРОЕКТА

В состав одностадийного проекта горных работ входят:

- пояснительная записка;
- графическая часть;
- эксплуатационно-технологическая документация.

Пояснительная записка проекта развития горных работ должна включать в себя следующие части:

Введение;

Общие сведения о районе работ;

Горно-геологическая характеристика месторождения;

Технология разработки и основные объемы горных работ;

Инженерное оборудование, сети и системы;

Охрана окружающей среды;

Техника безопасности, охрана труда и промышленная санитария.

Графическая часть состоит из:

карты района производства работ масштаба 1:2 500 000;

карты расположения месторождения масштаба не менее 1:25 000;

плана горных работ масштаба 1:2 000.

Эксплуатационно-технологическая документация разрабатывается для детализации технологии и условий выполнения определенного вида работ.

Эксплуатационно-технологическая документация представляется паспортами, схемами, технологическими картами, графиками, проектами организации производства работ и др.

При разработке эксплуатационно-технологической документации необходимо максимально использовать типовые паспорта, схемы и др.

Эксплуатационно-технологическая документация составляется недропользователем по мере необходимости или если это обусловлено правилами безопасного ведения работ.

Состав и содержание эксплуатационно-технологической документации регламентированы правилами ТЭ, ТБ, инструктивными указаниями ведомств, ГОСТами на проектирование.

Пояснительная записка и графическая часть проекта развития горных работ составляются в трех экземплярах. Один экземпляр хранится в органах Госгортехнадзора, второй – в Управлении природных ресурсов, третий – у недропользователя.

Эксплуатационно-технологическая документация составляется в двух экземплярах. Один экземпляр находится в проектно-производственном отделе недропользователя, второй – непосредственно на объекте работ.

2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА И СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение

В краткой форме раскрываются основания для проектирования: лицензия на право пользования недрами (копия), наличие лицензии на право выполнения тех видов работ, которые определены Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ, юридический статус предприятия, срок освоения месторождения, транспортные пути.

Также приводятся сведения о производственно-технологической структуре предприятия, структуре управления, численности работающих, обеспеченности специалистами и рабочими ведущих профессий.

Порядок лицензирования пользования недрами регламентируется «Положением о порядке лицензирования пользования недрами», утвержденным Постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 15.07.1992 г. № 3314-1.

При испрашивании лицензии на право пользования недрами составляется заявка определенной формы, которая передается в Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Магаданской области. К заявке прилагаются дополнительные документы. Форма заявки и перечень необходимых документов испрашиваются в лицензионном отделе Управления природных ресурсов.

Общие сведения о районе работ

Местоположение месторождения

Указывается административный район месторождения, географические границы, наличие ближайших населенных пунктов, развитость сети дорог.

Климат района работ

Приводятся: среднегодовое количество осадков, распределение их внутри года, среднегодовая температура воздуха, ее абсолютные наблюденные минимумы и максимумы, наличие многолетней мерзлоты и таликовых зон непосредственно на месторождении, среднемноголетняя дата схода снежного покрова.

Сведения о геоморфологии и гидрографии района работ

Дается краткое описание долины водотока залегающей россыпи, рельефные условия, приводятся основные водные объекты, расположенные в районе работ, их протяженность, средние значения ширины, глубины, расхода, скорости течения, типа питания, дается анализ водных объектов с позиции их возможного использования для технического и хозяйственного питьевого водоснабжения и водоотведения. Здесь же указывается рыбохозяйственное значение водных объектов, подтверждаемое справкой Охотскрыбвода.

Растительность и животный мир

В подразделе указывается состав земель (земли лесного фонда, земли водного фонда, земли запаса, земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов и др.), подлежащих изъятию. Дается описание произрастающей на отведенных землях лесной растительности, которое подтверждается актом технического обследования лесхоза.

Приводятся краткие сведения о животном мире, миграционных путях, местах обитания редких животных и птиц и др.

Запасы месторождения

Освещаются в кратком виде история разведки месторождения, методы и способы разведки. Указываются балансовые и прогнозные запасы месторождения и степень сложности их освоения.

Необходимые для настоящего раздела сведения принимаются из геологических отчетов, данных гидрометеослужбы, актов технического обследования, испрашиваемых для отвода земель, данных Охотскрыбвода и других источников, позволяющих дать наиболее точную характеристику района производства работ.

Горно-геологическая характеристика месторождения

Базовыми материалами для составления раздела служат главным образом данные геологического отчета. Следует иметь в виду, что в сложившейся практике в геологическом отчете не уделяется должного внимания фильтрационным характеристикам грунтов, их гранулометрическому составу, гидрогеологическим характеристикам водных объектов, фоновым показателям мутности воды в них, что значительно затрудня-

ет, а порой делает невозможным выполнение ряда расчетов (расчеты фильтрации через тело и основание дамб, водохозяйственного баланса, осаждения взвешенных частиц и др.).

Инженерно-геологические условия

Дается краткая геологическая характеристика, приводятся литологический состав, гранулометрический состав и категория пород. Указываются параметры россыпи, мощность торфов и песков.

Гидрогеология

Указываются сложность месторождения по гидрогеологическим условиям, наличие водоносных горизонтов и глубина их залегания, коэффициенты фильтрации грунтов.

Качественные и технологические характеристики золота

Описываются характер распределения золота в пласте, формы золотин, наличие сростков и соединений, пробность золота, цвет, гранулометрический состав.

Горнотехнические условия месторождения

Приводятся данные по общей площади земельного отвода. Указываются тип россыпи (первичная или техногенная), распространенность многолетнемерзлых пород, способ разработки, объемы горной массы по переделам работ, промывистость песков, среднее содержание золота. Дается характеристика водообеспеченности объекта.

Основные геологические данные (представляются в виде сводной таблицы).

Наименование месторождения, интервал разведочных линий и № полигона	Геологические данные				Эксплуатационные данные										
	Мощность торфов (h_t), м	Мощность песков (h_n), м	Объем торфов (V_t), тыс. м ³	Объем песков (V_n), тыс. м ³	Среднее содержание, г/м ³	Полезное ископаемое (Au), кг	Мощность торфов (h_t), м	Мощность песков (h_n), м	Объем торфов (V_t), тыс. м ³	Объем песков (V_n), тыс. м ³	Среднее содержание, г/м ³	Потери от разработки, кг	Технологические потери, кг	Полезное ископаемое (Au), кг	

П р и м е ч а н и е : Данные в графе «Потери от разработки» и «Технологические потери» проставляются после определения расчетных потерь в целиках и от промывки песков.

Технология разработки и основные объемы горных работ

Кратко обосновывается выбор способа разработки.

ОТКРЫТЫЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ

При открытом способе разработки приводятся сведения о подготовительной стадии, способе вскрышных работ и применяемой землеройной технике; месте выкладки отвалов торфов; горно-подготовительных работах и горно-технических сооружениях, методах водообеспечения и водоотведения, способе добывчных работ, способе подготовки пород к выемке, эксплуатационных и технологических потерях, схеме съема и доводки концентрата.

Основные объемные показатели сводятся в таблицы.

Вскрышные и добывчные работы

Наименование	Объем, тыс. м ³	Способ выполнения
Вскрыша торфов, всего		
В том числе:		
по таликам		
с ВВ		
Добывчные работы		

Перечень объектов ГПР и ГТС

Наименование	Объем, тыс. м ³	Способ проходки
Г П Р		
Канава руслоотводная		
Канава нагорная		
Канава капитальная		
Канава разрезная		
Траншея выездная		
Г Т С		
Руслоотводная дамба		
Водоудерживающая дамба		
Дамба илоотстойника		
Планировка под промприборы		
Зумпф насосной станции		

Промывочные работы

Наименование	Объем, тыс. м ³
Промывка песков, всего	
В том числе:	
ПГШ	
ПБШ	
ГТМ	
ПВШ и т. д.	

Перечень горного оборудования и автотранспорта

Наименование	Количество, шт.
Бульдозеры	
1.	
2.	
Экскаваторы	
1.	
2.	
Погрузчики	
1.	
2.	
Промывочные приборы	
1.	
2.	
Насосные агрегаты	
1.	
2.	
Автомобили	
1.	
2.	

Потребность в основных материальных и топливно-энергетических ресурсах

Наименование	Ед. изм.	Количество
ВВ	кг	
Огнепроводный шнур	м	
Электродетонаторы	шт.	
Дetonирующий шнур	м	
Лес	м ³	
Металл	кг	
Дизельное топливо	т	
Масла	кг	
Бензин	кг	
Электроэнергия и т. д.	кВт·ч	

Календарный план отработки месторождения

Наименование работ	Год												Год
	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Подготовительные работы													
Вскрышные работы													
Строительство промприбора													
Разработка и промывка песков													
Рекультивация отработанных площадей													

ПОДЗЕМНЫЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ

При подземном способе разработки описываются подготовка месторождения к эксплуатации; способ вскрытия; горно-капитальные, горно-подготовительные и нарезные работы; система разработки; подготовка пород к выемке; крепление и проветривание выработок; механизация горных работ; способ размещения отвала добывших песков на поверхности; водоотведение и водоснабжение; промывочные работы; потери эксплуатационные и технологические; съемка и доводка концентратра.

Основные объемные показатели сводятся в таблицы.

Переделы подземных горных работ

Наименование	Объем, м ³
Горно-капитальные работы, всего	
В том числе:	
открытая траншея	
ствол	
руд двор	
шурфы	
Горно-подготовительные и нарезные выработки, всего	
В том числе:	
штреки	
расечки	
Очистная выемка	

Календарный план отработки месторождения

Наименование работ	Год												Год
	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Подготовительные работы													
Вскрытие													
Нарезные работы													
Очистные работы													
Планировка отвала													
Строительство прибора													
Промывка песков													
Рекультивация													

Таблицы перечня объектов открытых ГПР и ГТС, промывочных работ, потребности в основных материальных и топливно-энергетических ресурсах идентичны приведенным показателям для открытого способа разработки. Перечень горного оборудования и автотранспорта дополняется сведениями о горно-шахтном оборудовании.

ДРАЖНЫЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ

При дражном способе разработки освещаются вопросы подготовки месторождения к эксплуатации; водообеспечения и водоотведения;

подготовки к выемке сезонных и многолетнемерзлых пород; предохранения пород от промерзания; вскрышных работ по ходам драги; систем разработки месторождения и способа выемки песков, объемов потери песков и золота от эксплуатации месторождения и технологических потерь. Следует учитывать, что величина потерь песков от эксплуатации зависит в основном от мощности песков, величины зашагивания, глубины забоя и от просыпей при переполнении черпаков при драгировании продуктивного пласта.

Объемные показатели сводятся в таблицы.

Подготовка пород к выемке, вскрышные работы и драгирование

Наименование	Объем, тыс. м ³	Способ выполнения
Подготовка пород к выемке, всего		
В том числе:		
многолетнемерзлых пород		
сезонной мерзлоты		
Вскрыша по ходам драг		
Драгирование		

Календарный план отработки месторождения

Наименование работ	Год												Год
	Месяц												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Подготовительные работы													
Ремонт драги													
Уборка льда из котлована													
Оттайка сезонной мерзлоты													
Гидрооттайка													
Предварительная вскрыша по ходам драги													
Драгирование													

Таблицы, перечень объектов ГПР и ГТС, потребность в основных материальных и топливно-энергетических ресурсах, а также перечень горного оборудования и автотранспорта идентичны приведенным для открытого способа разработки.

Инженерное оборудование, сети и системы

Приводится характеристика главной понизительной подстанции (ГПП), указывается ее местонахождение, тип, мощность и число трансформаторов на ГПП.

При выработке электроэнергии автономным электроисточником приводятся его тип и основные характеристики.

Характеристика схемы электроснабжения электроустановок.

Расположение электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и т. д.).

Сечение проводов, кабелей, их длина, марка.

Конструктивное выполнение стационарных и передвижных линий электропередачи.

Применяемое напряжение линий электропередачи для питания горного оборудования (насосные станции, драги), ручных электромашин и инструментов.

Характеристика общего, центрального и местных заземляющих устройств. Конструкция заземлителей. Способы соединения защитного контура с передвижными трансформаторными подстанциями, профилактическими пунктами, горным электрооборудованием и другими потребителями энергии.

Предохранительная блокировка в распределительных устройствах высокого напряжения. Устройство для отключения высоковольтных двигателей при исчезновении напряжения.

Задита от однофазных замыканий в сетях 380 и 220 В и 6–10 кВ.

Связь и сигнализация.

Характеристика комплексных приключательных пунктов (КПП) и передвижных трансформаторных подстанций для питания горного оборудования низкого напряжения.

Характеристика основных потребителей электроэнергии.

Освещение рабочих полигонов, поселка и т. п. Осветительная сеть, тип светильников. Конструкция осветительных установок, их расстановка. Обеспеченность освещенности согласно нормам мест работы бульдозеров, экскаваторов, дорог, путей движения людей, производственных, бытовых, служебных помещений, складов ГСМ и других объектов.

Меры по обеспечению безопасности при эксплуатации электротехнических установок и электросетей в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации и техники безопасности.

Грозозащита подстанций и линий электропередачи, складов ГСМ и других объектов.

Задитное заземление электроустановок. Сопротивление заземляющих устройств.

При выработке сжатого воздуха – тип компрессора и его основные характеристики.

Охрана окружающей среды

Состав и содержание раздела изложены в отдельном пособии.

Техника безопасности, охрана труда и промышленная санитария

В разделе приводятся:

- ссылки на обязательные нормативные документы по вопросам техники безопасности ведения работ, промышленной санитарии, охраны окружающей среды, производственному контролю за опасными производственными объектами;
- организация производственного контроля за горными работами (опасными производственными объектами), который должен обеспечить правильную организацию и технологию производства этих работ, безопасные и здоровые условия труда;
- организация контроля технических служб артели (механической, электрической, горной) за состоянием охраны труда с указанием ответственных лиц за выполнение мероприятий по обеспечению безопасности горных работ, электроустановок, машин и механизмов, санитарно-гигиенических и противопожарных требований;
- организация проведения медицинского освидетельствования и осмотров, предварительного обучения и инструктажа по технике безопасности рабочих по профессиям;
- общие требования промышленной санитарии и принятые в проекте мероприятия по их выполнению;
- мероприятия по противопожарной защите;
- обеспечение безопасной доставки работающих к местам работы, оборудования проходов.

При эксплуатации автомобильного транспорта необходимо руководствоваться «Правилами дорожного движения» и «Правилами безопасности для предприятий автомобильного транспорта» в части, не противоречащей «Единым правилам безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом».

Движение на дорогах должно регулироваться стандартными знаками, предусмотренными «Правилами дорожного движения».

Ко всем электроустановкам предъявляются требования действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил техники безопасности при эксплуатации станций и подстанций», «Правил пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках», а также «Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений» в части, не противоречащей ЕПБ, и «Инструкции по безопасности эксплуатации электроустановок горнорудной промышленности».

При подземном способе разработки месторождения разрабатываются технологические регламенты основных видов работ.

Проводится обязательное ежегодное страхование гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц и окружающей природной среде в результате аварии на опасном производственном объекте.

Месторождение должно быть зарегистрировано в государственном реестре опасных производственных объектов.

Все несчастные случаи на производстве подлежат регистрации, расследованию и учету в соответствии с «Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве».

Мероприятия по охране окружающей среды и рекультивации нарушенных земель являются составной частью проекта и должны обладать приоритетом при принятии хозяйственных решений.

Санитарно-защитная зона вокруг отрабатываемого месторождения рассчитывается в соответствии с действующими «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» СН-245-71.

3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В составе проекта в качестве обязательных элементов должны быть представлены:

1. Схема района работ, которая приводится на копии топографической карты в масштабе 1:2 500 000 на бумаге формата А4 и помещается в разделе «Общие сведения о районе работ» пояснительной записки.

На карте обозначаются основные населенные пункты, транспортные пути, основные водотоки.

2. Схема расположения разрабатываемого месторождения или группы месторождений, которая приводится на топографической карте масштаба не мельче 1:25 000 на бумаге формата А4 или А3.

На карту наносятся:

- гидрографическая сеть;
- границы земельного отвода;
- границы полигонов;
- расположение поселков;
- пункты хранения ГСМ;
- пункты обслуживания землеройной техники;
- дороги;
- места отбора проб воды.

3. Планы горных работ масштаба 1:2000, на которых приводятся:

- рельеф местности в горизонталях;
- границы земельного и горного отводов;

- поверхностные водотоки;
- контуры эксплуатационных запасов с разбивкой погашения их по годам;
- участки нормируемых потерь, выделяемые в пределах намечаемых к отработке площадей;
- участки опасных зон по всем факторам опасности;
- границы барьерных и предохраниительных целиков;
- участки постоянно затопленных выработок;
- технологические схемы движения минерального сырья;
- схемы грузопотоков при транспортной системе разработки;
- основные горные выработки при подземном способе отработки (стволы, штольни, штреки, рассечки, вентиляционные шурфы и скважины);
- поверхностные сооружения: временные здания, ЛЭП, дороги и др.;
- канавные ГПР: руслоотводные, нагорные, водозаводные и др.;
- ГТС земляные: дамбы, плотины, отстойники, зумпфы, водоемы технологической воды;
- отвалы торфов;
- оси проектируемых промывочных установок;
- таблицы основных объемов горных работ и количество добываемого золота.

Глава II

ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТОВ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка оформляется в компьютерном (машинописном) варианте на бумажном носителе формата А4 (297x210). Объемные материалы (таблицы и др.) допускается печатать на бумаге формата А3 (420x297). Рекомендуемый размер шрифта 2,5 мм. При оформлении записи следует придерживаться требований ГОСТ 2. 105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Текст разбивается на разделы и подразделы, обозначаемые арабскими цифрами с абзацным отступом. Величина отступа 4–5 пробелов. Подразделы разбиваются на пункты, а пункты при необходимости – на подпункты. Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Для пунктов заголовки не обязательны.

Текстовая часть должна быть краткой, логически увязанной и разъяснить конкретные задачи проектирования. Не следует делать отступлений в виде общих рассуждений о предмете проектирования.

Ссылки на литературные источники обозначаются арабскими цифрами в квадратных скобках или ограничиваются наклонными штрихами с последовательной нумерацией, например [2] или /2/. Может быть сделано несколько ссылок: [2, 3, 4] или /2, 3, 4/. В конце записи приводится список использованной литературы в порядке упоминания источников в тексте (не в алфавитном). Выходные данные источников указываются с фамилией автора (например: Чугаев Р. Р. Гидравлика. – Л.: Энергия, 1971. – 551 с.)

Расчеты сопровождаются исходными расчетными формулами без их нумерации с обязательной расшифровкой всех входящих в них символов и коэффициентов. Значения коэффициентов даются со ссылкой на источник, откуда они получены. Промежуточные вычислительные действия можно не приводить, указывая лишь конечный результат расчетов.

Нумерация таблиц и рисунков ведется в пределах каждого раздела, сквозная по разделу, и применительно только к номеру данного раздела. Так, для раздела 7 нумерация таблиц и рисунков будет 7.1, 7.2, 7.3, неза-

висимо от того, в каком подразделе они приведены. Рисунки подписываются внизу, таблицы – вверху.

Непосредственные материалы всех расчетов хранятся у разработчика проектной документации, так как могут быть затребованы экспертными или другими органами.

ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

На всех схемах и планах должны быть указаны условные обозначения. На обратной стороне планов горных работ указывается наименование месторождения и номер полигона. Операционные площади закрашиваются желтым цветом, транзитные – зеленым.

Границы земельного и горного отводов обозначаются красным цветом с указанием номера и даты выдачи акта.

Вся остальная графика выполняется черным цветом, линии должны быть четкими, обеспечивающими читабельность графики.

УТВЕРЖДЕНИЕ И СОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТА

После разработки проект утверждается техническим руководителем (или руководителем предприятия при наличии у него права ответственного ведения горных и взрывных работ).

Далее проект передается в экспертную организацию для проведения экспертизы по промышленной безопасности, а также проходит экспертную проверку по вопросам охраны окружающей среды.

С заключениями экспертных организаций проект согласовывается в соответствующих контролирующих органах.

Глава III

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Активирование отработанной площади – письменное заключение о завершении отработки, опробования и зачистки почвы очистной выработки или части ее (полосы).

Аллювиальные отложения – аккумуляция наносов в долинах водотоков в результате вековой деятельности стекающей по поверхности земли воды.

Атмосферные осадки – продукт конденсации или сублимации водяного пара в атмосфере или на поверхности земли, на предметах или растениях.

Барьерный целик – ограниченная часть запасов, оставляемая в шахтном поле (выемочном участке) для предохранения действующих горных выработок от возможных прорывов и поступления в них воды, пульпы или вредных газов из отработанных выработок, а также для ограничения влияния зоны опорного давления (разгрузки опорных целиков) в подрабатываемом горном массиве.

Вода техническая – вода, пригодная для использования в народном хозяйстве.

Водный баланс – соотношение объемов прихода и расхода воды на определенной части поверхности.

Водный режим – изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах и почвогрунтах.

Водоем – водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

Водозаборное сооружение – гидротехническое сооружение для отбора воды из водоема, водотока в целях промышленного использования.

Водозащита горных выработок – система способов и средств по предотвращению или ограничению поступления в горные выработки поверхностных вод.

Водоотлив – удаление карьерных вод из горных выработок.

Водопотребление – потребление воды из водного объекта или из системы водоснабжения.

Водораздел – линия или пространство на поверхности между двумя смежными водотоками или их системами.

Водосбор – часть земной поверхности и толща почв и горных пород, откуда вода поступает к водному объекту.

Водоснабжение – совокупность мероприятий и сооружений, обеспечивающих забор, подготовку, аккумулирование, подачу и распределение воды для нужд населения и промышленности.

Водоснабжение с кругооборотом воды – способ водоснабжения с многократным использованием отработанной (оборотной) воды, прошедшей необходимое осветление.

Водоснабжение установок гидромеханизации – система мероприятий, обеспечивающих подачу воды с необходимым давлением и расходом для добычи и транспортирования горной породы.

Водоток – водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

Вскрытие месторождения при открытом способе разработки – проведение системы капитальных горных выработок (обычно траншей) для установления транспортной связи между пунктами погрузки и разгрузки горной массы.

Вскрышные работы – открытые горные работы по выемке и перемещению пород, покрывающих полезное ископаемое, с целью подготовки его к выемке.

Выработанное пространство – пространство, образующееся после извлечения полезного ископаемого и вскрышных пород в контурах карьера.

Гидроотвал – специальное гидротехническое сооружение, предназначенное для размещения пород, поступающих в виде гидросмеси.

Гидротехника – область науки и техники, охватывающая вопросы использования, проектирования и строительства сооружений, непосредственно связанных с водными объектами.

Гидротехническое сооружение – сооружение для использования водных ресурсов, а также для борьбы с вредным воздействием вод.

Горная масса – полезное ископаемое и порода, получаемые в результате разработки месторождения как в смешанном виде, так и раздельно.

Горная экология – изучение закономерностей воздействия человека на окружающую среду в сфере горного производства.

Горно-подготовительные работы – комплекс работ по вскрытию и подготовке пород к выемке для производства вскрышных и добычных работ. К ним относятся: буровзрывные работы, механическое рыхление, гидрооттаивание пород, работы по вскрытию и осушению месторождения.

Горный отвод – часть земных недр, предоставляемая организации или предприятию для промышленной разработки содержащихся в ней залежей полезных ископаемых.

Гранулометрический состав горных пород – процентное содержание (по массе) в породе разных по величине фракций.

Грохочение – процесс разделения материала по классам крупности, осуществляемый на просеивающих поверхностях.

Грунтовые воды – подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, расположенного на первом водонепроницаемом слое.

Дамба – сооружение в виде насыпи для защиты территории от затопления, для ограждения искусственных водоемов и водотоков.

Дамба хвостохранилища – гидroteхническое сооружение в виде вала, ограждающее площадь, которая отведена для складирования хвостов (отходов) обогатительных фабрик, промывочных установок.

Дезинтеграция – разрыхление механическим путем ископаемого сырья, состоящего из относительно слабо связанных между собой составных частей.

Деятельный слой – верхний слой грунта, в котором происходит смена жидкой и твердой фазы воды в течение годового цикла.

Добычные работы – комплекс процессов, необходимых для извлечения полезного ископаемого из недр.

Доводка концентрата – очистка чернового концентрата от механических примесей средствами гидрометаллургии или магнитной обработкой.

Дренаж – способ осушения территории месторождений полезных ископаемых, массивов горных пород путем сбора и отвода гравитационных вод в естественные понижения (реки, озера и т. д.) или искусственные сооружения (канавы, горные выработки и др.).

Дренажная канава – открытая горная выработка для понижения уровня подземных вод.

Загрязнение вод – процесс насыщения вод вредными веществами.

Земельный отвод – участок поверхности земли, выделенный горному предприятию во временное пользование с целью разработки месторождения полезного ископаемого и строительства производственных объектов.

Зумпф – аккумулирующая емкость, в которой собирается вода, порода для всасывания и перекачки землесосом, насосом.

Канава – открытая горная выработка небольшого сечения трапециевидной, реже прямоугольной формы.

Канава водоотводная (капитальная) – открытая горная выработка для отвода карьерных вод за пределы влияния карьерного водоотлива.

Канава водосборная (разрезная) – открытая горная выработка для сбора вод, вытекающих из почвы и стенок горных выработок.

Канава нагорная – открытая горная выработка для перехвата вод атмосферных осадков и талых вод.

Классификация – процесс разделения неоднородных по размеру частиц (зерен) на классы относительно равной крупности.

Коагуляция – процесс слипания частиц при соприкосновении друг с другом.

Кольматация (кольматаж) – процесс естественного и искусственно го вмывания мелких (глинистых и коллоидных) частиц в поры и трещины горных пород, фильтры дренажных выработок и очистных сооружений.

Коэффициент разрыхления горной породы – отношение объема породы в разрыхленном (насыпном) виде к ее объему в массиве.

Коэффициент усадки – отношение величины уменьшения соответствующего размера массива пород под влиянием сжимающих усилий к его начальному размеру.

Коэффициент фильтрации (по Дарси) – скорость фильтрации воды при напорном градиенте, равном единице.

Маркшейдерские планы – планы, составленные в принятой системе координат и в определенном масштабе, на которых в единых условных знаках нанесены все (или частично) горные выработки карьера, сооружения и природные объекты на поверхности в пределах горного отвода и те, которые характеризуют формы, условия залегания и свойства залежей полезного ископаемого.

Межень – фаза водного режима водотока, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня и возникающая вследствие уменьшения питания водотока.

Многолетнемерзлые породы – толща горных пород в земной коре с отрицательной температурой, устойчивой в течение длительного времени вне зависимости от времени года.

Насосная станция – сооружение, в котором располагаются насосы, предназначенные для подъема и перемещения жидкости. Насосные станции бывают стационарные, передвижные и плавучие.

Обводненность месторождения – качественный показатель, характеризующий степень насыщенности массива горных пород, вмещающего твердое полезное ископаемое, водоносными грунтами, величину ожидаемого притока воды в выработки и степень влияния подземных вод на условия ведения горных работ при разработке месторождения.

Обогащение на концентрационных столах – процесс гравитационного обогащения в тонком слое воды, текущей по слабонаклонной плоской доске, совершающей возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости перпендикулярно направлению движения воды.

Обогащение на шлюзах – процесс гравитационного обогащения, в котором разделение производится в слое жидкости, движущейся по наклонному желобу, дно которого имеет шероховатое или гладкое покрытие.

Обогащение полезных ископаемых – совокупность процессов и методов концентрации минералов при первичной переработке полезных ископаемых.

Объем водопотребления – количественная характеристика водопотребления.

Осушение месторождений – комплекс мероприятий по защите горных выработок от поверхностных и подземных вод при эксплуатации карьеров.

Открытая разработка россыпного месторождения – разработка месторождения системой открытых горных выработок. Различают бульдозерно-скреперный, экскаваторный, гидравлический, комплексный способы производства горных работ.

Открытые горные работы – комплекс работ, осуществляемых для добычи полезных ископаемых непосредственно с поверхности.

Отсадка – процесс гравитационного обогащения руды в водной или воздушной среде, колеблющейся (пульсирующей) относительно разделяемой смеси в вертикальном направлении.

Охрана вод – комплекс мероприятий, направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод.

Охрана земель – комплекс мероприятий по предотвращению и устранению процессов, ухудшающих состояние земель.

Очистная выемка – совокупность технологических процессов отработки, вторичного дробления, доставки песков, поддержания кров-

ли очистных выработок в рабочем очистном пространстве и управления горным давлением, выполняемых в процессе добычи металлосодержащих песков.

Очистное пространство – пространство, образующееся в результате выемки очистной камеры или другой выемочной единицы; может быть открытым (без крепи), закрепленным, заполненным отбитыми песками, закладочным материалом, обрушенными породами кровли.

Пески. Промышленный пласт – рыхлые или сцементированные горные породы, а также верхняя часть разрушенных подстилающих пород, включающие полезное ископаемое, качество и содержание которого удовлетворяют установленным кондициям.

План поверхности – графическое изображение в принятой системе координат и определенном масштабе поверхности шахты (рудника, прииска) и сооружений на ней в районе горных выработок.

Плотик россыпи – коренное ложе или постель, на которой залегают рыхлые отложения, включающие россыпь.

Плотина – гидroteхническое сооружение в виде насыпи для поддержания уровня воды в забое при использовании в качестве выемочного оборудования плавучих машин и установок (драг, земснарядов).

Поверхностные воды – все виды природных вод в жидким и твердом состоянии, постоянно или временно расположенных на земной поверхности (реки, озера, водохранилища, ледники и др.).

Подготовка шахтного поля (выемочного участка) – проведение в определенном порядке совокупности подготовительных горных выработок (штреков, сбоек, оконтуривающих рассечек), которыми шахтное поле (выемочный участок) разделяют на панели, столбы.

Полигон – участок россыпного месторождения, разрабатываемый открытым способом единственным комплексом машин.

Промывка – метод предварительного обогащения по крупности песков россыпных месторождений, при котором производится отделение валунов и гальки, не содержащих ценные компоненты, от песков.

Промывочная установка – устройство, предназначенное для промывки металлосодержащих песков, в результате чего получается концентрат, из которого затем выделяют полезные минералы.

Разработка (промывка) песков – совокупность горных работ по выемке, транспортированию и промывке песков на обогатительных установках (обогатительных фабриках).

Расход воды – объем воды, протекающей через живое сечение потока в единицу времени.

Россыпи – рыхлые отложения, состоящие из обломков горных пород различной крупности.

Россыпные месторождения (россыпи) – месторождения ценных минералов в рыхлых отложениях (золота, платины, алмазов, кассiterита и др.), образовавшиеся в результате физико-химического разрушения месторождений (элювиальных, делювиальных, аллювиальных).

Сброс воды – мероприятия по сбрасыванию воды с водоочистного сооружения промышленного предприятия или отстойника.

Сезонная мерзлота – почвы и горные породы, промерзающие в холодный период года.

Система разработки месторождений открытым способом – порядок производства горных работ, обеспечивающий экономичную и безопасную эксплуатацию с заданной производственной мощностью при рациональном использовании запасов.

Система разработки россыпного месторождения – последовательность проведения подготовительных и добывочных работ, увязанная в пространстве и во времени. При открытой разработке классификационными признаками являются направление перемещения заходов или заездов бульдозеров, место отсыпки отвала, количество одновременно отрабатываемых забоев. При подземной разработке классификационными признаками являются расположение подготовительных выработок, способ управления кровлей, формы и размеры очистных выработок.

Сполоск шлюзов – заключительная операция при промывке песков, состоящая в сборе промежуточного продукта (чернового концентрата) со шлюзов для последующей его доводки.

Способ разработки месторождения – комплекс горных работ по разработке месторождения с различным расположением добывочных забоев относительно поверхности. Различают открытый, подземный, подводный способы разработки.

Сточные воды – воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Технологическая вода – вода, используемая в технологическом процессе для гидроотбояки, доставки, гидротранспортирования, обогащения.

Торфа (наносы) – отложения, покрывающие россыпь и не содержащие полезного минерала или содержащие его в непромышленных количествах.

Траншея – открытая горная выработка трапециевидной формы (в по-
перечном сечении), огражденная снизу подошвой (дном) и с боков
наклонными плоскостями.

Удельный расход воды – количество воды, затрачиваемой на транс-
портирование и обогащение 1 м³ или 1 т горной массы.

Фильтрация жидкости – движение жидкости в пористой среде (в по-
рах и трещинах) под влиянием силы тяжести благодаря наличию
разности напоров в отдельных точках потока.

Хвостохранилище – комплекс гидротехнических сооружений для при-
ема и хранения отвальных хвостов.

Хвосты (отходы) – продукт обогащения, в котором содержание ценно-
го компонента ниже, чем в исходном материале и в другихproduk-
тах обогащения.

Эфель – мелкий зернистый материал, выделяемый при промывке рос-
сыпного и обогащении рудного золота.

Глава IV

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РОССЫПЕЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА

В соответствии с климатическим районированием территория Северо-Востока СССР принадлежит арктическому, субарктическому и частично умеренному поясам, внутри которых выделяются континентальные и океанические области.

Океаническая область арктического пояса вытянута вдоль побережья Северного Ледовитого океана полосой, ширина которой изменяется от нескольких десятков до 200–300 км. Климат здесь морской, но суровый. Лето очень короткое, холодное и пасмурное, зима суровая и продолжительная. Круглый год дуют сильные ветры, особенно в холодный период. Среднегодовая температура воздуха изменяется от -11 до -13,9°C. Самый теплый месяц июль, но даже в это время средняя температура воздуха на м. Шмидта составляет всего 3,8°C. В районе пос. Казачье июльская температура воздуха равна 11°C. Положительные среднесуточные температуры воздуха сохраняются 95–120 дней. Зимой на побережье холоднее всего в феврале (-27°C на м. Шмидта), а по мере удаления от океана температурный минимум смещается к январю (-37°C в пос. Казачье).

Максимальная мощность снежного покрова достигает 40–80 см, причем под действием сильных ветров отмечается его повышенная плотность.

Основная часть территории Северо-Востока с наиболее развитой горнодобывающей промышленностью расположена в пределах континентальной области субарктического пояса. Здесь климат резко континентальный, с коротким сухим летом и длинной, исключительно холодной зимой. В этой области расположен полюс холода обитаемой части суши – Оймякон (абсолютный минимум -71°C). Температура самого холодного месяца (января) изменяется от -35°C в пос. Ягодное до -49,5°C в Оймяконе. В летнее время нередки дни, когда температура воздуха поднимается выше +30°C. Длительность периода с положительными среднесуточными температурами воздуха 130–140 дней. Среднегодовая температура воздуха изменяется от -11,5°C (пос. Ягодное) до -17°C (Оймякон). Сумма положительных температур воздуха (индекс протаивания) составляет 30–31 тыс. градусо-часов, а сумма отрицательных темпе-

ратур изменяется в пределах 137–178 тыс. градусо-часов. Годовое количество осадков варьирует в диапазоне 250–420 мм. Устойчивый снежный покров образуется в конце сентября – начале октября и держится до середины мая. Мощность его колеблется от 33 см в пос. Усть-Нера до 67 см в пос. Ягодное.

Граница континентальных областей субарктического и умеренного поясов проходит примерно по 60-й параллели до нижнего течения р. Охоты, а затем поворачивает к северо-западу, где идет вдоль Верхоянского хребта.

Климат континентальных областей умеренного пояса в пределах Северо-Востока отличается от соседней области субарктического пояса несколько менее сильными морозами и более длительным (на 10–15 дней) периодом с положительными температурами воздуха.

Следует отметить, что во многих горных районах этого региона отмечается ярко выраженная высотная зональность таких элементов климата, как температура воздуха, интенсивность выпадения осадков, высота снежного покрова и др. Это необходимо учитывать при практическом использовании справочных данных.

1. РЕЛЬЕФ И РЕЧНАЯ СЕТЬ

Северо-Восток России представляет собой горную страну с чрезвычайно сложным рельефом. Крупнейшие орографические единицы этой территории: 1) Яно-Чукотская горная страна; 2) Восточно-Сибирская низменность; 3) Анадырско-Пенжинская низменность.

Яно-Чукотская горная страна расположена между рр. Лена и Анадырь. В ее пределах наиболее значительна горная система Черского, протягивающаяся с северо-запада на юго-восток от правобережья р. Яны до верховьев р. Колымы более чем на 1500 км. В системе Черского выделяют горные цепи Обручева и Билибина и разделяющую их Момо-Сеймчанскую депрессию. В цепи Обручева находится самая высокая вершина Северо-Востока – г. Победа (3147 м). В верховьях Колымы к системе Черского примыкает горная цепь Матюшина, важнейшие составные звенья которой – хребты Сарычева, Балканский, Ольчанский и Усть-Черский.

В Яно-Чукотской горной стране широко распространены нагорья: Верхне-Колымское, Яно-Оймяконское, Охотско-Колымское, Анюйское и Чукотское. Их средняя высота 800–1400 м. Видную роль в рельефе играют Юкагирское, Эгвекинотское и Анадырское плоскогорья (с отметками от 300 до 800 м), сильно расчлененные речными долинами.

Плоскогорья и нагорья разделены межгорными впадинами, среди них наиболее значительная Усть-Моланджинская.

Восточно-Сибирская низменность примыкает к побережью Северного Ледовитого океана на участке между р. Омолой (на западе) и долиной р. Колымы в нижнем и среднем течении (на востоке). Она подразделяется на крупные составные части: приморскую (к северу от хр. Половусного), Колымскую (на левобережье р. Колымы) и Абыйскую (в среднем течении р. Индигирки) низменности.

Обширная Анадырско-Пенжинская низменность с юго-востока примыкает к Яно-Чукотской горной стране. Она протягивается на 900 км в юго-западном направлении от Анадырского залива до Пенжинской губы. Ширина ее в северо-восточной части около 250 км, а в юго-западной – примерно 100 км. В состав Анадырско-Пенжинской низменности входят Анадырская и Пенжинская низменности и Парапольский дол.

Анализируя особенности современного рельефа рассматриваемой территории, можно обособить основные геоморфологические зоны: высокогорье, среднегорье, низкогорье и равнины.

Для зоны высокогорья (абсолютная высота свыше 1800 м) характерны резко выраженные альпинотипные формы рельефа, значительное превышение длины хребтов над их шириной. Зона среднегорья отличается несколько сглаженными формами возвышенностей, сильной изрезанностью водотоками, наличием нагорных террас на высоких (до 1200 м) отметках.

Высокогорья и среднегорья своей направленностью и ориентированной отражают простирание крупных тектонических структур. Образованы они главным образом прочными магматическими и метаморфическими породами.

Для зоны низкогорного рельефа (до 700–800 м) типичны гористый сильно расчлененный ландшафт, незначительные превышения гор над днищами долин. Эта зона сложена преимущественно песчаными и песчано-глинистыми разновидностями пород, сравнительно легко поддающихся выветриванию. В результате в зоне низкогорий возникли характерные, присущие только ей сглаженные формы рельефа.

Зона развития охватывает разобщенные долины крупных рек, межгорные впадины и приморские низменности. Равнины, приуроченные к современным долинам крупных рек, обычно совпадают с высокой поймой и двумя нижними надпойменными террасами. Здесь отмечаются сравнительно мощные толщи аллювия, которые при совпадении долин с зонами коренного оруденения содержат в той или иной концентрации россыпное золото.

Большое влияние на современный рельеф речных золотоносных долин оказывают горные работы. По существу, возникает совершенно новый техногенный ландшафт. Для него характерно отсутствие растительности, чередование крупных вытянутых вдоль тела россыпи котлованов с грядами отвалов пустой породы (торфов). Через определенные промежутки возвышаются конические холмы – хвосты промывочных приборов. Пониженные участки обычно заполнены водой. Особенности техногенного рельефа отражают способ разработки россыпи (землеройными машинами, дражный, гидравлический). Кроме того, нарушение естественных условий теплообмена на поверхности мерзлых толщ приводит к развитию термокарстовых форм рельефа.

Реки Северо-Востока России принадлежат к бассейнам двух океанов – Тихого и Северного Ледовитого. Преобладающая часть водосборной площади относится к бассейну Восточно-Сибирского моря, куда впадают крупнейшие реки: Колыма, Индигирка и Яна. В целом территория отличается развитой речной сетью. В горных районах верховьев Колымы коэффициент густоты 1,2 км/км², а в нижнем течении рр. Колымы и Анадырь он уменьшается до 0,7–0,8 км/км².

По гидрографическим особенностям и характеру долин различают реки горного и равнинного типа. Реки горного типа определяются бурным течением, резкими кратковременными паводками, почти полным отсутствием меандров и стариц, относительно низкой температурой воды и высокими модулями стока. Их долины разветвлены, глубоко врезаны и, как правило, террасированы. Многие крупные реки Северо-Востока в верховьях типично горные, а в нижнем течении – ярко выраженные равнинные.

Гидрологический режим рек и ручьев формируется под влиянием сурового климата и повсеместного распространения многолетнемерзлых толщ, обуславливающих ряд особенностей поверхностного и грунтового стока. Питание осуществляется за счет снега, дождей и грунтовых вод. Соотношение снегового и дождевого питания для одного и того же водотока различно в разные годы и зависит от водности года. Так, для рек бассейна Колымы и Охотского побережья в средние по водности годы дождевое питание преобладает над снеговым.

В зимнее время как атмосферное, так и грунтовое питание большей части водотоков прекращается, что связано с полным промерзанием слоя сезонного оттаивания горных пород. Это вызывает крайнюю неравномерность внутригодового распределения стока. По характеру зимнего стока выделяются три типа рек. К первому относятся крупные реки с площадью водосбора свыше 6000 км². На них существует круглогодовой

поверхностный сток. Малые и средние реки второго типа зимой полностью перемерзают, причем поверхностный сток прекращается тем позже, чем больше площадь водосбора. К третьему типу относятся очень редкие небольшие реки и ручьи, не промерзающие зимой под влиянием особых гидрологических условий. В целом для территории Северо-Востока в холодный период сток составляет не более 5% от общегодового.

В теплое время года колебания уровней и расходов воды в реках значительны. Весенне-половодье характеризуется резким повышением уровней. В бассейне Колымы оно длится 30–50 дней, за которые проходят до 60% стока. В течение летне-осеннего сезона наблюдается несколько дождевых паводков, максимум которых для рек бассейна Северного Ледовитого океана приходится на июль–август. На реках, впадающих в Охотское море, наибольшие паводки – осенние. Из-за частых паводков устойчивая летняя межень не отмечается. Максимум расходов может быть связан как с половодьем, так и с дождевыми паводками. Для рек с площадями водосбора до 1000 км² максимальные модули половодья достигают 400 л/с·км², а дождевых паводков – 1000 л/с·км². В бассейнах площадью более 1000 км² разница между модулями стока в паводки и половодье незначительна, обычно они находятся в пределах 100–300 л/с·км².

От шести до восьми месяцев в году реки и ручьи Северо-Востока покрыты льдом. Продолжительность ледостава увеличивается в северном и северо-восточном направлениях.

Реки вскрываются в течение мая, позднее всего на Чукотке и в Приморской низменности. Самая высокая температура воды отмечается в июле, на средних реках обычно до 10–20°C. Со второй половины августа вода быстро остывает, и начиная с третьей декады сентября температура ее приближается к нулю.

При эксплуатации россыпных месторождений в технологических целях приходится неоднократно отводить русла основных водотоков. Их пропускают по специальным руслоотводным канавам, котлованам, отстойникам, дражным пазухам и т. д. В результате обычно возрастает поверхность водного зеркала и температура воды повышается на 10–20%. Однако, фильтруясь через отвалы, вода может и охлаждаться. Так, в конце июня 1975 г. температура замерялась в котлованах двух драг, работающих в днище долины р. Омчак, первоначальное русло которой разбито на многочисленные рукава и протоки. Вниз по течению на расстоянии 5–6 км температура воды понизилась с 12 до 6,7°C. Осеню на верхнем по течению полигоне вода обычно более холодная.

2. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

В тектоническом отношении территория Северо-Востока к северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса характеризуется сложным строением. Здесь выделяются пять крупных геоструктурных элементов.

Колымско-Омолонский древний массив представляет собой единую жесткую структуру платформенного типа, разбитую многочисленными глубинными разломами и сложными шовными зонами на несколько крупных глыб.

Охотский массив – самостоятельная древняя жесткая структура, в докембрии была частью Алданского щита Сибирской платформы, от которой отделилась заложившимся в палеозое прогибом.

Яно-Колымская и Чукотская складчатые области развивались на протяжении единого мезозойского геосинклинального цикла, сопровождающегося формированием осадочных формаций и гранитоидным магматизмом. Эти области вместе с указанными древними массивами – внешняя часть Тихоокеанского подвижного пояса.

Охотская позднемезозойская складчатая область относится к внутренней части этого пояса. В ее пределах завершились герцинский и мезозойский циклы складчатости, во время которых неоднократно закладывались геосинклинальные прогибы и разрушались ранее консолидировавшиеся структуры. Здесь широко распространены вулканогенные образования.

Охотско-Чукотский вулканогенный пояс протягивается более чем на 3500 км от Удской губы на юго-западе до восточного побережья Чукотского п-ова на северо-востоке. Это гетерогенная структура типа краевого шва, развившаяся на границе мезозойской и кайнозойской складчатых областей на протяжении юры–палеогена.

Для описываемого региона характерно сложное пространственное взаимоотношение пород различного возраста и происхождения, причем отмечается явное преобладание терригенных осадков и достаточно широкое площадное распространение магматических образований. Под действием многочисленных эрозионно-аккумулятивных процессов в различных частях Северо-Востока образовались рыхлые отложения, сравнительно близкие по петрографическому составу обломков.

Четвертичные отложения (не считая элювиальных и делювиально-солифлюкционных) занимают около 30% рассматриваемой территории. К началу четвертичного периода уже вполне заложились основы современного рельефа. В связи с этим полный разрез четвертичной системы

и нормальной стратиграфической последовательности наблюдается только на Восточно-Сибирской и Анадырско-Пенжинской низменностях. В Яно-Чукотской горной стране более древние отложения обычно приурочены к высоким элементам рельефа.

Среди пород плейстоцена наиболее широко распространены аллювиальные, ледниковые и озерно-ледниковые. С четвертичными отложениями связаны золото- и оловосодержащие россыпи – основа минерально-сырьевой базы для горнодобывающей промышленности Северо-Востока.

3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ТЕМПЕРАТУРА И МОЩНОСТЬ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ТОЛЩ

Современное состояние мерзлой зоны литосферы Северо-Востока России обусловлено суровым климатом и особенностями циркуляции поверхностных и подземных вод, которые, в свою очередь, зависят от характера атмосферного питания, состава и фильтрационных свойств горных пород. Для всей территории Северо-Востока ясно прослеживается влияние рельефа на мерзлотные условия, выражющиеся в ряде закономерностей:

- с возрастанием общей высоты местности мощность мерзлых толщ увеличивается;
- независимо от общевысотного положения региона мерзлые породы под депрессиями распространяются на меньшую глубину, чем под положительными формами рельефа;
- нижняя граница мерзлых толщ в горных районах повторяет в сглаженном виде очертания рельефа поверхности;
- вне зависимости от прочих условий самые высокие температуры, наименьшие мощности мерзлых толщ, наибольшая трещиноватость и обводненность пород наблюдаются в днищах речных долин.

Схема мерзлотного районирования Северо-Востока составлена А. И. Калабиным, выделившим пять районов.

Первый район расположен на побережье Охотского и Берингова морей в виде полосы шириной до 100 км.

Распространение многолетнемерзлых толщ островное, среднегодовая температура пород не опускается ниже $-1\dots-1,5^{\circ}\text{C}$. Острова мерзлых пород обычно появляются не ближе 300–400 м от береговой линии. Преобладающие мощности многолетнемерзлых пород изменяются от 20 до 40 м. Однако встречаются значительные площади, где подошва мерзлых пород залегает глубже 100 м (водораздел рр. Ола и Ланковая в

нижнем течении). Вообще по мере удаления от побережья площадь распространения и мощность многолетнемерзлых толщ нарастают. В днищах речных долин и других понижениях рельефа обычно развиты сквозные талики.

Второй район примыкает к первому со стороны континента. Он тянется от правобережья р. Мая на юго-западе от Чукотского п-ва. Ширина его меняется от 70 до 250 км. А. И. Калабин рассматривает второй район как «зону взаимоперехода от области острогой вечной мерзлоты к области массивной вечной мерзлоты». В пределах второго района преобладают мерзлые толщи мощностью 100–200 м со среднегодовыми температурами от -1,5 до -3°C. Сквозные талики приурочены к долинам рек и озерам, площадь их больше вблизи границы с первым районом. Во втором районе под средними и малыми водотоками появляются надмерзлотные талики, распространяющиеся на глубину до 10 м.

Третий район занимает большую часть территории Северо-Востока. В него входят верховья рр. Индигирка и Колыма, все правобережье р. Колымы в среднем течении, значительная часть Чукотки и север Юдомо-Майского нагорья. В этом районе преобладает среднегорный рельеф, характеризующийся большим превышением водоразделов над днищами долин. Распространение многолетнемерзлых пород сплошное. Сквозные талики встречаются только под озерами и руслами крупных рек. Среднегодовые температуры горных пород изменяются от -4 до -6°C. Мощность мерзлых пород в долинах и депрессиях 100–200 м, а на возвышенностях до 400–500 м. Из-за резкой континентальности климата лето жаркое, и при благоприятных условиях глубина сезонного оттаивания может достигнуть 3 м. Для строения мерзлых толщ в долинах средних и некоторых мелких рек характерно наличие круглогодовых надмерзлотных таликов, сохраняющихся под действием конвективного теплообмена в прирусловых водоносных горизонтах.

В последние годы при проведении горных работ на террасах низкого и среднего уровня и на конусах выноса в долинах рр. Берелех, Оротукан и других все чаще встречаются залежи клиновидно-жильных льдов.

В наиболее суровых мерзлотных условиях находится четвертый район, занимающий наиболее возвышенную часть территории Северо-Востока. В пределах именно этого района располагаются центр зимнего азиатского антициклона и полюс холода Оймякон. Значительное повышение абсолютных отметок местности с севера на юг заметно сглаживает широтную зональность в температурах горных пород. Мощность многолетнемерзлых толщ под крупными депрессиями и в доли-

нах изменяется в диапазоне 200–300 м при среднегодовых температурах -6...-8°C. На Яно-Индигирской равнине у подножия хр. Кулар среднегодовая температура мерзлых пород понижается до -10°C, а мощность их может достигать 380 м. Наиболее низкие температуры горных пород (от -10 до -13°C) измерены на северных склонах хр. Погоусного. Максимальные мощности мерзлой зоны литосферы на возвышенностях оцениваются по экстраполяции геотермических наблюдений в 700 м и более. Сквозные и надмерзлотные талики встречаются в прирусловых частях крупных рек и под большими непромерзающими озерами, но значительно реже, чем в третьем районе. Естественные и искусственные талики могут в течение одной зимы промерзнуть на глубину 4–5 м. Следует отметить широкое распространение на различных элементах рельефа льдонасыщенных грунтов и подземных льдов. В пределах наиболее высоких частей Яно-Чукотской горной страны развито современное оледенение (хр. Сунтар-Хаята, Улахан-Чистай, Орулган и др.).

Пятый район расположен в Восточно-Сибирской низменности, а также в низменных участках Яно-Чукотской горной страны, примыкающих к побережью Северного Ледовитого океана. По среднегодовым температурам и мощности многолетнемерзлых толщ район занимает промежуточное положение между третьим и четвертым. Сквозные талики встречаются весьма редко – под руслами рр. Яны, Индигирки, Колымы и под наиболее крупными озерами. Широкое распространение отложений едомной серии с залегающими на небольшой глубине повторно-жильными льдами создает благоприятные предпосылки для процессов термокарста. Нарушение естественного мохового покрова влечет за собой увеличение глубины сезонного протаивания и коренную перестройку условий теплообмена на поверхности. В результате развиваются многочисленные термокарстовые формы рельефа (озера, алассные котловины, байджарахи), придающие ландшафту северных озерно-аллювиальных равнин своеобразный облик.

Разработка россыпных месторождений приурочена к третьему – пятому мерзлотным районам.

Глава V

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РОССЫПЕЙ

Техника и оборудование, применяемые для разработки россыпных месторождений, выбирается в зависимости от способа разработки и вида горных работ:

для открытых горных работ – бульдозерно-рыхлительные агрегаты, бульдозеры, экскаваторы, колесные и гусеничные фронтальные погрузчики, автосамосвалы;

для подземных работ – скреперные лебедки, скребковые и ленточные конвейеры;

для дражных работ – многочерпаковые драги;

для промывки песков – промывочные приборы различного типа и насосные станции;

для подготовки пород к выемке – буровые станки, ручные перфораторы, компрессоры, комплекты гидрооттайки;

для доводки концентратов – отсадочные машины, концентрационные столы, концентраторы, сепараторы.

Характеристики основного горно-обогатительного оборудования, применяемого на разработке россыпей, приведены в табл. V.1–V.19.

Таблица V.1

Буровые станки вибрационного бурения

Показатель	СДВВ-II	СБВ-125	СБВ-IV
Диаметр скважин, мм	45	105	125
Глубина бурения без наращивания бурового става, м	4	4	6
Диаметр буровых труб, мм	34	73	89
Усилие подачи на забой, кгс	650	650	1100
Скорость передвижения, км/ч	2,36	2,36	2,36
Мощность электродвигателя вращателя, кВт	5,5	7,5	10
Установленная мощность электродвигателей, кВт	44	52,5	133
Способ очистки скважины от бурового шлама	Промывка водой	Продувка сжатым воздухом	Продувка сжатым воздухом
Масса станка, т	13	13	18
			13,5

Таблица V.2

Буровые станки ударно-вращательного бурения

Показатель	ВУД-1М	СКБ-3	СБМК-5	СБУ-160	СБУ-125ХЛ
Диаметр долота, м	105	105	105	125, 160	105, 125
Глубина бурения, м	3,5	50	35	19	25
Угол наклона скважины, ...°	72–90	60–90	—	90	14–104
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	6	7	7	25	4,2–8,0
Установленная мощность электродвигателей, кВт	37	30	13,8	256	30
Частота вращения бурового инструмента, об./мин.	190–330	75	41	60	22,5–45
Удельное давление на основание, кгс/см ²	500	300	760	300	300
Габариты станка, м	4,5×2,4× ×7,0	1,5×0,6× ×0,7	0,3×1,8× ×2,3	7,8×4,5× ×12,5	—
Масса станка, т	13,2	15,3	3,3	29,0	8,0

Таблица V.3

Буровые станки шарошечного бурения

Показатель	БТС-150	2СБШ-200	2СБШ-200Н	СБШ-250МН
Диаметр бурения, мм	150–130	214	214	243; 265
Глубина бурения, м	23	32	40	32
Угол наклона скважин, ...°	90–60	90	90–60	90–60
Ход подачи, м	2,155	1	1	8
Осьевое усилие, тс	11,3	22	30	30
Производительность компрессора, м ³ /мин		20	25	25
Установленная мощность электродвигателей, кВт	79,5	168	282	322
Масса станка, т	20	50	50	65

Таблица V.4
Краткая техническая характеристика землеройной техники, эксплуатируемой на горных предприятиях Северо-Востока

Отечественные землеройные машины							Некоторые конструктивные особенности	
Марка агрегата, Классо тяги	Марка двигателя	Мощность эксплуатации кВт/л.с.	Удельный расход топлива	Объем приемника масла, м ³	Масса агрегата, т			
Б170М.01 ЕН ОАО «ЧГЗ» г. Челябинск	10 Д160.01	125/170	17,475 двигателем, кг/ч	1,048	4,75	18,5	Полусферический отвал, однозубый рыхлитель, пусковой двигатель	
Б170М1.03 ЕН ОАО «ЧГЗ» г. Челябинск	10 Д160.01Г	132/180	18,454	1,107	4,75 ^п	19,4	То же + шестикатковая тележка	
Б10.02 ЕН ОАО «ЧГЗ» г. Челябинск	10 Д160.01Г	132/180	18,454	1,107	4,75	20,0	Полусферический отвал, однозубый рыхлитель, пусковой двигатель, пятикатковая тележка, гидромеханическая Трансмиссия, защита «ROPS-FOBS»	
Т-20.01 БР1 ОАО «Промтрактор» г. Чебоксары	20 ЯМЗ-238Б	206/208	28,799	1,728	11,6	36,0	Гидромеханическая трансмиссия, ходовая с микроподпрессориванием	
ДЭТ-250М2БР1 ОАО «ЧГЗ» г. Челябинск	25 В-31М2	237/323	33,133	1,988	10,5	41,3	Электромеханическая трансмиссия. Эластичная подвеска.	
ДЭТ-350Б1Р2	25 В-35ИН	257/350	35,926	2,155	11,2	44,4	То же + улучшенная компоновка	

Продолжение таблицы V.4

Зарубежные бульдозерно-рыхлительные агрегаты

<u>D6D</u> “Caterpillar” (США)	10	3306 Cat	104/140	13,915	0,557	3,9	15,7	
<u>D85A-21</u> «Komatsu» (Япония)	15	S6D125E «Komatsu»	168/228	22,478	0,899	8,5	27,6	Ходовая часть полужесткая
<u>D155A-2</u> «Komatsu» (Япония)	25	S6D155-4 «Komatsu»	238/320	31,844	1,274	11,9	38,7	То же
<u>TD-2GHUTA</u> Stalowa Wola (Польша)	25	KT-19C «Cummins»	238/320	31,844	1,274	9,6	33,3	То же
<u>D9N</u> «Cat» (США)	25	Cat 3408	276/375	36,924	1,477	11,9	51,0	Треугольная гусеница с упругой подвеской ходовой части
<u>D9R</u> «Cat» (США)	25	Cat 3408C	302/410	40,408	1,616	13,5	47,4	То же + система Флексейр вентиляции двигателя
<u>D9H</u> «Cat» (США)	25	Cat D353	306/416	40,943	1,638	11,6	46,7	Простота конструкции.. Ходовая часть полужесткая
<u>D355A</u> «Komatsu» (Япония)	35	SA6D155-4A «Komatsu»	306/416	40,943	1,638	12,5	52,0	Ходовая часть полужесткая
<u>D9L</u> «Cat» (США)	35	Cat 3412	343/466	45,893	1,836	15,1	57,8	Треугольная гусеница с упругой подвеской ходовой части
<u>31Fiat-Allis</u> (Италия-США)	35	KT-1150C450	330/450	44,154	1,766	15,6	61,0	Ходовая часть полужесткая

Окончание таблицы V.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
TD-40B «Dresser» (США)	35	КТА-19С «Cummins»	388/528	51,914	2,076	15,7	64,0	Механизм поворота с двухступенчатой передачей
D10N «Cat» (США)	35	Cat 3412	388/528	51,914	2,076	17,3	62,5	Треугольная гусеница с управляемой полвеской ходовой части
D375A-2 «Komatsu» (Япония)	35	SA6D170 «Komatsu»	391/ 532	52,316	2,093	17,3	63,2	Полужесткая ходовая часть
D375A-3 «Komatsu» (Япония)	35	SA6D170 «Komatsu»	391/532	52,316	2,093	18,5	66,0	Эластичная ходовая часть. Улучшенная система управления агрегатом
D10R «Cat» (США)	35	Cat 3412E	425/578	56,865	2,275	18,5	65,8	Треугольная гусеница с управляемой полвеской ходовой части. Улучшенная система управления агрегатом

Таблица V.5

Техническая характеристика колесных фронтальных погрузчиков

Марка погрузчика, завод (фирма) изготовитель	Марка двигателя	Мощность эксплуатационн., кВт/л.с.	Удельный расход двигателем, кг/ч	Вместимость кожуха, номи- нальная, м ³	Масса погрузчика, т	Максимальная высота разгрузки, м
«Кировец» К702МА-ПКБ ЗАО «Петербургский трак- торный завод» TO-40. ОАО «ЧЗК» г. Челябинск	238 - НД3 ЯМЗ-8482.10	172/235 198/270	24,046 26,492	1,443 1,589	3,0 3,4	21,0 27,0
ПК-12.01 ПК- 12.01Я ОАО «Промтрак- тор» г. Чебоксары	8V396TC4 (MTU) ЯМЗ 850.10-01	353/480 353/480	47,231 49,349	1,889 2,961	7,2 7,2	48,0 48,0
I-34HUTA «Stalowa Wola» (Польша)	WSK MIELEC SV680/59/8	162/220	21,676	0,867	3,4	18,8
WA 4203 «Komatsu» (Япония)	SA6D 108 «Komatsu»	164/223	21,943	0,878	3,7	19,0
МоАЗ-40482 «Могилевский автозавод» (Беларусь)	ЯМЗ-238Б	206/280	28,799	1,152	5,6	29,5
560C HUTA «Stalowa Wola» (Польша)	KT-19C «Cummins»	309/420	41,344	1,654	6,5	41,5
990 «Cat» (США)	Cat 3412	455/619	60,879	2,435	8,4	73,5
570 «Dresser» (США)	VTA 28-C «Cummins»	440/598	58,872	2,355	9,2	63,5
WA 700-1 «Komatsu» (Япония)	SA6D170 «Komatsu»	478/650	63,956	2,558	9,2	66,0
992C (G) «Cat» (США)	«Cat» 3508 B	597/812	79,878	3,195	12,0	91,8

Техническая характеристика одноковшовых экскаваторов

Показатель	Э-2005, ЭКГ-2	ЭКГ-4	ЭКГ-8	ЭШ-5/45	ЭШ-10/70
<i>Драглайны</i>					
Вместимость ковша, м ³	1–2			5	10
Длина стрелы, м	15, 20, 25			45	70
Наибольший радиус копания, м	27,4			45	58
Наибольшая глубина копания, м					
при боковом проходе	14			20,5	20
при кольцевом проходе	20,6			36	35
Наибольший радиус выгрузки, м	23,8			44,5	57
Наибольшая высота выгрузки, м	15,9			21	24
<i>Прямая лопата</i>					
Вместимость ковша, м ³	2,25	3,4–5	6,8–8		
Длина стрелы, м	10,5	10,5	12		
Длина рукоятки, м	7,28	7,28	8,6		
Наибольший радиус копания, м	14,4	14,4	17,4		
Наибольшая высота копания, м	10,2	10,2	12,9		
Наибольший радиус выгрузки, м	12,7	12,7	15,5		
Наибольшая высота выгрузки, м	6,3	6,3	8,4		
Скорость движения экскаватора, км/ч	До 1,22	До 0,45	До 0,80	До 0,45	До 0,2
Удельное давление, кгс/см ²	1,33	1,6	2,40	0,4	0,85/1,2*
Масса, т	87,6	185	355	177	620

* В числителе – при работе, в знаменателе – при передвижении.

Таблица V.7

Техническая характеристика автосамосвалов

Показатель	МАЗ-5549	КамАЗ-5511	КрАЗ-256Б	МоАЗ-522А	БелАЗ-540А	БелАЗ-548А	БелАЗ-549А
Грузоподъемность, т	8	10	10	20	27	40	75
Масса снаряженного автомобиля, т	7,2 0,90	9 0,90	11,4 1,14	19 0,95	21 0,788	29 0,725	65 0,866
Коэффициент тары							
Максимальная скорость движения, км/ч	75	80	62	50	55	50	55
Размеры, мм:							
длина	5785	7100	8100	7250	7250	8120	10250
ширина	2500	2500	2650	3250	3480	3790	5200
высота без груза	2785	2700	2760	3450	3580	3800	4670
База, мм	3400	2840	4080	3550	3550	4200	4450
Двигатель	ЯМЗ-236	КамАЗ-740	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240Н	УТМЗ-1000
Мощность двигателя, кВт	180	210	240	300	265	368	772,8
Вместимость платформы (геометрическая), м ³	5,1	7,2	6,0	13	15,3	21,7	39,6
Расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км	22	26	38	80	100	120	235

Техническая характеристика конвейерно-боочечных промывочных приборов*

Показатель	ПБШ-10	ПБШ-20	ПБШ-40	ПКБШ-50	ПКБШ-100	УПСШ-40
Пропускная способность, м ³ /ч	2	3	4	5	6	7
Потребный расход воды, л/с	10	20	40	50	100	40
Установленная мощность двигателей, кВт	90	160	80,5 / 160	140	220	290
Диаметр перфорации грохота, мм	35	40	74 / 136 ⁸	163	264	52 (45)
Допустимый максимальный размер валунов, проходящих через грохот, мм	30	30	30	20 : 50	20 : 60	20 : 50
<i>Агрегаты</i>						
Бункер-питатель:	Загрузочный	Загрузочный	БПК-1000	БПК-1000	БПК-1000	Загрузочный
подача, м ³ /ч			200	200	200	
размер отверстий решетки, мм						250x250
Конвейер подъемный:			КЛПК-800	КЛПК-1000		
подача, м ³ /ч			70	160		
Грохот-дезинтегратор:	ГДБ-10	ГДБ-20	ГДБ-40	ГДБ-50	ГДБ-100	ГД2Б-20-30;
пропускная способность, м ³ /ч	10	20	40	50	100	40-50
Отвалообразователь:	ОЗП-650	ОЗП-800	ОЗП-800	ОЗП-800	ОЗП-800	40
подача, м ³ /ч		70	70	70	70	70
Шлоз мелкой фракции:			ШПМ-2x700	ШПМ-3x700 1x450	ШПМ-6x700 1x580	ШГМ-700
пропускная способность, м ³ /ч	3,6	6,4	30	30	50	33
площадь улавливания, м ²			13,5	20,25	40,5	16

<i>Шлюз крупной фракции:</i>					
пропускная способность, м ³ /ч				15	25
площадь улавливания, м ²				5,3	6,0
<i>Шлюзловочный:</i>					
площадь улавливания, м ²		ШД-1×400	ШД×400		
<i>Агрегат насосный:</i>					
АН-К160/30 (6К-8)	АН-К160/30 (6К-8)	АН-К290/30 (8К-12)	АН-200Д-90 (8НДВ)	АН-300Д-90 (12НДС)	К290/30 или К290/18 (8К12)
подача, м ³ /ч	90	160	290	500	800
напор, м. вод. ст.			30	39	28
мощность двигателя, кВт			37	75	110
диаметр воловода, мм	150	150			37 (30)
<i>Агрегат насосный дизельный:</i>					
подача, м ³ /ч			АНД-200Д-90 (8НДВ)		
напор, м. вод. ст.				576	
мощность дизеля, л. с.				53	
Масса, т	4,8	12	30,7/35,5	50	71,7 18 (без насосной станции)

Приложение: Приборы комплектуются насосным агрегатом с электроприводом или дизельным по заявкам потребителя.

Таблица V.9

Техническая характеристика гидроэлеваторных приборов

Показатель	ПГШ-30	ПГШ-50	ПГШ-75	ПГШ-100	ГПГ-30	ГПГ-5
Пропускная способность, м ³ /ч	30	50–60	75	75	30–35	70–150
Установка гидроэлеваторная, тип УГЭ-140/250	УГЭ-170/350	УГЭ-190/400	УГЭ-170/350	—	—	770
Пропускная способность, м ³ /ч	30	50	75	75	—	—
Напор у насадки гидроэлеватора, м. вод. ст.	60–62	52–64	56–72	56–64	—	—
Насос	200Д-90 (8НДВ)	300Д-90 (12НДС)	350Д-90 (14НДС)	300Д-90 (12НДС)	АНД-200Д-90 (8НДВ)	200Д-90 (8НДВ)
Привод	Дизель Д-160	Электродвигатель	—	—	Дизель Д-160	Электродвиг.
мощность, кВт (л. с.)	2х75 (2х100)	250	315	250	75 (100)	75
Подача воды, м ³ /ч	500	1080	1250	1080	—	500
Гидравшерд	ВГ-1000	ВГ-1200	ВГ-1700	ВГ-1200	—	—
размер перфорации, мм	50, 100	60, 100	100, 125	60, 100	40	—
Бункер	—	—	загрузочный	—	—	—
размер отверстий решетки, мм	110	130	150	130	40	—
Пластичный грюхот «Деро-сер»	—	—	—	—	—	—
Установка гидромониторная, тип ГМН-250С	ГМН-250С	ГМН-250С	ГМН-250С	ГМН-250С	ГМН-250С	ГМН-250С
Расход воды, м ³ /ч	380–1530	380–1530	380–1530	380–1530	—	—
Шлюз глубокого наполнения, тип ШГ-720	ШГ-1000	ШГ-1250	—	ШГМ-6х700	ШГМ	—
Шлюз мелкого наполнения, тип	—	—	—	-20	-40	-50
размер фракции, мм	—	—	—	—	—	—
Шлюз ливодочный, тип	—	—	—	ШЛД-1-580	—	—
Агрегат барабанный, тип	—	—	—	АБГ-75	—	—
Пропускная способность, м ³ /ч	—	—	—	75	—	—

<i>Отвалообразователь звеньевой поворотный, тип</i>				<i>ОЗП-800</i>		
<i>Общая установочная мощность двигателей, кВт</i>	250	315	283			
<i>Масса, т</i>	27	28	30	49	13,5	18,6

Краткая техническая характеристика современных отечественных многоковшовых драг

	Локомотив	80Д	150Д	250Д	250ДС	ОМ-431
<i>Вместимость ковшей, л</i>	80	150	250	250		380
<i>Количество ковшей в цепи</i>	72	77	84	70		121
<i>Количество черпаний в минуту</i>	14-32	21-30	До 35	До 30		22
<i>Мощность россыпи, срабатываемая черпаками, м:</i>						
<i>общая</i>	7	11	15,5	16		34
<i>подвальная</i>	6	9	12	12		30
<i>Часовая производительность, м³</i>	100	180	320	350		400
<i>Установленная мощность электродвигателей, кВт</i>	392	800	1590	1871		2110
<i>Основные размеры, м:</i>						
<i>длина</i>	50	74,6	92	93		156,2
<i>ширина</i>	16	24,5	26	31		35,9
<i>высота до днища</i>	17	21,6	25,7	29,2		39
<i>Глубина осадки понтона в рабочем состоянии, м</i>	1,75	1,8	2	2,5		2,7
<i>Масса драги, т</i>	390	912	1394	1950		3252
<i>Водоизмещение в рабочем состоянии, т</i>	420	990	1500	2105		3480

Таблица V.11

Техническая характеристика насосных агрегатов

Показатель	АН-200 К290/30 (8К-12)		АН-200 Д90 (8НДВ)		АНД- 200Д90 (8НДВ)		ДНУ «Исток» (12НДС)		ДНУ «Исток» (12НДС)		АН-300Д70 (12НДС) (14НДС)	
	1 исп.	2 исп.	1 исп.	2 исп.	3 исп.	1 исп.	2 исп.	3 исп.	1 исп.	2 исп.	1 исп.	2 исп.
Тип основного насоса	K290/30 (8К-12)		200Д90 (8НДВ)			300Д70 (12НДС)		300Д70 (12НДС)			350Д90 (14 НДС)	
Мощность двигателя, кВт	37	75	121			250–276	250	250	110		315	160
Подача, м ³ /ч	290	500	576			720	1080	1080	800		1260	1080
Напор, м. вод. ст.	30	39	53			70–90	68	68	28		76	40
Тип привода	Электродвигатель	Дизель	Дизель В-400 К2								Электродвигатель	
Тип вспомогательного насоса		K160/30 У2(6К-8)							K160/30У2 (6К-8)		K160/30У2 НЦС-3 (6К-8)	
Мощность двигателя, кВт		30							30		30	4
Подача, м ³ /ч		160							160		160	8–60
Напор, м. вод. ст.		30							30		30	4,3–21,7
Масса, т	1,57	3,86	6,35						5,5	5,2	3,9	6,6
												4,8

Таблица V.12

Дизель-электрические агрегаты

Показатель	АСДА-100 (У34-100)*	АСДА-200 (У36-200)*	АГУ-60С	ДГУ-100С	ДЭА «Исток»-Э)	АД100С- Т400-1Р	ЭД100-Т400- 1РП
Номинальная мощность, кВт	100	200	60	100	200	100	100
Род тока							
Напряжение, В			230/400	230/400	400	400	400
Частота, Гц			50	50	50	50	50
Номинальная скорость вращения генератора, об/мин			1500	1500	1500-1750		
Первичный двигатель (дизель)	1Д6БГ	1Д12В-300КС1*	Д-160-1Б	Д-160-03Г	В-400К-2		
Эксплуатационная мощность, кВт			80	132	250-276		
Удельный расход топлива, г/кВт·ч			224	224	235		
Пусковое устройство			Электростартер (24В, 8 кВт), Пусковой двигатель (13,25 кВт)				
Степень автоматизации	2-я	2-я				1-я	1-я
Охлаждение						Воздушное (радиаторное)	Воздушное (радиаторное с подогревом)
Масса установки, кг	ОАО «Барнаултрансмаш»		3400	3850	6100		
Завод-изготовитель	(г. Барнаул)	(г. Челябинск)	ОАО «Челябинский тракторный завод» (г. Челябинск)	ОАО «Промтрактор» (г. Чебоксары)	ОАО «Электроагрегат» (г. Курск)		

* Обозначение на предприятии-изготовителе.

**Техническая характеристика водяных центробежных насосных установок
и землесосов**

Марка насоса	Производительность, (Q_n)		Полный напор (H_n), м	Число оборотов в мин.	Мощность (N), кВт		КПД насоса (η_n)	Высота всасыв., (H_s), м	Диам. рабоч. колеса, мм
	м ³ /ч	л/с			на валу насоса	на валу эл. двиг.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6НДВ	360	100	46	1450	60,5	75	75	4,0	405
	360	100	33		45,6	55	71	4,0	360
	300	84	44		47,9	55	76	5,2	380
	300	84	38		42,7	55	74	5,2	360
	216	60	48		40,5	55	70	5,5	380
	216	60	42		35,3	40	71	5,5	360
8НДВ	600	165	35	960	72	100	79	3,8	525
	500	140	39		66	75	81	5,5	525
	500	140	28		48,5	55	79	5,5	470
	400	100	42		59	75	78	6,5	525
	400	110	32		44	55	79	6,5	470
8НДВ	720	200	89	1450	216	240	81	1,4	525
	720	200	67		166	180	80	1,4	470
	540	150	94		178	195	78	4,0	525
	540	150	74		138	160	79	4,0	470
12НДС	1000	280	24	960	79	100	85	5	460
	900	250	22		62,5	75	86	6	430
	900	250	18		53	75	83	6	400
	800	220	28		70	100	87	6	460
	720	200	25		56,7	75	87	6	430
	720	200	21		47,9	55	87	6	400
	650	280			63,4	75	84	6	460
	600	165			52,3	75	84	6	430
12НДС	1260	350	64	1450	250	270	88	3,6	460
	1260	350	44		180	190	84	3,6	400
	1080	300	68		230	260	87	4,8	460
	1080	300	48		162	190	87	4,8	400
	900	250	70		206	225	83	5,0	460
	900	250	51		148	160	84	5,0	400
14НДС	1800	500	86	1450	478	500	88,5	0,5	540
	1620	450	90		447	500	89	2,0	540
	1620	450	78		386	410	89	2,0	510
	1620	450	68		342	390	88	2,0	480
	1260	350	96		394	410	84,5	4,0	540
	1260	350	85		346	390	85	4,0	510

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1260	350	76		305	350	85	4,0	480
	1080	300	76		280	300	82	4,8	480
16НДН	1620	450	13	730	20	100	81	6,5	460
	1530	425	9		47	55	86	6,7	410
	1170	325	17		68	75	78	7,4	460
	1080	300	12		40	55	82	7,5	410
16НДН	2070	575	18	960	125	140	83	4,7	460
	1890	525	15		90	100	87	5,3	410
	1440	400	23		120	140	77	6,2	460
	1260	350	19		85	100	78	6,3	410
Землесос									
3ГМ-2М	1900	528	63	735	—	570	72	5,7	850
12ГруЛ-12	1320	370	28	750	—	250	67	7,4	650
12ГруТ-8	1320	370	58	730	—	500	66	7,0	840

Таблица V.14

Техническая характеристика скреперных установок

Показатель	30ЛС-2С	55ЛС-2С	75ЛС-2С	100ЛС-2С
Тяговое усилие каната, кН:				
рабочего	28	45	63	80
холостого	20	32	45	60
Скорость движения каната, м/с:				
рабочего	1,2	1,32	1,32	1,32
холостого	1,65	1,80	1,82	1,82
Диаметр каната, мм:				
рабочего	16,5	20	22,5	25
холостого	15	17,5	20	21,5
Размеры барабана, мм:				
диаметр	300	360	500	500
ширина	170	200	256	256
Канатоемкость барабана, м				
рабочего	85	100	160	120
холостого	95	135	200	155
Электродвигатель, тип	АО2-72-4	АО2-82-4	АО2-2-91-4	АО2-92-4
Мощность электродвигателя, кВт	30	55	75	100
Размеры лебедки, мм:				
длина	1720	2100	2400	2450
ширина	855	1100	1300	1300
высота	860	1000	1250	1250
Масса лебедки, кг	1200	2215	3550	2655

Таблица V.15

Техническая характеристика скреперных ковшов

Марка	Вместимость, м ³	Основные размеры, мм			Масса, кг	Лебедка	Назначение
		длина	ширина	высота			
СШЛ-1	1	1670	1600	550	270	30ЛС-2С	Доставка песков в лавах
СШЛ-2	2	2000	2500	600	600	55ЛС-2С	
СЯЛ-1	1	1450	1600	550	270	100ЛС-2С	
СЯЛ-2	2	1900	2500	600	600	30ЛС-2С	То же
СЯ-0,75	0,75	1000	1200	510	350	55ЛС-2С	Зачистка лавы, транспортировка по выработкам
СЯ-1,25	1,25	1600	1400	700	300	30ЛС-2С	Транспортировка по выработкам
СЯ-2,5	2,5	2000	1700	900	500	55ЛС-2С	То же

Таблица V.16

Техническая характеристика перфораторов

Показатель	ПП63 П2	ПП63 С2Р	ПП63 В
Масса, кг	30	30	30
Длина, мм	700	695	690
Форма и размеры хвостовика, мм	Ø25	Шестигранная S=25	Шестигранная S=25
Расход воздуха, м ³ /мин			
на работу	3,0	3,0	3,0
на продувку	0–1,2	0–1,5	0–0,5
Среднее число ударов в минуту	1700	1700	1700
Работа удара, кгс·м	5,5–6	5,5–6	5,5–6
Относительная скорость бурения, %	100–145	100	30–100

Таблица V.17

Техническая характеристика конвейеров

Показатель	КЛШ-500	КЛЗ-500
Максимальная производительность, м ³ /ч	250	250
Расстояние транспортировки по горизонтали при максимальной нагрузке, м	200	400
Ширина ленты, мм	1000	1000
Скорость движения ленты, м/с	2,26	2,26
Натяжное устройство	Винтовое Желобчатый	Винтовое Желобчатый
Профиль сечения рабочей ленты	Упругая подвеска	Упругая подвеска
Крепление верхних роликов		
Ход натяжного устройства, мм	1000	1000
Мощность электродвигателя, кВт	75	75
Масса (с лентой), т	28,2	37,7

Таблица V.18
Техническая характеристика вентиляторов главного и частичного проветривания для россыпных шахт

Показатель	Главного проветривания						Частичного проветривания					
	Центробежные			Оевые			BM3-5			BM3-6		
БИЛ-10	БИЛ-15	БИЛ-11	БИЛ-16	БОК-1	БОК-1,5	БОК-1,1	БОЛ-16	БОЛ-11	БОК-1,5	БМ-4М	БМ-5М	БМ-6
Диаметр рабочего колеса, мм	1000	1500	1100	1600	1000	1000	1500	1100	1600	400	510	600
Частота вращения, об/мин	970	730	1460	980	1470	1470	980	1420	960	2880	2950	2950
Производительность, м ³ /с	4,5–20	2–20	12–43	6–20	5–21	11–47	15	32	0,9–2,2	1,3–4,1	1,67	3,0
Давление, кгс/м ²	40–320	40–320	20–380	20–350	55–145	85–280	60–275	40–110	50–185	85–255	118	180
Мощность двигателя, кВт	14	55	55	125	40	75	75	55	75	2,2	5,5	14,5
Максимальный к.п.д.	0,79	0,79	0,85	0,85	0,72	0,75	0,72	0,77	0,8	0,59	0,61	0,62
Размеры, м:												
длина	2965	4020	4260	3500	4100	4560	4560	6760	3350	4900	510	610
ширина	1680	2510	3475	3100	1405	1405	1698	1925	–	–	555	620
высота	2005	2835	2375	3390	1700	1700	2100	–	–	565	640	780
Масса, кг	1480	3297	2281	3537	1817	2270	3023	3275	2300	3500	88	175
										265	88	192
											283	

Таблица №19

Техническая характеристика отсадочных машин

Показатель	МОД-1 (МО-0,6)	МОД-М (47Б-ОТ)	МОД-2 (47Б-ОТ)	МОД-2М (48Б-ОТ)	МОД-3 (ОМСД-2)	МОД-4М (ОМСД-2)	МОД-0,2 МОП-0,2
Число камер	2	2	2	2	3	4	2
Сечение камеры, м	0,6x0,6	0,09x0,125	1x1,06	1x1,06	1,06x1,06	0,3x0,3	0,2x0,5
Полезная площадь одной камеры, м ²	0,36	0,095; 0,140	1	1	1	1	0,09
Наибольшая крупность материала питания, мм	10-15	До 10	15	До 30	15	30	8
Длина хода диафрагмы (конуса) или поршня, мм	0-16	6-9	2-40	42-45	2-40	До 75	2-21
Число ходов диафрагмы или поршня в минуту	475; 825	270; 410; 610	130; 164; 236; 294	130-170	197; 348	130-350	0-70
Производительность, м ³ /ч	6	0,06	5	До 5	7	До 10	0,5
Мощность электродвигателя, кВт	2,8		2,2	2,2	2,2x2	2,2x2	0,4
Частота вращения вала, об/мин	950		75	750	75	1000	1460
Габаритные размеры, м	2x0,9x1,7	0,7x0,7x1	2,4x1,3x2	3,7x1,3x2	3,2x2,5x1,9	1x0,7x0,9	
Масса, кг	692	115	1460		2440	3360	170
							378

Глава VI

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ТИПЫ И СТРОЕНИЕ РОССЫПЕЙ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ

Россыпи являются вторичными месторождениями, так как они образуются в результате разрушения пород и рудных тел, содержащих полезные минералы.

В россыпях в виде зерен или кристаллов сохраняются наиболее устойчивые к процессам выветривания и имеющие большой удельный вес минералы – золото, платина, кассiterит, вольфрамит, шеелит, ильменит, моноцит, циркон, гранат, рубин, tantalит, колумбит, алмаз и др.

ТИПЫ РОССЫПЕЙ

По условиям образования россыпи подразделяются на следующие типы:

1. Элювиальные – залегают на месте образования, т. е. непосредственно над коренными источниками. Представляют собой плоские залижи, соответствующие по форме выходу коренного месторождения на дневную поверхность.

Обломочный материал россыпи не окатан и является результатом разрушения подстилающих пород и руд. Полезные компоненты также не окатаны, часто наблюдаются сростки с жильными минералами. Мощность отложений обычно незначительна, иногда достигает 1–2 м и более.

2. Делювиальные – располагаются на склонах возвышенностей, обычно несколько вытянуты по падению склона и расширяются у его подножия. Обломочный материал несколько перемещен от коренных источников, но плохо окатан, слабо сортирован и по составу соответствует подстилающим породам. Полезные минералы имеют слабую окатанность. Мощность отложений обычно незначительная (1–3 м), однако у подножия склонов может достигать 20–30 м.

3. Аллювиальные – формируются в результате деятельности руслоных водных потоков. Они отличаются хорошей окатанностью материала, его сортированностью по крупности и удельному весу и слоистостью. Состав обломочного материала разнообразен. Полезные минералы обычно окатаны. По условиям залегания и расположению относительно русла аллювиальные россыпи делятся на четыре группы:

русловые – залегают в русле водного потока или непосредственно

под ним. Для русловых россыпей характерны незначительная мощность рыхлых отложений, преобладание крупного гравийно-галечного материала, наличие валунов и глыб. Размеры россыпей весьма непостоянны;

косовые – залегают на косах, галечных островах и отмелях крупных водных потоков. Отложения представлены песчано-гравийно-галечным материалом, иногда присутствуют валуны. Характерны мелкие размеры зерен полезных минералов, особенно золота и платины. Мощность отложений обычно возрастает от головной части косы к хвостовой, от краевых частей к осевым и колеблется от 0,5 до 8 м и более;

долинные – залегают в современной долине независимо от русла, часто в стороне от него. Гранулометрический состав рыхлых отложений отличается большим разнообразием и зависит от уклона плотника. Крупность зерен полезных минералов также различна. Мощность отложений колеблется от 5 до 30 м, а иногда и более. Характерна концентрация полезных компонентов в нижней (приплотниковой) части россыпи. В плане россыпи представляют собой лentoобразные залежи, состоящие из одной или нескольких обогащенных струй;

террасовые – залегают на террасах речных долин. Число террасовых россыпей в пределах одной долины может быть различным, а размеры их определяются размерами и сохранностью террас, на которых они расположены. Мощность рыхлых отложений непостоянна, обычно составляет 5–10 м и более.

4. Аллювиально-делювиальные (ложковые) – залегают в долинах логов и мелких ключей с непостоянным водотоком. Обломочный материал слабо сортирован, состав разнообразен, окатанность различна. По форме россыпи представляют собой лentoобразные залежи.

В последнее время недоработки прошлых лет, а также хвости промывки, содержащие полезные ископаемые и представляющие промышленный интерес, стали называть техногенными россыпями.

По возрасту россыпи разделяются на три группы:

четвертичные (новые) – приурочены к современным речным долинам, морским и озерным прибрежным зонам; залегают горизонтально; слагающие их отложения обычно рыхлые, как исключение – сцепментированные;

мезозойские и третичные (древние) – располагаются в депрессиях или отмерших участках древней гидросети. Слагающие их отложения либо рыхлые, либо сцепментированные. Залегают горизонтально, редко наклонно;

допалеозойские и палеозойские (ископаемые) – встречаются на плоских водоразделах, в депрессиях и в долинах под толщей четвертичных

отложений. Представлены конгломератами, гравелитами, реже песчаниками. Залегают так же, как вмещающие их породы.

СТРОЕНИЕ РОССЫПЕЙ

В строении россыпей различают основные элементы: торфа, песка и плотик.

Под торфами понимают преимущественно песчано-глинистые или галечниковые отложения, не содержащие полезных минералов в промышленных количествах. Мощность торфов в зависимости от типа россыпи и условий ее образования различна. В элювиальных россыпях она незначительна, а в аллювиальных может достигать десятков и даже сотен метров.

Пески – глинисто-песчано-галечниковые отложения, иногда со щебнем и валунами и часто с элювием коренных пород, содержащие полезные минералы в промышленных количествах. В большинстве случаев пески залегают в нижней части россыпи, включая нижнюю часть рыхлых отложений, элювий и верхнюю часть коренных пород. Иногда пласт песков целиком располагается либо в рыхлых отложениях, либо в коренных породах (трещиноватых). Мощность песков бывает самой разнообразной – от нескольких сантиметров до десятков метров. Торфа и пески по литологическому составу не всегда четко отделяются друг от друга. В значительной степени эти понятия условны.

К плотику обычно относят коренные породы, подстилающие россыпь. Характер плотика может оказывать большое влияние на распределение полезного компонента. Породы, весьма благоприятные для его улавливания (трещиноватые глинистые сланцы или карстовые известняки), задерживают большую часть полезного компонента еще в процессе передвижения, что обедняет аллювиальную часть пласта (рис. VI.1).

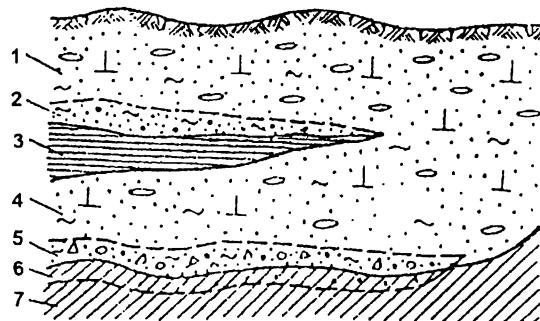
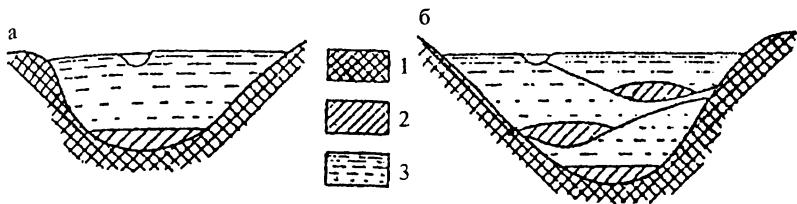


Рис. VI.1. Элементы россыпи:

1, 4 – торфа; 2, 5 – пески (золотоносный пласт); 3 – ложный плотик; 6 – плотик; 7 – коренные породы



*Рис. VI.2. Поперечный разрез россыпи:
а – простой; б – сложной; 1 – плотик; 2 – пески; 3 – торфа*

Иногда россыпь состоит из нескольких горизонтов песков, залегающих один над другим. В этих случаях верхние пески залегают на ложных плотиках, представленных обычно глинистыми отложениями. Такие россыпи называют сложными (рис. VI.2, б).

От плотика следует отличать полотно россыпи, под которым понимается поверхность, ограничивающая снизу промышленный пласт.

В зависимости от водного режима и температуры различают три основных состояния отложений: водные талики, безводные или сухие талики, мерзлые отложения.

Мерзлые галечники без мелкого связывающего материала и легко рассыпающиеся называются сушенцами. Они или отложились в таком состоянии, или (чаще) образовались позже в результате вымывания из галечников мелких частиц водами, циркулирующими в толще этих образований.

Глава VII

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД, СЛАГАЮЩИХ РОССЫПИ, И ПАРАМЕТРЫ РОССЫПЕЙ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД

Продукты разрушения горных пород, из которых состоят наносные отложения россыпей, классифицируются в зависимости от крупности по Ю. А. Билибину (табл. VII.1). Если в наносных отложениях преобладают мелкий булыжник и песок, их называют галечниками, или речниками. В случае преобладания песчаных фракций породы называют песками, а при небольшой примеси глинистых фракций – супесями. Когда преобладают глинистые частицы, отложения называют суглинками. Кроме того, породы часто бывают представлены слоями ила и глины. Валуны и булыжник могут встречаться во всех перечисленных отложениях в различных количествах. При содержании в породах 15, 25 и более 25% валунов, они называются соответственно слабовалунистые, валунистые и сильновалунистые. С увеличением содержания глинистых частиц в наносных отложениях их размыв затрудняется. По этому признаку речники и песчаные породы относят к промывистым, легкие суглинистые породы – к среднепромывистым, тяжелые суглинистые и глинистые породы – к труднопромывистым.

Таблица VII.1

Классификация пород в зависимости от фактора крупности

Крупность, см	Наименование продуктов разрушения пород	
	Окатанные	Угловатые
Более 20	Валуны	Валуны (глыбы)
20–10	Булыжник	Крупный щебень
10–5	То же	Средний щебень
5–1	Галька	Мелкий щебень
10–2	Гравий (эфель)	Дресва
2–1	Грубозернистый песок	–
1–0,5	Крупнозернистый песок	–
0,25–0,1	Мелкозернистый песок	–
0,1–0,01	Ил	–
Менее 0,01	Глина	–

По гранулометрическому составу различают россыпи каменистые (выход гальки 60%) и средней каменистости (выход гальки 30–60%). При наличии наиболее крупных включений россыпи называют валунистыми.

ПАРАМЕТРЫ РОССЫПИ

К параметрам россыпи относят падение, простирание и мощность.

Падение россыпи соответствует основному направлению движения водного потока, образовавшего россыпь. Протяженность россыпи по падению является ее длиной.

Простирание россыпи перпендикулярно основному направлению движения водного потока. Протяженность россыпи по простиранию является ее шириной.

Мощность (глубина) россыпи – расстояние по вертикали от ее поверхности до плотника. Расстояние от поверхности до кровли пласта песков является глубиной залегания пласта.

Границы россыпи по ширине и длине называют контуром. Различают геологический, балансовый и промышленный контуры.

Длина россыпи колеблется от 0,5 до нескольких десятков километров, ширина – от 10 до нескольких сотен метров. Мощность рыхлых отложений колеблется от 1 до 100 м. Преобладающая мощность торфов 4–5 м.

По ширине россыпи разделяют на очень узкие (до 20 м), узкие (20–50 м), средние (50–150 м), широкие (150–500 м), очень широкие (более 500 м).

По глубине россыпи разделяют на мелкие (менее 3 м), очень неглубокие (3–6 м), неглубокие (6–12 м), средней глубины (12–20 м), глубокие (20–50 м), очень глубокие (более 50 м). На Северо-Востоке страны открытым способом разрабатывают в основном россыпи глубиной до 5 м, реже до 10–15 м.

Мощность пласта песков изменяется обычно в пределах 0,2–3 м и только в отдельных местах увеличивается до 5 м и более. В основном мощность продуктивного пласта колеблется от 1 до 1,5 м. Для россыпей, расположенных в полярных районах, характерно увеличение мощности песков в среднем до 2–2,5 м, а на некоторых россыпях до 4–5 м.

Глава VIII

РАЗВЕДКА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

РАЗВЕДКУ РОССЫПЕЙ осуществляют проходкой и опробованием траншей, шахт с рассечками, шурфов и буровых скважин.

При выборе рационального способа разведки, кроме глубины залегания продуктивного пласта и степени обводненности, необходимо учитывать крупность полезного компонента, литологический и гранулометрический состав рыхлых отложений, наличие мерзлоты, а также освоенность района работ.

Наиболее достоверные результаты дает разведка траншеями и шахтами с рассечками, поскольку при этом можно получить пробы наибольшего объема. Пробы из шурfov также более представительны, чем пробы из скважин. Выбор типа разведочных выработок определяется глубиной залегания продуктивного пласта и водоносностью рыхлых отложений.

В настоящее время наиболее распространена разведка скважинами ударно-канатного бурения диаметром 200 мм.

Недостаточная достоверность буровой разведки вызывает необходимость контроля и введения поправочных коэффициентов к данным бурения.

Крупность полезного компонента оказывает существенное влияние на достоверность результатов опробования. При большой крупности не только в буровую скважину, но иногда и в пробу из шурфа может не попасть ни одного зерна и проба окажется пустой. В этом случае необходимо буровые скважины по возможности заменять шурфами или разведочными шахтами с рассечками.

Разведочные линии следует задавать поперек оси направления долины или поперек оси россыпи. Разбивка линий производится при помощи горного компаса, буссоли или другого угломерного инструмента с обязательным определением азимута линии. Расстояние между линиями и выработками измеряют с помощью мерной ленты или рулетки.

Нумерацию линий ведут отдельно для каждого объекта (ключа, реки) — от устья вверх по долине. Номер линии обозначает целое число сотен метров от устья ключа или речки до следующей линии. В случае если ключ

проходит по долине главного водотока на значительном протяжении, пример долины ключа производится от створа собственной долины.

Выработки в линиях нумеруют слева направо. За нулевую точку принимают подножие левого увала. Номер выработки соответствует целому десятку метров от нулевой точки до выработки. Указанная методика обеспечивает правильный порядок нумерации.

Плотность разведочной сети при разведке россыпей золота и объемы разведочных проб приведены в табл. VIII.1–VIII.3.

Таблица VIII.1

Плотность разведочной сети при разведке россыпей золота скважинами ударно-канатного бурения

Группа место-рождений по ГКЗ	Характеристика и морфологический тип россыпи	Расстояние (м) для категории			
		B		C ₁	
		между линиями	между выработками	между линиями	между выработками
I	Очень крупные россыпи с относительно равномерным распределением золота	300–400	20–40	600–800	20–40
II	Крупные россыпи с неравномерным распределением золота. Долинные, террасовые, погребенные	150–200	10–20	300–400	20–40
III	Россыпи среднего размера и крупные, но не выдержаные по ширине и с очень неравномерным распределением золота. Долинные, террасовые, погребенные	—	—	100–200	10–20

Таблица VIII.2

Плотность разведочной сети при разведке россыпей траншеями

Группа россыпей	Ширина россыпи, м	Категория В				Категория С ₁			
		Расстояние между траншеями, м	Длина секции при валовом опробовании, м	Расстояние между бороздо-выми про-бами, м	Расстояние между траншеями, м	Длина секции при валовом опробовании, м	Расстояние между бороздо-выми про-бами, м		
II	До 50	100–200	10	5–10	200–400	10–20	5–10	10	10
	50–100	150–250	20	10	300–500	20	10		
	Более 100	200–400	20–40	10–20	400–600	20–40	20		
III	До 50	—	—	—	100–200	10–20	5–10	10	10
	50–100	—	—	—	200–300	20	10		
	Более 100	—	—	—	200–400	20–40	10–20		

Таблица VIII.3

Примерные объемы разведочных проб и расстояние между местами их отбора

Вид разведочной выработки и способ проходки	Способ опробования и объем пробы	Для россыпных месторождений золота
Траншеи и канавы: проходка землеройными машинами	<i>Валовой в комплексе с бороздовым</i> Объем валовой пробы на 1 м траншеи, м ³ Объем пробы из секции борозды, м ³ Расстояние между бороздами, м	0,1–0,5 0,04–0,08 10–20
Шахты с рассечками	<i>Валовой в комплексе с бороздовым</i> Объем валовой пробы, м ³ Расстояние между местами отбора валовых проб, м Объем пробы из секции борозды, м ³ Расстояние между бороздами, м <i>Бороздовой</i> Объем пробы из секции борозды, м ³ Расстояние между бороздами, м	0,2–0,5 10–20 0,02–0,04 10–20 0,04–0,08 10–20
Шурфы	<i>Задирковый</i> Объем пробы из пласта, м ³ <i>Бороздовой</i> Объем пробы из секции борозды, м ³ <i>Валовой</i> Объем пробы, м ³	0,04–0,06 0,04–0,1 0,01–0,5
Скважины ударно-канатного бурения	<i>Валовой</i> Объем пробы Интервал углубки, м	Весь 0,2–0,4

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ – заключительная стадия всего комплекса работ, связанных с разведкой и изучением месторождения; задачей подсчета запасов является определение качества и количества полезного ископаемого.

Запасы россыпного золота подразделяются:

- по степени изученности – на три категории: В, С₁ и С₂;
- по экономическому значению (пригодности для разработки) – на балансовые и забалансовые;
- по способам разработки месторождений – для добычи с раздельной выемкой (запасы для открытых и подземных работ), для добычи со сплошной выемкой (запасы для дражных и гидравлических работ);
- по степени освоенности – на разведываемые, разведанные и эксплуатируемые.

Запасы золота подсчитывают в химически чистом металле. Содержание золота исчисляется в граммах на кубометр.

Для подсчета запасов россыпных месторождений наиболее простыми и дающими удовлетворительные результаты являются методы линейный и геологических блоков.

Линейный метод (метод разрезов) – блокирование промышленной части россыпи во влиянии каждой пары соседних разведочных линий и распространение средних данных обеих линий на блок подсчета, заключенный между ними.

Метод геологических блоков заключается в оконтуривании общей площади россыпи или отдельных участков ее с однородным геологическим строением и равной степенью разведенности. Этот метод применяется при разведке россыпных месторождений с весьма неравномерным (гнездовым) распределением полезного компонента квадратной или ромбической сетью. Плотность разведочной сети принимается близкой к плотности линейной сети для россыпей соответствующей группы и категории запасов.

Последовательность подсчета запасов следующая: вычисление средних показателей по разведочным выработкам, оконтуривание продуктивного пласта в разрезе и плане, определение запасов в блоках и в целом по месторождению.

Наиболее ответственно вычисление средних показателей по выработкам. Расчеты сводятся к определению средних содержаний по интервалам опробования, вычислению мощности торфов и песков, средних содержаний и вертикальных запасов в песках и горной массе.

При подсчете содержания по интервалам опробования учитывают коэффициент разрыхления пород и поправку на каменистость и льдистость отложений.

Подсчет запасов состоит из следующих операций:

1. Суммирование мощности торфов, песков и вертикальных запасов по выработкам в каждом блоке.

2. Вычисление средней мощности торфов и песков, средней глубины выемки и содержания металла в каждом блоке.

3. Вычисление объемов торфов, песков и запаса металла в каждом блоке.

4. Суммирование площадей, объемов торфов, песков и запаса металла по россыпи.

5. Вычисление средней мощности торфов, песков и среднего содержания по россыпи.

Средние мощности торфов и песков в блоке вычисляются среднедарифметически по формуле:

$$m_{\text{ср}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n},$$

где m_1, m_2, m_n – мощность торфов и песков по выработкам, участвующим в подсчете запасов по блоку, м; n – количество выработок в блоке подсчета.

Среднее содержание в линейном блоке подсчета определяется по формуле:

$$C_{\text{ср}} = \frac{W_1 + W_2 + \dots + W_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

где W_1, W_2, W_n – вертикальные запасы по выработкам, участвующим в подсчете запасов по блоку; m_1, m_2, m_n – мощности пласта песков по соответствующим выработкам.

Объемы торфов и песков в блоке подсчета определяют умножением площади блока на соответствующую среднюю мощность.

Запас металла в блоке определяют умножением объема песков на среднее содержание.

Запас металла, площадь, объемы торфов и песков или горной массы по россыпи в целом определяют суммированием соответствующих блочных данных. Средние данные по россыпи определяют средним взвешиванием, т. е. делением для среднего содержания – суммарного запаса металла на суммарный объем песков или суммарного запаса металла на

суммарный объем горной массы, для средних мощностей торфов и песков – суммарного объема торфов и песков на площадь, для средней глубины выемки – горной массы на площадь.

По эксплуатируемым россыпям определяют поправочные коэффициенты по пескам, среднему содержанию и металлу, сопоставляя эксплуатационные данные с полными разведочными данными.

Поправочные коэффициенты – это отношение фактических данных, полученных в процессе добычи, к разведочным. Наибольшее значение имеет коэффициент по металлу (коэффициент намыва), который выражается отношением:

$$K_m = M_{\text{з}} / M_p,$$

где K_m – коэффициент намыва металла; $M_{\text{з}}$, M_p – количество металла соответственно фактически полученное от эксплуатации и подсчитанное по данным разведки.

Коэффициент намыва находится в прямой зависимости от коэффициентов по пескам и среднему содержанию:

$$K_m = K_n K_c,$$

где K_n , K_c – коэффициенты соответственно по пескам и по среднему содержанию.

Поправочные коэффициенты определяют сравнением эксплуатационных и разведочных данных только по тем разведочным выработкам или пробам, во влиянии которых находится отработанная площадь.

Глава IX

ПОДГОТОВКА ПОРОД К ВЫЕМКЕ

Почти повсеместное размещение россыпных месторождений Колымы в зоне многолетнемерзлых пород обуславливает необходимость предварительной их подготовки к выемке.

Различают подготовку пород к выемке естественным оттаиванием, буровзрывным способом, механическим рыхлением, а также комбинированным способом.

Выбор способа подготовки зависит от многих факторов – климатических, гидрологических, временных, физико-механических свойств породы в талом и мерзлом состоянии (табл. IX. 1).

Таблица IX.1

Основные физико-химические характеристики мерзлых крупнообломочных пород

Порода	Фракция, %		Влажность, %		Объемная масса, г/см ³		Пористость	
	> 2 мм	< 2 мм	породы	заполнителя	породы	заполнителя	породы	заполнителя
Супесчаный щебень	43–63	37–57	13–16	26–38	2,15	1,85	0,29	0,48
Песчаный галечник	57–79	21–43	7–14	26–44	2,28	1,83	0,22	0,50
Щебень и дресва с песчаным заполнителем	71–87	13–29	6–12	21–87	2,25	1,72	0,20	0,51
Гравий и галька с песчаным заполнителем	72–85	15–28	10–14	39–90	2,16	1,53	0,26	0,63
Гравий с галькой	100	–	18	0	2,04	–	0,33	–
Гравий и галька с примесью супеси	95	5	17	34	2,07	1,09	0,32	0,91
Гравий и галька с супесчаным заполнителем	80	20	15	73	2,12	1,49	0,29	0,68
Гравий и галька плотного сложения с супесчаным заполнителем	70	30	12	41	2,18	1,73	0,26	0,55
Супесчаный гравий с галькой	52	48	13	27	2,18	1,91	0,27	0,45
Песчаный гравий с галькой	52	48	13	27	2,17	1,90	0,28	0,44
Суглинистый гравий с галькой	52	48	14	28	1,16	1,89	0,28	0,45

1. ЕСТЕСТВЕННОЕ ОТТАИВАНИЕ

Естественное оттаивание сезонно-многолетнемерзлых пород – самый простой, не требующий трудовых и экономических затрат способ. Однако возможности его в условиях непродолжительного северного лета довольно ограничены.

Наиболее распространенным и эффективным является послойное оттаивание, т. е. периодическое удаление талого теплоизолирующего слоя с поверхности мерзлых пород. В то же время породы, оттаивая, препятствуют проникновению тепла в мерзлый массив.

Глубина оттаивания, зависящая от этих факторов, приведена на рис. XI.1.

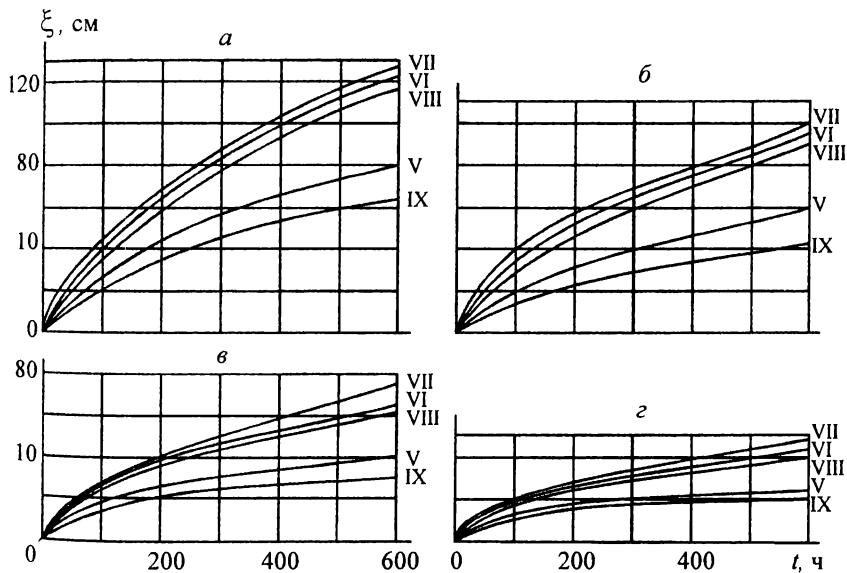


Рис. XI.1. Расчетные графики для определения мощности талого слоя пород (ξ) в зависимости от времени оттаивания (t) во внутренконтинентальных районах Северо-Востока:

а – гравийно-галечниковые отложения, льдистость $125 \text{ кг}/\text{м}^3$; *б* – то же, льдистость $250 \text{ кг}/\text{м}^3$; *в* – супесь щебенистая, льдистость $400 \text{ кг}/\text{м}^3$; *г* – суглинок оторфованный, льдистость $600 \text{ кг}/\text{м}^3$; V–IX – месяцы

Характеристика пород для теплофизических расчетов послойного оттаивания приведена в табл. IX.2.

Характеристика пород для теплофизических расчетов послойного оттаивания

Порода	Суммарная льдистость, кг/м ³	Теплоемкость пород, ккал/м·°C		Коэффициент теплопроводности, ккал/м·ч·°C
		талых	мерзлых	
Гравий и галька с песчаным заполнителем	125	475	412,5	1,3
То же	250	600	475	1,5
Супесь щебенистая	400	675	475	1,3
Суглинок легкий оторфованный сетчатой текстуры	600	700	450	0,8

2. ГИДРОИГЛОВОЕ ОТТАИВАНИЕ

Гидроигловым (фильтрационно-игловым) оттаиванием принято называть комплекс работ по переводу мерзлых пород в талое состояние за счет теплоотдачи восходящих фильтрационных потоков, которые создают путем нагнетания воды через погруженные на необходимую глубину вертикальные трубы – гидроиглы. Среди способов оттаивания, основанных на конвективном теплообмене, гидроигловой способ является наиболее распространенным (несмотря на относительно высокую трудоемкость). Он дает удовлетворительные результаты в достаточно широком диапазоне мерзлотно-гидрогеологических условий и позволяет в приемлемые сроки оттаивать породы на глубину 40–50 м. Другое его достоинство заключается в возможности управления процессом оттаивания при помощи изменения технологических параметров.

Технология гидроиглового оттаивания предусматривает бурение погружение игл на глубину, равную или несколько меньшую мощности оттаиваемого слоя. Гидроиглы располагают в шахматном порядке на одинаковом расстоянии (l) одна от другой, называемом шагом. Шаг расположения игл выбирают в зависимости от глубины погружения, гранулометрического состава пород, фильтрационных свойств, льдистости. Рекомендуемые значения шага в зависимости от глубины оттаивания приведены в табл. IX.3.

Значения шага в зависимости от глубины оттаивания

Глубина погружения игл, м		Глинистые (вязкие) грунты			Галечные, гравийные, песчаные грунты, щебень		
от	до	Минимальный	Оптимальный	Максимальный	Минимальный	Оптимальный	Максимальный
2,5	4	1,5	2,5	3,0	2,0	3,0	4,0
4,5	7	2,0	3,0	4,0	2,5	4,0	5,0
8,0	11	2,5	4,0	5,3	3,5	4,5	6,4
12,0	17	3,5	5,3	6,4	5,3	6,4	9,0
18,0	29	5,3	7,0	9,0	6,4	9,0	13,0
30,0	45	6,4	10,0	15,0	9,0	12,0	16,0

При этом расстояние между смежными рядами игл составляет $0,866l$, а область влияния одной гидроиглы в плане представляет собой правильный шестиугольник площадью $0,866l^2$. Во время бурения скважины с одновременной подачей воды вокруг гидроиглы образуется узкий столбовидный талик. Поднимаясь по нему, нагнетаемая вода отдает часть тепла окружающим породам. Талая зона постепенно увеличивается (преимущественно в радиальном направлении) до слияния смежных таликов и образования единого талого массива. При действии одиночной гидроиглы в однородном массиве образуется талик грушевидной формы, относительные размеры которого не зависят от температуры воды, продолжительности ее нагнетания и расхода.

Схемы гидроиглового оттаивания и расположения гидроигл приведены на рис. IX.2 и IX.3.

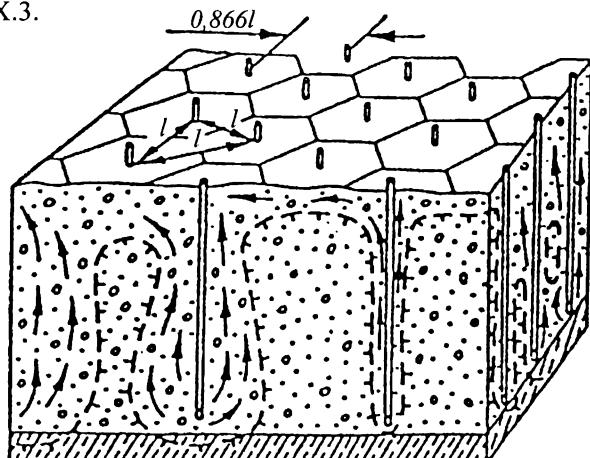


Рис. IX.2. Схема расположения гидроигл на участке оттаивания

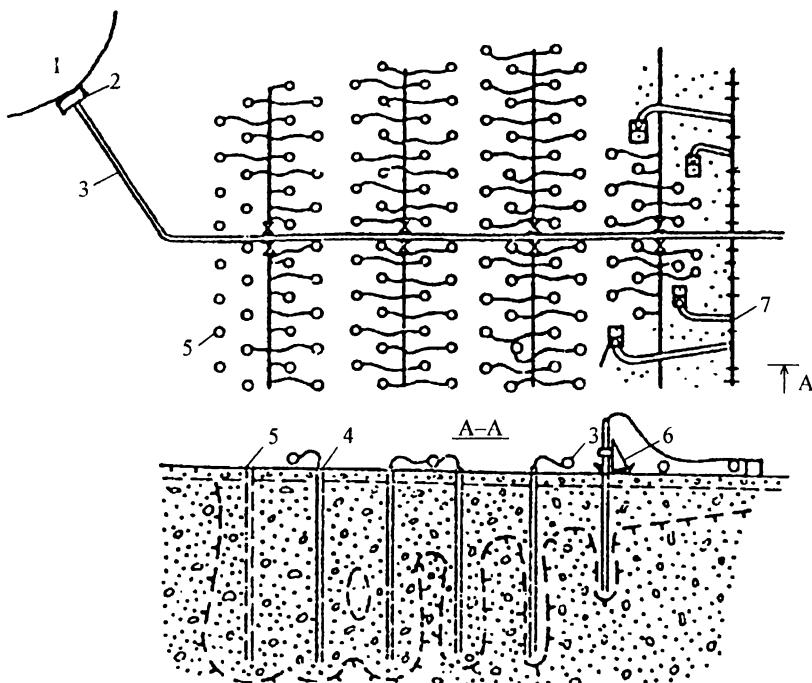


Рис. IX.3. Схема гидроиглового оттаивания:

1 – пруд-отстойник; 2 – насосная станция; 3 – магистральный водовод; 4 – действующие гидроиглы; 5 – скважины, из которых извлечены гидроиглы; 6 – буровой станок; 7 – водовод для снабжения станков водой

Продолжительность оттаивания пород в блоке одной гидроиглы определяется по формуле:

$$T = \frac{0,866 l^2 Z Q_{\text{уд}}}{K_6 W c_b t},$$

где l – расстояние между гидроиглами, м; Z – мощность оттаиваемого слоя, м; c_b – теплоемкость воды, ккал/ $\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$; t – начальная температура воды, $^\circ\text{C}$; W – расход воды на одну иглу, зависящий от l , Z , напора P в разводящей сети, коэффициента фильтрации грунта k и коэффициента гидравлического сопротивления иглы с подводящими шлангами A , $\text{м}^3/\text{ч}$. Его можно определить по номограмме (рис. IX.4);

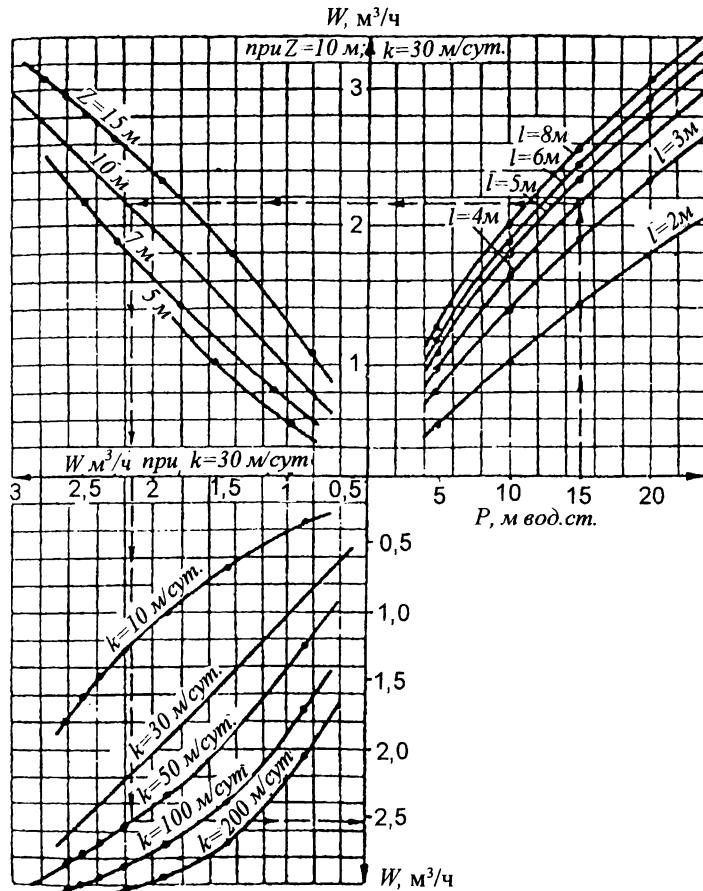


Рис. IX.4. Номограмма определения средневзвешенного расхода W иглы за время ее действия в зависимости от напора воды P в распределителе, шага расстановки игл l , глубины погружения Z и коэффициента фильтрации k . Ход определения поясняется пунктирной линией.

K_6 – коэффициент теплоотдачи восходящего фильтрационного потока, зависящий от средней относительной температуры воды фильтрационного потока у выхода из талика Θ , доли ед. Величина Θ показывает, какая часть начального запаса тепла воды, входящей в грунт с температурой t , выносится без использования выходящей водой с температурой t_e , если температура таяния грунтов t_0 °С, доли ед.

$$K_6 = (1 - \Theta); \quad \Theta = \frac{t - t_e}{t - t_0}.$$

Коэффициент теплоотдачи можно определить по рис. IX.5.

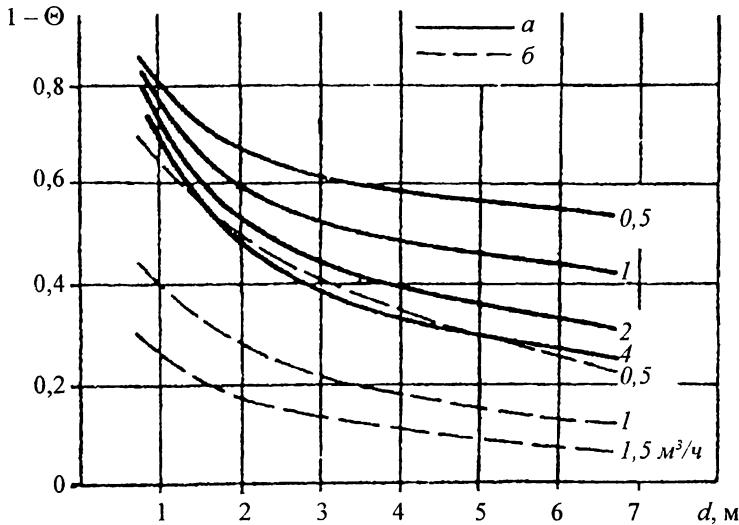


Рис. IX.5. Пример зависимости средней относительной теплоотдачи нагнетаемой воды ($K_6 = 1 - \Theta$) от конечного диаметра d талика для галечника (а) и глинистого грунта (б). Справа указан расход иглы ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$Q_{\text{уд}}$ – удельные затраты тепла на нагревание и оттаивание мерзлого грунта, ккал/ м^3 .

$$Q_{\text{уд}} = c_p \rho_p \left(1 - \frac{G}{\rho_p}\right) (t_r - t_m) + G (-t_m c_l + t_r c_w + L),$$

где c_p – теплоемкость породы, равная 0,8 кДж/кг. $^{\circ}\text{C}$ (0,19 ккал/кг. $^{\circ}\text{C}$); c_l – теплоемкость льда, равная 2,9 кДж/кг. $^{\circ}\text{C}$ (0,69 ккал/кг. $^{\circ}\text{C}$); c_w – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/кг. $^{\circ}\text{C}$ (1,00 ккал/кг. $^{\circ}\text{C}$); (1 кДж = 0,278 Вт·ч = 0,239 ккал); ρ_p – удельный вес породы, равный 2650 кг/ м^3 ; ρ_l – удельный вес льда, равный 920 кг/ м^3 ; G – содержание льда в 1 м^3 грунта, кг/ м^3 ($G = w\gamma_r$, где w – весовая влажность, доли ед.; γ_r – объемная плотность грунта, кг/ м^3); t_r , t_m – температура соответственно талого и мерзлого грунта, $^{\circ}\text{C}$; L – тепловая энергия, необходимая для перевода 1 кг льда в воду, равная 334 кДж/кг (80 ккал/кг).

На рис. IX.6 приведен график определения затрат тепла на нагревание и оттаивание мерзлого грунта по начальной температуре мерзлого грунта t_m и конечной талого t_r при прочих постоянных значениях, указанных выше. Температура таяния льда принята 0 $^{\circ}\text{C}$.

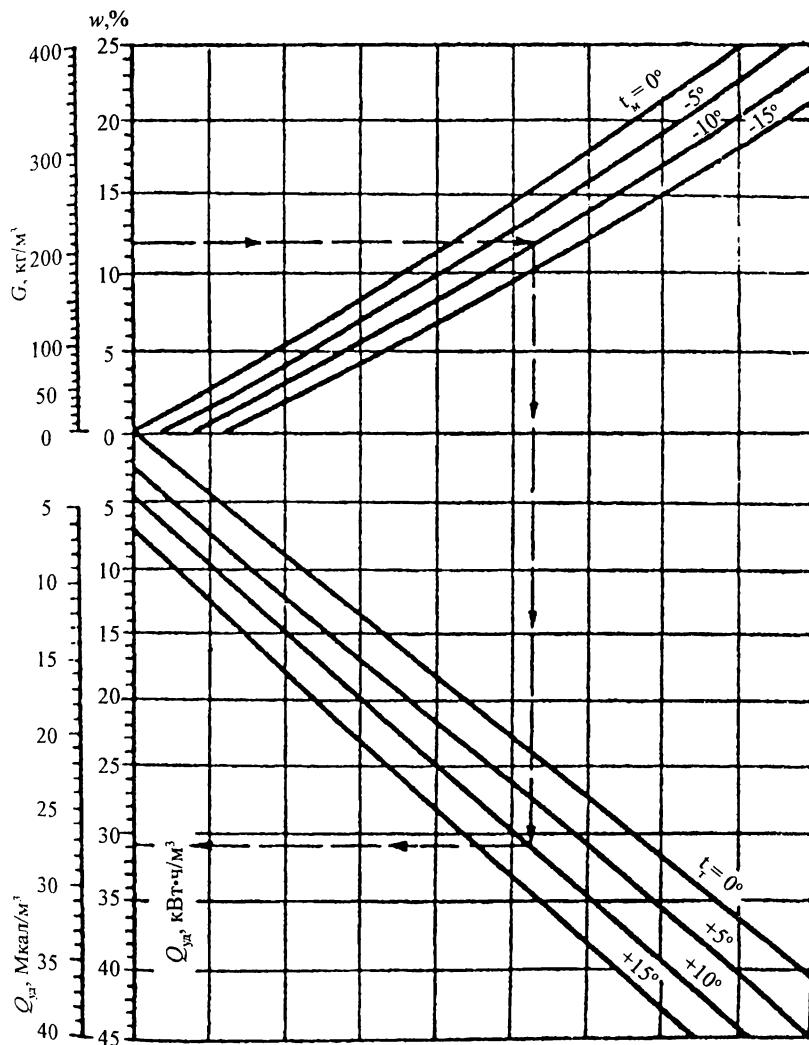


Рис. IX.6. Определение затрат тепла Q_{yd} на оттаивание грунта в зависимости от содержания льда G (или влажности w), температур мерзлого t_m и талого t_t грунта. Пунктиром обозначен ход определения

Продолжительность (T) оттаивания пород в блоке одной гидроиглы можно определить также по графику рис. IX.7 или из табл. IX.4, IX.5.

График и табл. IX.4, IX.5 составлены для мерзлого грунта с начальной температурой -5°C .

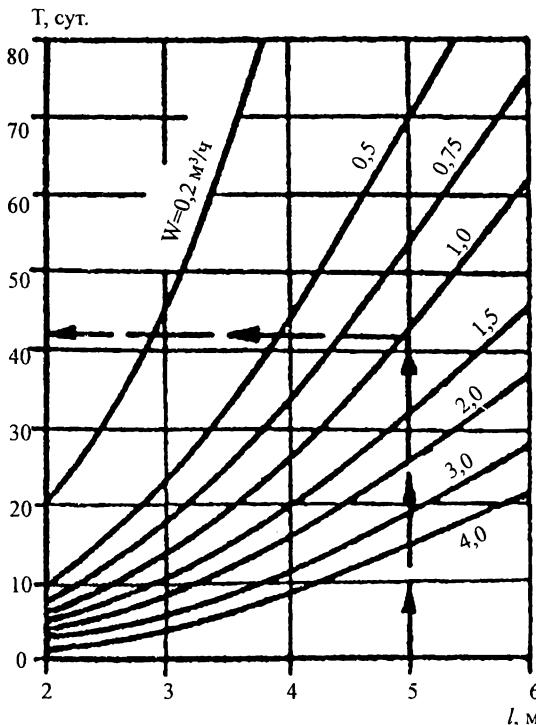


Рис. IX.7. Зависимость продолжительности действия гидроиглы T от шага l и расхода W при глубине погружения $Z=8$ м, температуре нагнетаемой воды $t=10^{\circ}\text{C}$, содержании льда $G=250 \text{ кг}/\text{м}^3$ и коэффициенте фильтрации $k=30 \text{ м}/\text{сут.}$

Следующие простые зависимости позволяют пересчитать значения срока действия иглы T , найденного по графику (рис. IX.7) или из таблиц (IX.4; IX.5), если заданы значения температуры нагнетаемой воды, содержание льда в грунте и глубина погружения иглы, отличающиеся не более чем на 25% от табличных условий:

$$T_{\text{исп.}} = \frac{T t_{\text{табл.}}}{t_{\text{факт.}}}, \quad T_{\text{исп.}} = \frac{T G_{\text{факт.}}}{G_{\text{табл.}}}, \quad T_{\text{исп.}} = \frac{T Z_{\text{факт.}}}{Z_{\text{табл.}}},$$

где $T_{\text{исп.}}$ – исправленный срок действия иглы, сут.; $t_{\text{табл.}}$ – значение температуры нагнетаемой воды, для которой получены табличные данные, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{факт.}}$ – фактическая температура, заданная для пересчета, $^{\circ}\text{C}$; $G_{\text{табл.}}$ – соответственно табличное и фактическое значение содержания льда, $\text{кг}/\text{м}^3$; $Z_{\text{табл.}}, Z_{\text{факт.}}$ – соответственно табличное значение и фактическая глубина погружения иглы, м.

Таблица IX.4
Производительность действия (1) иглы при оттаивании слоя вечномерзлых грунтов ($G=250$ кг/м³, $k=30$ м/сут и $t_w = -5^\circ\text{C}$) в зависимости от расхода воды (W), ее температуры (t), шага иглы (l) и глубины ее погружения (Z), сут.

Расход воды W , м ³ /с	Шаг, м					Шаг, м					Шаг, м					Шаг, м					Шаг, м								
	$t=4^\circ$					$t=6^\circ$					$t=10^\circ$					$t=12^\circ$					$t=16^\circ$								
3	3,5	4	4,5	5	3	3,5	4	4,5	5	3	3,5	4	4,5	5	3	3,5	4	4,5	5	3	3,5	4	4,5	5					
Глубина погружения 6 м																													
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
0,5	46	62	-	-	-	59	42	55	-	-	37	52	-	-	-	32	44	57	-	-	24	35	45	-	-	-			
1,0	26	38	50	63	-	18	26	35	44	-	11	15	21	27	-	9	14	18	23	-	13	19	24	30	30	-			
2,0	14	21	31	38	-	10	14	21	26	-	6	9	13	16	-	5	7	11	13	-	4	6	9	11	15	19	-		
3,0	9	14	20	27	-	6	10	14	19	-	4	6	9	12	-	2	5	7	10	-	3	4	6	8	8	-			
4,0	7	12	16	22	-	5	8	11	15	-	3	4	6	8	-	-	4	6	8	-	-	5	6	-	-	-			
Глубина погружения 8 м																													
0,2	-	-	-	-	-	72	-	-	-	-	46	65	85	-	-	39	55	-	-	31	44	-	-	-	-	-			
0,5	54	76	-	-	-	38	46	68	-	-	26	33	43	56	-	70	22	28	37	49	59	16	22	29	38	46	-		
1,0	33	46	62	78	-	22	32	43	54	-	14	20	27	34	-	42	12	17	22	30	40	8	13	17	23	28	-		
2,0	17	28	36	46	-	12	19	25	31	40	8	12	16	20	25	7	9	15	18	23	4	7	9	13	16	13	-		
3,0	13	18	25	34	44	8	12	17	24	31	5	8	11	15	19	4	6	9	13	16	3	4	6	8	10	13	-		
4,0	9	16	21	28	34	6	10	14	19	24	4	7	9	12	15	3	5	7	10	13	-	3	5	7	9	-	-		
Глубина погружения 10 м																													
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	77	-	-	-	46	65	85	-	-	38	52	61	-	-	-			
0,5	66	-	-	-	-	46	62	82	-	-	29	38	51	66	-	24	33	43	56	70	19	26	34	44	44	56	-		
1,0	39	54	76	-	-	22	38	52	65	81	17	24	32	40	-	50	14	20	27	34	42	10	15	21	27	34	-		
2,0	22	34	44	55	-	14	24	32	38	48	9	17	19	24	-	30	8	12	16	20	25	6	8	12	15	19	-		
3,0	13	22	32	41	52	11	16	22	29	38	7	9	13	18	-	23	6	8	11	15	19	4	6	8	11	15	-		
4,0	10	18	24	34	41	8	13	17	23	29	5	8	10	14	18	4	7	9	12	15	3	5	6	8	11	-	-		
Глубина погружения 12 м																													
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1,0	-	61	81	-	-	-	-	-	-	-	42	57	69	-	-	-	27	36	45	54	-	22	30	38	46	-	18	23	37
2,0	-	37	48	61	-	-	-	-	-	-	25	34	42	53	-	-	16	20	27	33	-	14	18	22	28	-	10	14	18
3,0	-	24	34	45	57	-	-	-	-	-	17	23	32	40	-	-	10	14	19	26	-	9	12	17	21	-	7	10	13
4,0	-	21	26	37	46	-	-	-	-	-	14	17	25	32	-	-	8	11	16	19	-	8	10	14	17	-	6	8	10

Таблица IX.5
Продолжительность действия (T) иглы при оттаивании слоя вечномерзлых грунтов ($G=250 \text{ кг}/\text{м}^3$, $k=30 \text{ м}/\text{сут.}$ и $t_w = -5^\circ\text{C}$)
в зависимости от расхода воды (W), ее температуры (t), шага иглы (ℓ) и глубины ее погружения (Z , сут.)

Расход воды (W), $\text{м}^3/\text{ч}$	$t=8^\circ$						$t=10^\circ$						$t=12^\circ$						$t=14^\circ$						
	Шаг, м						Шаг, м						Шаг, м						Шаг, м						
	4,5	5	5,5	6	7	8	4,5	5	5,5	6	7	8	4,5	5	5,5	6	7	8	4,5	5	5,5	6	7	8	
Глубина погружения 16 м																									
0,5	119	150	172	200	-	-	95	120	138	160	-	-	79	100	115	133	-	-	68	86	98	111	-	-	-
1,0	71	88	102	125	175	225	57	70	82	100	140	180	47	58	68	83	116	150	41	50	59	71	100	130	130
2,0	45	50	63	75	104	137	36	40	50	60	83	110	30	33	42	50	69	92	26	28	36	43	59	78	78
3,0	29	37	47	56	79	103	23	30	38	45	63	82	19	25	32	37	53	68	16	21	27	32	45	59	59
4,0	24	29	38	47	59	88	19	23	30	38	47	70	16	19	25	32	39	58	14	16	21	27	34	50	50
Глубина погружения 20 м																									
0,5	136	171	196	230	-	-	109	132	157	182	-	-	90	114	131	152	-	-	77	98	110	126	-	-	-
1,0	81	100	116	142	200	256	65	80	93	114	160	205	54	66	78	95	132	171	47	57	67	81	114	148	148
2,0	51	57	72	86	118	156	41	46	57	68	95	125	34	38	48	57	78	110	30	32	41	49	67	89	89
3,0	33	42	54	64	90	117	26	34	43	51	72	90	22	28	36	42	60	77	18	24	31	36	51	67	67
4,0	27	33	43	54	67	100	22	26	34	43	54	80	18	22	28	37	44	66	16	18	24	31	39	44	44

Пересчет делают последовательно по каждой из трех формул. Продолжительность действия иглы (T), найденную по рис. IX.7, можно пересчитать по номограмме, приведенной на рис. IX.8.

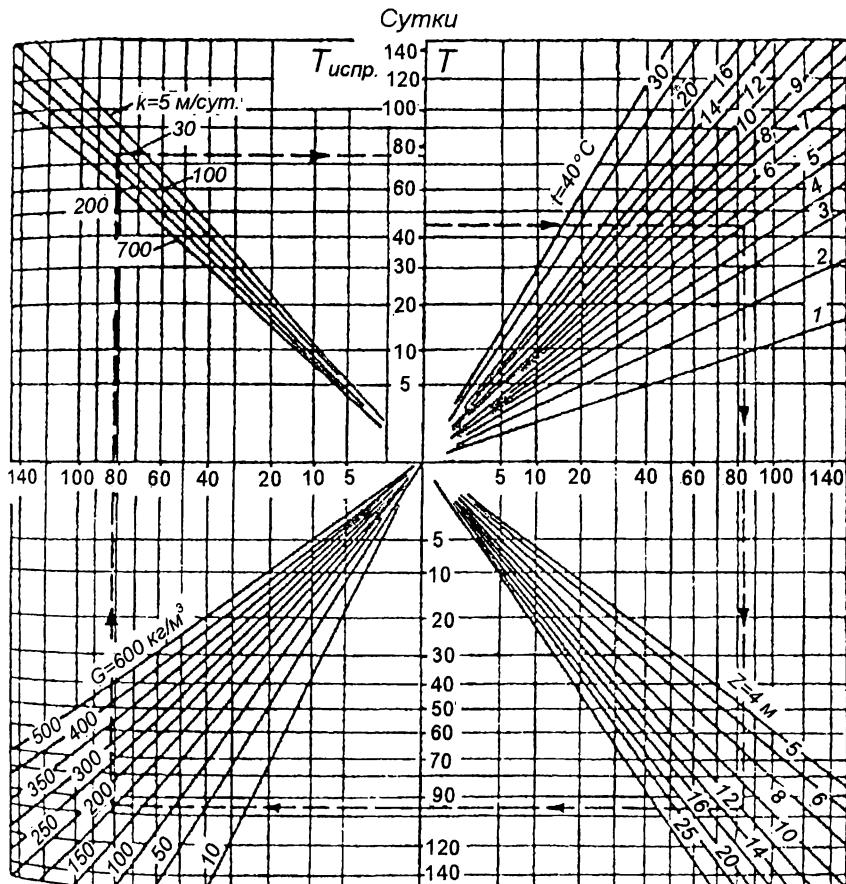


Рис. IX.8. Номограмма для пересчета значений продолжительности действия иглы T , найденных по рис. IX.7 для определения шага, при отличающихся значениях t , Z , G и k .

Начальная температура мерзлого грунта, если она отличается от -5° (принятой для таблиц и графиков), влияет на необходимую продолжительность действия иглы. Для учета начальной температуры мерзлого грунта значение срока действия иглы, найденное из таблиц и гра-

фиков, следует умножить на поправочный коэффициент, приведенный в табл. IX.6.

Таблица IX.6

Поправочный коэффициент к сроку действия иглы, учитывающий начальную температуру мерзлого грунта

Температура мерзлого грунта, °C	Содержание льда в грунте, кг/м ³		
	100	200	300
-0,2	0,88	0,95	0,97
-5	1,00	1,00	1,00
-10	1,30	1,15	1,10
-15	1,60	1,25	1,20
-20	1,90	1,40	1,30

Промежуточные величины поправочного коэффициента можно определить интерполяцией.

3. ФИЛЬРАЦИОННО-ДРЕНАЖНОЕ ОТТАИВАНИЕ

Фильтрационно-дренажное оттаивание мерзлых пород происходит в результате теплоотдачи горизонтального фильтрационного потока, который создается в талом слое под действием разностей уровней воды в оросительной и дренажной канавах. В начальный период оттаивания существенное влияние на развитие процесса оказывает тепло солнечной радиации. Ввиду относительно небольших напорных градиентов фильтрационного потока способ применим только для оттаивания пород, обладающих в талом состоянии достаточной водопроницаемостью. Этому условию отвечает большинство галечно-гравелистых пород. Ориентировочное минимальное значение коэффициента фильтрации составляет 40–50 м/сут. Кроме хорошо фильтрующих пород, в оттаиваемую толщу может входить подстилающий плохо водопроницаемый слой мощностью до 1,5 м. Это ограничение обусловлено замедлением оттаивания, так как плотность кондуктивного теплового потока в водонепроницаемом пласте уменьшается с его мощностью.

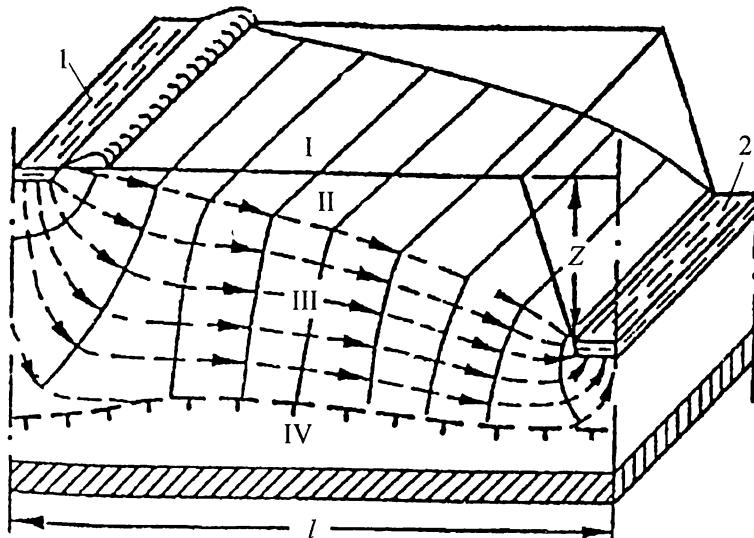
Некоторые затруднения вызывает организация фильтрационно-дренажного оттаивания мерзлых пород, перекрытых водоносными таликами.

Данный способ требует много времени для проведения подготовительных работ и оттаивания, а также наличия источника воды с удовлетворительным дебитом и температурой.

С теплофизической точки зрения фильтрационно-дренажное оттаивание представляет собой комплекс взаимосвязанных процессов тепло-

массопереноса, протекающих в четырех смежных зонах (рис. IX.9). В первой зоне имеет место испарение, лучистый и конвективный теплообмен. Во второй зоне (зоне неводонасыщенных талых пород) происходит кондуктивное распространение тепла. В зоне фильтрационного потока (третьей зоне) тепло переносится конвекцией и кондукцией. Нижняя граница третьей зоны подвижна (оттаивающие породы). Четвертая зона представлена мерзлыми породами с подвижной верхней границей.

Скорость оттаивания зависит от льдистости, коэффициента фильтрации при оттаивании, начальной температуры пород и воды, длины пути (l) фильтрации и напора Z .



Rис. IX.9. Схема фильтрационно-дренажного оттаивания:
1 – оросительная канава; 2 – дренажная канава

Обычно на оттаивание 1 м^3 мерзлых гравийно-галечниковых отложений расходуется от 5 до 15 м^3 воды с температурой около 10°C .

Возможные глубины оттаивания за летний сезон и ориентировочная характеристика некоторых свойств крупнообломочных отложений, характерных для районов разработки вечномерзлых россыпей, приведены в табл. IX.7, IX.8.

Таблица IX.7

Приращение глубины оттаивания под влиянием фильтрации воды в течение одного летнего сезона

Коэффициент фильтрации пород в талом состоянии, м/ч	Длина пути фильтрации, м	Действующий напор, м. вод. ст.	Приращение глубины оттаивания, м
2	20	1,5	3,2–4,5
		3,0	5,1–7,2
	30	2,0	2,4–3,4
		4,0	3,9–5,4
5	25	1,5	4,6–6,4
		2,0	5,7–8,0
	50	2,0	2,5–3,4
		4,0	4,0–5,6
10	50	1,5	3,3–4,5
		3,0	5,6–7,7
	80	2,0	2,4–3,2
		4,0	3,8–5,3

Таблица IX.8

Характеристика некоторых свойств крупнообломочных отложений, типичных для вечномерзлых россыпей Северо-Востока

Наименование пород	Упаковка	Плотность скелета породы, кг/м ³	Льдистость, кг/м ³	Затраты тепла на оттаивание, ккал/м ³	Коэф. фильтрации, м/ч	Наимен. влагосемк., кг/м ³
Галечник с промытым песчано-гравийным заполнителем	Плотная	2100–2200	150–160	17500–18500	30	5
	Рыхлая	1800–1900	220–260	23000–26000		
Гравий и галька с заполнителем из разнозернистого песка	Плотная	2100–2200	150–160	17500–18500	10–12	10–15 8–10
	Рыхлая	1750–1850	240–300	24000–29000		
Гравий и галька с заполнителем из мелкозернистого пылеватого песка	Плотная	2000–2100	200–250	21000–25000	5–6 10–12	25–35 18–20
	Рыхлая	1700–1800	300–350	29000–33500		
Гравий и галька с супесчанным заполнителем	Плотная	2000–2100	220–260	23500–26500	0,5–2,0 3–5	70–100 50–70
	Рыхлая	1700–1800	300–350	29000–33500		
Щебенистая су- песь	Плотная	1800–1900	300–340	30000–33000	0,1	100–200

4. ДОЖДЕВАЛЬНОЕ ОТТАИВАНИЕ

Дождевальное оттаивание применяют для подготовки участков россыпей, сложенных песчано-гравийно-галечными породами, обладающими в талом состоянии высокой водопроницаемостью.

Во всех случаях для орошения применяются временные трубопроводы с дождевальными насадками или передвижные дождевальные машины в зависимости от размеров участка и условий водоснабжения (рис. IX.10).

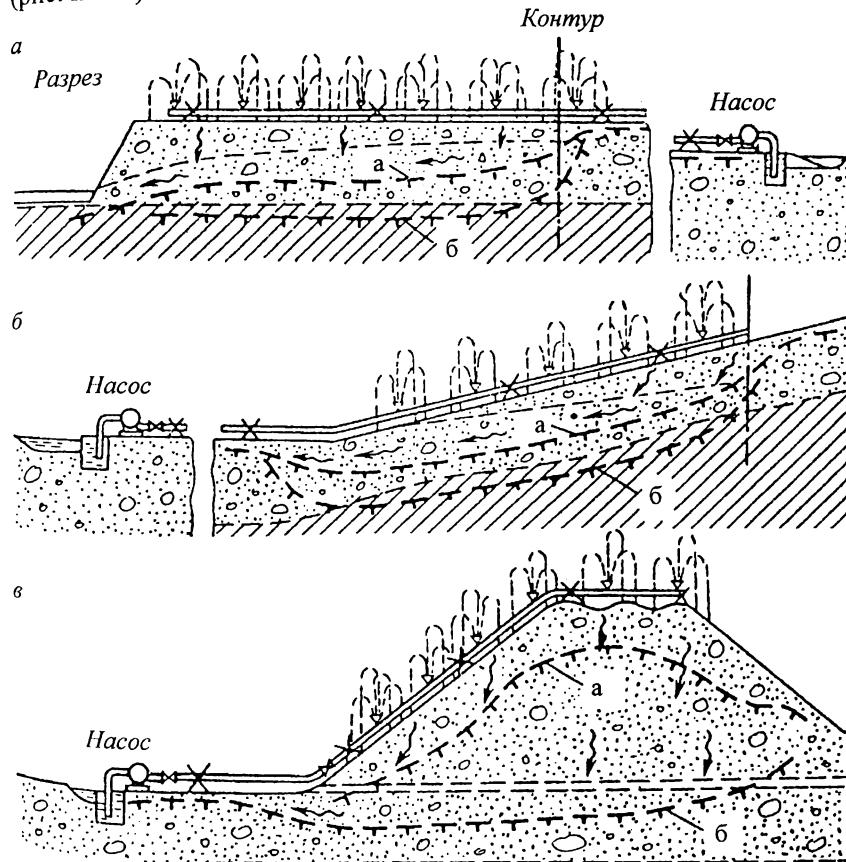


Рис. IX.10. Схема дождевально-дренажного оттаивания пород:
а – на горизонтальном участке; б – на пологом склоне; в – на отвале пород, водопроницаемых в мерзлом состоянии

Различают оттаивание мерзлых пород в естественном залегании (в целиках) с дренажом в старые котлованы или специальные дренажные выработки и оттаивание отвалов. В зависимости от этого продолжительность сезона дождевания в условиях верховьев рр. Колымы, Индигирки и Яны составляет 90–95 дней, а на побережье Северного Ледовитого океана – на 15–20 дней меньше.

Обычно мерзлые породы водонепроницаемы, и конвективный теплообмен осуществляется только в талом слое. По особенностям переноса тепла и массы в нем выделяются зона нисходящей инфильтрации и зона сплошного фильтрационного потока. В зоне нисходящей инфильтрации вода движется вертикально вниз. Вектор скорости фильтрации совпадает с направлением конвективной составляющей теплового потока.

Так, при дождевальном оттаивании, если норма полива намного меньше коэффициента фильтрации пород, то их поры водой насыщаются не полностью. В зоне сплошного фильтрационного потока порода полностью насыщена водой. Движение фильтрационного потока по направлению ближе к горизонтальному. Косвенный перенос тепла по вертикали значительно ослабляется.

С увеличением интенсивности орошения увеличиваются мощность насыщенной зоны и общее количество тепла, подаваемого в породу. Однако коэффициент использования этого тепла в результате экранирующего влияния фреатической поверхности фильтрационного потока падает. Таким образом, в зависимости от условий дренирования для каждой породы существует оптимальная норма полива, превышение которой приводит только к уменьшению скорости оттаивания.

Норму полива ρ_1 , т. е. расход воды $\text{м}^3/\text{м}^2$ в сутки, при дождевальном орошении задают исходя из двух условий:

1) норма полива не должна превышать предельного значения, обусловленного заиливанием пород, зависящего от коэффициента фильтрации. Это предельное значение определяется по эмпирической формуле

$$\rho_1 = 1,5 \sqrt{\frac{k}{100}}, \quad (1)$$

где 1,5 и 100 – эмпирические коэффициенты;

2) норма полива должна быть сообразована с мощностью талого слоя, а также с длиной и разностью уровней фильтрационного потока.

Ориентировочно норма полива может быть рассчитана по формуле

$$\rho_1 = \bar{k} \sqrt{\frac{h_y}{L_{dp}}}, \quad (2)$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут.; h_y – разность высотных отметок между поверхностью у контура полигона оттаки и уровнем выхода воды в дренирующую выработку, м; $L_{\text{др}}$ – расстояние от дренирующей выработки до контура полигона, т. е. ширина полосы дождевального орошения, м.

Формулу (2) следует применять на полигонах с общим уклоном поверхности менее 0,1.

При уклонах поверхности более 0,1 предельный расход ориентировочно определяется из выражения

$$\rho_2 = \frac{ki h_{\text{tc}}}{L_{\text{др}}}, \quad (3)$$

где h_{tc} – мощность талого слоя (средняя), м; i – уклон поверхности полигона.

Оттаивание заканчивается, когда температура воды, подаваемой на орошение, и температура дренирующей воды близки по своему значению.

Ряд исследователей отмечает незначительное повышение температуры воды во время полета капель в воздухе. Однако на практике наблюдается как нагревание, так и охлаждение капель на пути от разбрызгивателя к поверхности орошаемого участка. Можно считать, что за время падения капель температура их практически не меняется. Однако за счет тепла, аккумулированного контактным слоем, вода заметно нагревается. Во внутренних районах Северо-Востока в июне–июле за счет внешнего теплообмена температура воды может повышаться на 25–30%.

При оттаивании горной массы, уложенной в отвалы в мерзлом состоянии, нет четкого разделения на талую и мерзлую зону. Вода фильтруется среди постепенно оттаивающих глыб и кусков породы. Так как поверхность теплообмена при этом сильно увеличивается, то вода успевает остывть почти до 0°C, т. е. коэффициент полезного использования тепла может быть близок к единице.

Оборудование для производства дождевального оттаивания весьма простое и состоит из насосной станции, трубопроводов и дождевальных насадок. Производительность насосной станции зависит от количества дождевальных насадок.

Породы, оттаянные гидравлическим способом, могут быть осушены и подготовлены для разработки землеройно-транспортным оборудованием в зимний период без дополнительного их рыхления.

Осушение осуществляют путем понижения уровня воды в оттаянном массиве с помощью дренажных каналов или откачки воды насосами.

За счет уменьшения влажности пород от 5 до 3% прочностные свойства мерзлых пород и частицы породы переходят в несвязанное состояние, т. е. создаются искусственные сушенцы.

5. БУРОВЗРЫВНОЙ СПОСОБ

Буровзрывной способ подготовки мерзлых пород к выемке является одним из основных. Характерной его особенностью является высокая интенсификация работ, позволяющая в сжатые сроки подготовить большой объем мерзлых пород. Буровзрывной способ позволяет вести подготовку пород к выемке независимо от времени года.

Сущность способа заключается во взрывании зарядов, размещенных в специальных выработках – шпурах, скважинах, минных камерах и т. д. (рис. IX.11).

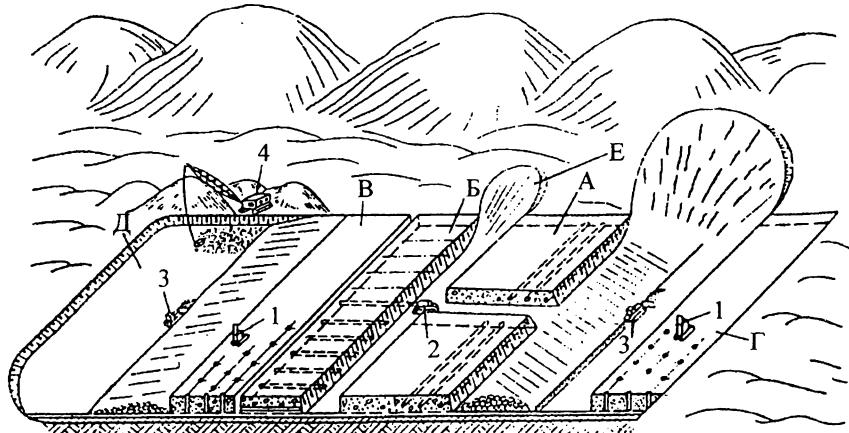


Рис. IX.11. Схема подготовки мерзлой россыпи к разработке буровзрывным способом:

A, Б – блоки, подготавливаемые к взрыву с применением горизонтальных скважин, расположенных соответственно перпендикулярно и параллельно фронту работ; В, Г – то же, с применением вертикальных скважин; Д – блок выемки и перемещения взорванных пород в отвал драглайном, работающим в комплексе с бульдозером; Е – бульдозерный отвал взорванных пород; I – буровой станок для бурения вертикальных скважин; 2 – то же, для бурения горизонтальных скважин; 3 – бульдозер; 4 – драглайн

Проходку выработок для размещения ВВ осуществляют буровыми станками и ручными перфораторами. Характеристики бурового оборудования приведены в главе V.

В качестве ВВ применяются штатные ВВ, изготавливаемые на заводах страны, или простейшие ВВ (игданиты), изготавливаемые непосредственно недропользователями. Следует знать, что стоимость игданита значительно ниже, чем штатных ВВ. Характеристики ВВ приведены в табл. IX. 9.

Расположение шпуров, скважин может быть вертикальным и горизонтальным (рис. IX.12).

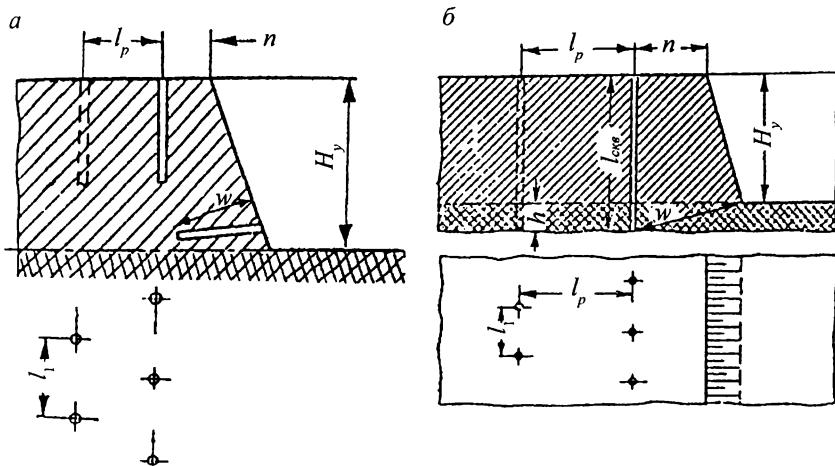


Рис. IX.12. Схема расположения шпуров (a) и скважин (б) при разработке пород

Элементы расположения и масса зарядов при шпуровом способе определяются по формулам:

$$W_n = (0,5-0,8) H_y, \\ l_1 = (1 - 1,5) W_n, \\ Q_3 = q_1 W_n^3,$$

где W_n – линия наименьшего сопротивления, м; H_y – высота уступа, м; l_1 – расстояние между шпурами, м; Q_3 – масса заряда, кг; q_1 – удельный расход ВВ, кг/м³ (табл. IX.10, IX.11).

Таблица IX.9

Характеристики взрывчатых веществ

Наименование	Работо-способ-ность, см ³	Бризант-ность (в стальном кольце), мм	Скорость детонации, м/с	Теплота взрыва, ккал/кг	Полная идеаль-ная работа взрыва, ккал/кг	Объем газов, л/кг	Кисло-родный баланс, %	Насып-ная плот-ность, г/см ³	Критичес-кий диа-метр заряда в проч-ности крытого об-ласти, %	Критичес-кий диа-метр заряда, мм	Ложке, мм
Игданит	295–330	12	2000–3000	904	760	980–990	+0,12	0,8–0,9	120–150	25	0
Зерногранулит 79/21	360–380	24–27	3500–4200	1028	850		+0,02	0,8–0,85	80–100	25	4–8
Зерногранулит 50/50	350	25	4800	—				0,8–0,85	80–100	50	4–8
Гранулит АС-8; АС-8В	410–430	24–26	3200–3100	1180–1242	847	-0,33	0,9–0,95	80–100	25–35	8–12	
Гранулит АС-4; АС-4В	360–400	16–18	2600–3500	1100–1140	907	+0,38	0,85–0,9	80–100	25–35	0–8	
Гранулит С	320–340	12–14	2400–3000	880–920			0,8–0,85	120–150	18–20	0–8	
Гранулит М	330–390	12	2200–3000	890–930	980	+0,14	0,8–0,85	120–150	18–20	0–8	
Граммонит А-8	440–460	8–10	3800–4000	1260	1060		-0,24	0,8–0,85	30–36	10–12	16–48
Граммонит 79/21-В			3500–4200	1030	850	895		0,9–1,0	40–60		
Граммонит 50/50-В			3600–4200	880	840	810		0,9–0,95	40–50		
Граммонит 30/70-В			5200–5600	821	675	1070		0,9–0,95	40–60		
Аммонит № 6ЖВ	360–380	14–16	3600–4800	1030	850	895	-0,53	1,0–1,2	10–13		

Аммонит № 7ЖВ	350–370	13–16	3500–4000	995	820	905	+0,22	0,9–1,1	11–13
Аммонит скальный № 1	450–480	22–28	6000–6500	1292	1055	830	-0,79	1,4–1,5	6–7
Аммонит во- доустойчивый	400–430	16–19	4000–4500	1180	940	845	+0,18	0,9–1,1	12–14
Аммонит скальный № 3	450–470	18–20	4000–4500	1360	1060	810	-0,78	1,0–1,1	8–10
Детонит М Динафтаит	460–500	17–22	4900–5200	1382	1030	832	+0,18	1,0–1,3	8–10
Гранулоготол водонаполн- енный	320–350	15–16	3500–4600	975	790	920	+0,30	1,0–1,1	13–14
Гранулоготол сухой	32–34	5500–6000	980	860	1045			25–30	5–10
									0–4
	24–26	5000–5200	870	715	750	-0,74		60–80	10–15
								8–12	

Таблица IX.10

**Числовые значения удельного расхода ВВ для взрывания горных пород
сосредоточенными зарядами на открытых горных работах**

Категория крепости породы по шкале Протодьяконова	Коэффициент крепо- сти породы по шкале Протодьяконова	Категория крепости породы по ЦБГНТ	Горные породы (сокращенный перечень наименований)	Значения (q_1), кг/м ³	
				для зарядов нормально- го выброса	для зарядов рыхления
IX	0,5	I	Песок, супесь, растительная земля, торф, глина сухая, рыхлая и др.	0,50–0,90	0,17–0,30
VIII	0,6	II	Легкий и лессовидный суглинок, гравий до 15 мм, плотный растительный грунт с корнями травы и др.	0,60–1,10	0,20–0,37
VIIa	0,8	III	Жирная мягкая глина, тяжелый суглинок, галька 10–40 мм и др.	0,90–1,30	0,30–0,43
VII	1,0	IV	Тяжелая ломовая глина, сланцевая глина, галька 41–100 мм и др.	1,20–1,50	0,40–0,50
VIa	1,5	V	Бурый уголь, мягкий каменный уголь, сланцы разные некрепкие, гипс, мерзлые породы I–II категорий и др.	1,40–1,60	0,47–0,53
VI	2,0	VI	Известняк мягкий пористый, сильно трещиноватый, ракушечник, антрацит, сланцы средней крепости, мерзлые породы III–V категорий и др.	1,50–1,65	0,50–0,55
V	4	VII	Песчаник глинистый, выветрелый, сильно трещиноватый, сланец глинистый крепкий и др.	1,60–1,70	0,53–0,57
IVa	5	VIII	Известняк мергелистый, песчаник глинистый, мерзлые породы VI–VII категорий и др.	1,65–1,75	0,55–0,58
IV	6	IX	Гранит, гнейс, сиенит мягкие, сильно выветрелые, змеевик оталькованный, известняк плотный, песчаник и др.	1,75–1,85	0,58–0,62

Таблица IX.11

Классификация пород по взрываемости сосредоточенными зарядами

Категория	Степень взрываемости	Расчетный расход аммонита № 6ЖВ, кг/м ³	
		Фракция, мм	
		500–1000	>1000
I	Легковзрываемые	До 0,35	До 0,27
II	Средневзрываемые	0,35–0,60	0,27–0,45
III	Трудновзрываемые	0,60–0,90	0,45–0,67
IV	Весьма трудновзрываемые	0,90–1,20	0,67–0,90
V	Исключительно трудновзрываемые	1,20	0,90

Расчетные параметры скважинных зарядов определяются по формулам:

$$W_n = \frac{\sqrt{0,56p^2 + 4m_1q_1pH_y l_{\text{скв}}}}{2m_1q_1H_y} - 0,75p,$$

$$l_1 = m_1 W_n,$$

$$l_p = 0,85W_n,$$

$$Q_3 = q_1 W_n l_1 H_y,$$

где l_1 – расстояние между скважинами, м; m_1 – относительное расстояние между скважинами, принимаемое от 0,9 до 1,4 (меньшее принимают для трудновзрываемых пород, большее для легковзрываемых); $l_{\text{скв}}$ – глубина скважины с учетом перебора, м; l_p – расстояние между рядами скважин, м; p – количество ВВ, размещающееся в 1 м скважины, кг; $p = 7,85d_c^2\Delta$, кг (здесь d_c – действительный диаметр скважины, м; Δ – плотность заряжания ВВ в скважине, кг/м³).

При расчете параметров буровзрывных работ необходимо знать, что с увеличением времени действия взрыва на массив энергия ВВ выделяется более равномерно, вследствие чего в ближайшей к заряду зоне снижаются затраты энергии ВВ на переизмельчение горной массы. Это приводит к увеличению коэффициента полезного использования энергии взрыва.

6. МЕХАНИЧЕСКОЕ РЫХЛЕНИЕ

Механическое рыхление пород осуществляется бульдозерно-рыхлительными агрегатами. Производительность рыхлителя определяется прочностью породы и мощностью базового трактора. Наиболее благоприятны

приятны для рыхления трещиноватые выветренные и сильно слоистые скальные породы и рыхлые отложения в мерзлом состоянии.

Следует учитывать, что прочностные свойства мерзлых пород с понижением температуры возрастают, поэтому применение механического рыхления при низких температурах наружного воздуха ограничено.

Большое значение при механическом рыхлении имеют также глубина рыхления и льдистость пород.

Так, например, удельная объемная энергия рыхления будет следующая (рис. IX.13):

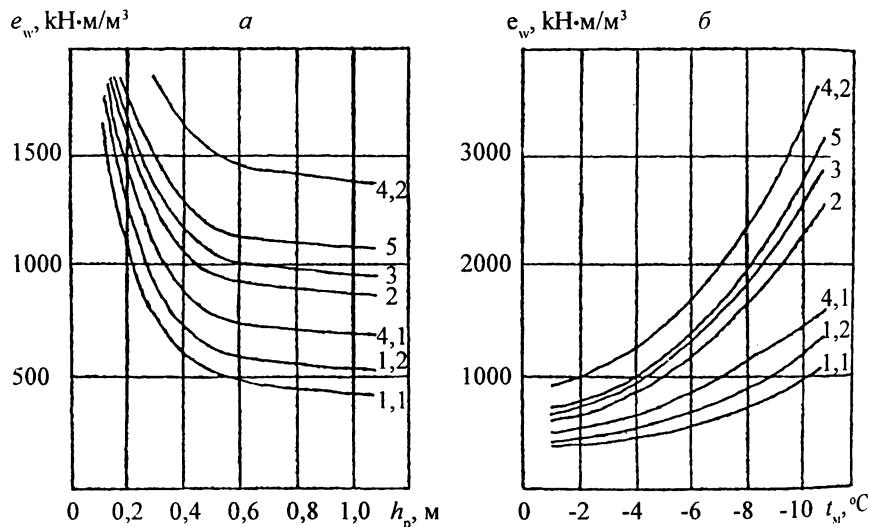


Рис. IX.13. Удельная объемная энергия рыхления (e_w) в зависимости от глубины рыхления h_p (α) и температуры породы t_m (β); 1–5 – тип многолетнемерзлой породы

Учитывая тот факт, что наиболее эффективны для рыхления мощные рыхлительные агрегаты класса тяги 35 и выше, разработана классификация многолетнемерзлых пород по рыхлимости, которая приведена в табл. IX.12.

Таблица IX.12

Классификация многолетнемерзлых горных пород по рыхлости мощными рыхлительными агрегатами

Степень рыхлости	Удельная объемная энергия рых- ления горной породы, (e_w), кН·м/м ³	Mелкодисперс- ные отложения (илы), тяжелые супеси, легкие суглинки высо- кой (тип 1.1) и средней (тип 1.2) льдистости	Дрессвяно-шебе- нистые отложе- ния с супесчано- суглинистым за- полнителем сред- ней льдистости (тип 2)	Гравийно-галеч- никовые отложе- ния с супесчано- суглинистым за- полнителем сред- ней льдистости (тип 3)	Гравийно-галеч- никовые отложе- ния с песчаным полнителем низкой (тип 4.1) и ней льдистости (тип 4.2)	Галечно-валуни- стые отложения с супесчаным за- полнителем сред- ней льдистости			
		t_n , °C	ω , %	t_n , °C	ω , %	t_n , °C	ω , %	t_n , °C	ω , %
Temperatura t_n и объемная льдистость ω горной породы									
Очень легко рыхлые	< 500	≤ 5 ≤ 3	35–50 24–32	—	—	—	—	≤ 2	$4\text{--}10$
Легко рыхлые	500–875	$5\text{--}9$ $3\text{--}8$	35–50 24–32	≤ 4	18–24	≤ 3	17–24	$\frac{2}{1}$ $\frac{6}{1}$	$\frac{4}{16}\text{--}10$ 2
Рыхлые	875–1625	$\frac{9}{8\text{--}12}$	35–50 24–32	4–8	18–24	4–7	17–24	$\frac{6}{1}\text{--}10$ $\frac{1}{4}$	$\frac{4}{16}\text{--}10$ $2\text{--}6$
Трудно рыхлые	1625–2000	$\bar{12}$	24–32	8–9	18–24	7–8	17–24	$\frac{10}{4}\text{--}7$	$\frac{4}{16}\text{--}10$ $6\text{--}8$
Очень трудно рыхлые	> 2000				≥ 9	18–24	> 8	17–24	$\frac{7}{15}\text{--}20$ > 8

Данные производительности рыхлительных агрегатов приведены в (табл. IX.13).

Таблица IX.13

**Производительность рыхлительных агрегатов
в зависимости от свойств горной породы**

Характеристика горной породы	Температура горной породы, °C	Влажность (льдонасыщенность) породы, %	Техническая производительность агрегата, м ³ /ч
Илисто-глинистые отложения с прослойками и линзами льда	-4...-6	До 40	190
То же	0...-2	До 50	306
«	-12...-14	До 40	140
Илисто-глинистые отложения	-4...-6	До 25	154
То же	-8...-10	До 40	178
Илисто-глинистые отложения с включением щебня до 20%	-10...-12	До 25	112
Илисто-глинистые отложения с включением гальки и щебня до 20%	-12...-14	До 30	88
То же	-6...-8	До 25	143
«	-1...-3	До 40	262
То же, до 10%	0...-2	До 25	275
Гравийно-галечниковые отложения с песчаным заполнителем	-4...-6	До 20	97
То же	0...-2	До 15	255
Галечно-щебенистые отложения с супесчаным заполнителем	0...-2	До 20	246
Галечно-щебенистые отложения с супесчано-суглинистым заполнителем	-5...-7	До 20	34
То же	-2...-4	До 20	97
«	-2...-4	До 20	108
«	-1...-3	До 15	147
«	0...-2	До 25	244
«	0...-2	До 20	253
Гравийно-галечниковые отложения с супесчаным заполнителем, с включением валунов до 30%	-4...-6	До 20	48
То же	-2...-4	До 10	122
«	-1...-3	До 20	155
«	0...-2	До 20	248
То же, до 20%	-3...-5	До 25	97

С целью интенсификации подготовки пород к выемке и снижения их стоимости можно применять комбинированные способы, например взрывогидравлический.

Глава X

ПОДГОТОВКА РОССЫПИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

К подготовке россыпи к эксплуатации относят работы по подготовке земной поверхности, работы по осушению и устройству подъездных путей.

Подготовка земной поверхности россыпи, намеченной к разработке, является одним из основных элементов комплекса подготовительных работ. Подготовка земной поверхности заключается в удалении с намеченного к разработке участка за его пределы всех естественных препятствий: рубка и корчевка леса, уборка валунов, осушение болот, отвод рек и ручьев, а также различных сооружений. Устройство подъездных путей к участку является также одним из этапов подготовки россыпи к разработке. Лес и кустарники удаляют в первую очередь в местах, предназначенных для размещения сооружений и эксплуатационных устройств, а также нагорной, руслоотводной и капитальной канав. В дальнейшем лес и кустарник удаляют полностью в пределах конечных контуров участка. Если лес не представляет ценности как строительный материал, то деревья диаметром до 30 см валят бульдозером. Кустарники убирают бульдозерами и реже кусторезами. Строительный лес вырубают обычно в зимний период с использованием электромеханических пил, бульдозеров и других средств.

При разработке россыпей осушение является одним из необходимых условий для обеспечения нормальной работы.

Под осушением россыпи в данном случае понимается комплекс мероприятий, обеспечивающих дренаж и удаление из разреза гравитационной воды, а также грунтовых, почвенных, атмосферных и других вод, которые могут накапливаться в разрезе.

Дренаж гравитационной воды является необходимой операцией, так как при содержании ее в грунте больше 15–20% производительность землеройных машин резко снижается, а при содержании больше 25% становится невозможным передвижение транспорта.

Из разреза воду можно удалять насосами или отводить по канавам. Откачка воды насосами требует значительных постоянных эксплуатационных затрат, поэтому во всех случаях, когда позволяют рельеф местности и характер залегания россыпи, воду отводят по канавам, так как в этом случае вода из разреза удаляется самотеком.

Для этой цели проходят капитальные и разрезные канавы.

Капитальные канавы обычно применяют при разработке долинных и русловых россыпей, и предназначаются они для осушения всей россыпи. Они проходятся с таким расчетом, чтобы головная часть канавы подходила к нижнему контуру промышленной части россыпи, а хвостовая часть заканчивалась в точке, где возможен свободный слив воды, текущей по канаве (руслу реки и т. п.).

Уклон канавы задается в пределах 0,0006–0,0015 и во всех случаях он должен быть меньше уклона долины.

Необходимую длину канавы можно определить по уравнению:

$$l_k = \frac{H_p + Z_k}{I - i_k},$$

где H_p – мощность россыпи, м; Z_k – углубка канавы в плотик, м; I – уклон долины, доли ед.; i_k – уклон канавы, доли ед.

Сечение канавы определяется по заданному расходу воды.

Разрезные канавы проводят в наиболее низких точках разреза, обычно по тальвегу россыпи с углублением в плотик на 0,5–0,7 м. Основная задача этих канав – сбирать воду, которая накапливается в разрезе, и отводить ее в капитальную канаву или при разработке террасовых и увальных россыпей – за пределы разрабатываемого участка. В большинстве случаев разрезные канавы являются продолжением капитальных канав.

При грунтах со средними значениями коэффициента фильтрации обычно с образованием разреза обеспечивается естественный дренаж разрабатываемого участка. При грунтах слабофильтрующих и водообильных для ускорения дренажа проходят впереди разрабатываемых участков специальные дренажные канавы, по которым вода отводится в разрезные канавы.

Кроме перечисленных, для осушения россыпи проходят руслоотводные и нагорные канавы. Руслоотводные канавы проходят для отвода русла рек и ручьев, под которыми залегает россыпь.

Нагорные канавы проводят для сбора и отвода ливневых вод, которые могут поступать в разрез с увальной части долины, расположенной выше разрабатываемого участка.

При устройстве дорог направление и расположение их следует выбирать в зависимости от расположения мест строительного материала, направления разработки россыпи и от рельефа местности с таким расчетом, чтобы путь транспортирования пород к месту их укладки был

самым коротким, а дороги не имели труднопреодолимых подъемов и поворотов. В зависимости от срока службы различают постоянные и временные производственные дороги. К временными дорогам относят дороги со сроком службы 1,5 года и менее. Дороги состоят из проезжей части и обочин. Ширина проезжей части для однополосного движения определяется по формуле:

$$\Pi = C_n + 1 + 0,01 v_d,$$

где C_n – наружная ширина заднего колесного хода, м, v_d – расчетная скорость движения, м/с.

Обочины служат для упора проезжей части дороги, предохранения ее краев от разрушения, а также для обгона и разъездов автомобилей, их временной стоянки и небольшого ремонта. Ширина обочин земляного полотна определяется условиями обеспечения проезда машин, съезда и стоянки автомобиля на обочине.

Радиус закругления определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{v_d^2}{g(c - i_1)},$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с², c – коэффициент поперечной силы ($c = 0,1 - 0,2$); i_1 – поперечный уклон проезжей части, доли ед.

Обычно радиус закругления принимают не менее 8–10 м.

На кривых участках для безопасного движения проезжая часть дороги выполняется с уширением.

Уширение для однополосного движения определяется по формуле:

$$b = 2(R_3 - R_3^2 - l_6^2),$$

где l_6 – колесная база автомобиля, м.

В течение всего периода эксплуатации россыпи дороги должны поддерживаться в исправном состоянии, так как неровности полотна вызывают повышенные сопротивления движению, приводят к потере времени, перерасходу горючего и преждевременному износу автомобилей. Дороги на отвалах из глинистых пород следует улучшать добавками из шлака, песка, гравия. Если эти добавки не обеспечивают достаточной устойчивости дорог, необходимо устраивать лежневые покрытия.

Подготовка земной поверхности может предшествовать осушению и вскрытию россыпи или производиться одновременно с ними.

Глава XI

СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Россыпные месторождения в Магаданской области разрабатываются основном открытым, подземным и дражным способами.

1. ОТКРЫТЫЙ СПОСОБ

Наиболее распространена открытая разработка раздельным способом применением бульдозеров и бульдозерно-рыхлительных агрегатов.

Это объясняется главным образом благоприятными условиями залогания большинства россыпей и мерзлым состоянием торфов и песка что предопределяет послойную их разработку.

Реже разработка ведется с применением экскаваторов по транспортным или бессторонтным схемам, а также фронтальными погрузчиками с карьерными автосамосвалами.

Основные технологические схемы при открытой разработке россыпных месторождений приведены на рис. XI.1.

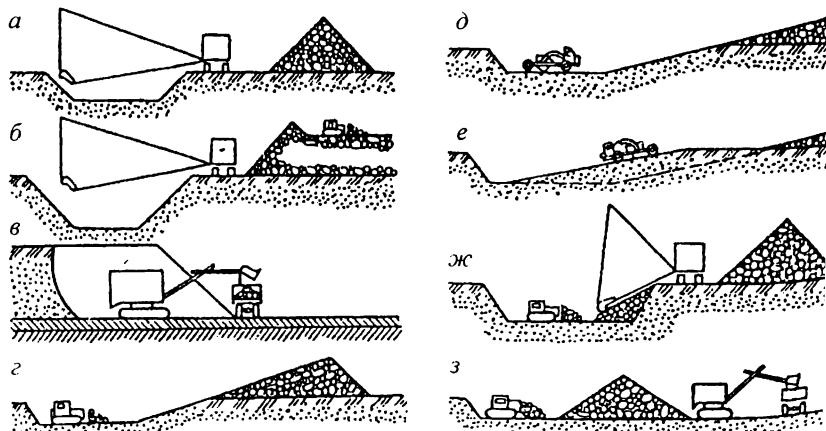


Рис. XI.1. Основные технологические схемы при открытой разработке россыпных месторождений:

a, б – экскаваторные бессторонтные; в – экскаваторная транспортная; г – бульдозерная; д, е – скреперные; ж – бульдозерно-экскаваторная бессторонтная; з – экскаваторно-бульдозерная транспортная

Зачастую для повышения производительности погрузочного оборудования породы окучивают бульдозерами.

Бульдозерный способ разработки эффективен для полигонов глубиной до 8 м. При использовании погрузочно-транспортного оборудования глубина разработки может достигать 30 м.

Основными переделами горных работ при открытом способе являются вскрышные и добывочные (разработка песков) работы.

Общим признаком всех способов производства вскрышных работ, положенным в основу их классификации, является направление перемещения забоя или направление заездов землеройного оборудования относительно оси забоя.

При использовании бульдозеров главным признаком способа является вид выездов; при этом различают параллельную и веерную систему производства вскрышных работ.

В зависимости от способа выемки пород различают параллельную сплошную систему разработки слоями по всей площади и послойную траншейную систему.

На вскрышных работах наиболее распространен пологий выезд, при котором разнос борта производят за контуром полигона, хотя при этом увеличиваются объемы вскрышных пород.

При примыкании к операционному полигону ранее отработанных площадей выкладку торфов производят в выработанное пространство. В этом случае значительно сокращаются затраты на производство вскрышных работ.

При проектировании вскрышных работ надо выбирать наиболее рациональные параметры операционных полигонов с целью обеспечения высокопроизводительной работы землеройной техники, т. е. работы на более коротких расстояниях, и сокращения объемов пород за счет уменьшения углов откосов бортов полигона.

Отвалообразование производят обычно под некоторым постоянным углом. Оптимальный угол подъема бульдозеров Д-130, -170 на отвал равен $11^{\circ}30'$, а для мощных бульдозеров – до 21° .

При изменении угла подъема бульдозера изменяется скорость его движения, объем одновременно перемещаемых пород и средняя дальность транспортирования.

Средняя длина транспортирования при вскрыше определяется как расстояние от центра тяжести торфов на полигоне до центра тяжести торфов в отвале.

Ниже приведены расчетные схемы и формулы определения среднего расстояния транспортирования торфов в отвалы при разносе борта (рис. XI.2) и при выкладке торфов в выработанное пространство (рис. XI.3).

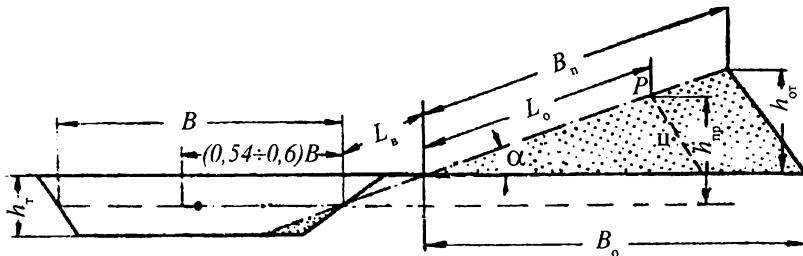


Рис. XI.2. Схема к расчету расстояния транспортирования при складировании вскрышных пород на борту россыпи

$$L_{cp} = L_n + L_b + L_o + \beta h_{np} = (0,54 - 0,6)B + \frac{h_t}{2 \sin \alpha} + 0,7B_n + \beta \left(\frac{h_t}{2} + 0,7h_{ot} \right).$$

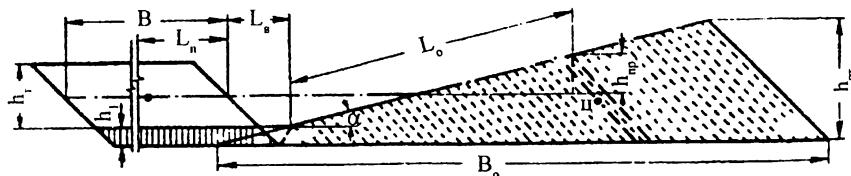


Рис. XI.3. Схема к определению расстояния транспортирования при складировании вскрышных пород в выработанном пространстве

$$L_{cp} = L_n + L_b + L_o + \beta h_{np} = (0,54 - 0,6)B + 0,5h_t + h_n + \frac{1}{\sin \alpha} \left(\sqrt{\frac{0,92K_p B h_t}{1 + \operatorname{ctg} \alpha}} h_n \right) + \\ + \beta \left(\sqrt{\frac{0,92K_p B h_t}{1 + \operatorname{ctg} \alpha}} h_n - 0,5h_t \right),$$

где B – ширина вскрываемого полигона, м; h_t – мощность торфов, м; h_n – мощность песков; α – оптимальный угол отвалообразования в зависимости от типа бульдозера, ...° (берется из табл. XI.2); B_n – длина отвала по верху, м; $B_n = \frac{h_{ot}}{\sin \alpha} = \left(\sqrt{\frac{2K_p B h_t}{1 + \operatorname{ctg} \alpha}} \right) / \sin \alpha$, где h_{ot} – высота отвала, м;

$$h_{ot} = \sqrt{\frac{2K_p B h_t}{1 + \operatorname{ctg} \alpha}}; K_p – \text{коэффициент разрыхления породы (табл. XI.1);}$$

β – средняя величина приращения на 1 м вертикального подъема, берется из таблицы XI.2.

Таблица XI.1

Классификация пород Центрального бюро нормативов по труду

Категория крепости по шкале Протольякона	Коэффициент крепости по шкале Протольякона	Категория крепости пород по ЦБПНТ*	Горные породы (сокращенный перечень наименований)	Коэффициент разрыхления горных пород (K_p)
IX	0,5	I	Глина сухая, рыхлая в отвалах. Лесс рыхлый влажный. Песок. Супесь рыхлая. Торф и растительный слой без корней.	1,10–1,20
VIII	0,6	II	Гравий. Суглинок легкий, лессовидный. Торф и растительный слой с корнями или с небольшой примесью мелкой гальки и щебня.	1,20–1,30
VIIa	0,8	III	Галька размером от 10 до 40 мм. Глина мягкая жирная. Песчано-глинистые грунты. Дресва. Лед. Суглинок тяжелый. Щебень различных размеров.	1,25–1,35
VII	1,0	IV	Галька размером от 41 до 100 мм. Глина сланцевая. Галечно-щебенистые грунты, связанные глиной. Песчано-глинистые грунты с включением гальки, щебня и валунов. Суглинки тяжелые с примесью щебня.	1,25–1,40
Vla	1,5	V	Песчаники слабо сцементированные с песчано-глинистым цементом. Алевролиты глинистые, слабо сцементированные. Конгломераты осадочных пород. Мерзлые породы I–II категорий.	1,25–1,45
VI	2,0	VI	Меловые породы мягкие. Сланцы углистые. Мерзлые породы III–V категорий.	1,30–1,45
V	4	VII	Глины песчанистые. Конгломераты слабых осадочных пород с известково-глинистым цементом. Сланцы сильно выветрелые. Сланцы углистые с прослойками глины.	1,30–1,45
IVa	5	VIII	Глины отвердевшие. Сланцы глинистые, углисто-глинистые, слабые песчанистые. Мерзлые породы VI–VII категорий	1,35–1,50
IV	6	IX	Алевролиты песчано-глинистые. Совершенно выветрелые граниты, гранодиориты, диориты. Песчаники выветрелые каолинизированные и глинистые крупнозернистые.	1,35–1,50

* Остальные категории (X–XX) пород по данной классификации не приводятся, так как они не характерны для россыпных месторождений.

На основании исследований ВНИИ-1 нормами (табл. XI.2) предусмотрены оптимальные углы отвалообразования для различных типов бульдозеров и величины приращения или уменьшения пути на 1 м вертикального подъема или спуска.

Таблица XI.2

Углы отвалообразования и приращений расстояний транспортирования пород

Марка трактора	Тип отвала бульдозера	Предел оптимальных углов отвалообразования α	Средняя величина (β)	
			приращения на 1 м вертикального подъема	уменьшения на 1 м вертикального спуска
Т-130 Т-170	С уширителями и без уширителей	11°30' – 12°30'	4,2	3,2
ДЭТ-250	С уширителями и без уширителей	13°00' – 14°00'	3,8	2,9
Д9-Н	Полусферический	16°30' – 18°30'	3,0	2,2
Д9-Л	Сферический	18°30' – 21°00'	2,6	2,0
Д-355А	Полусферический	17°00' – 19°00'	3,0	2,1
Д-375А-3	Сферический	19°00' – 21°00'	2,6	2,0

Добычные работы подразделяются на две операции: разработка песков и транспортирование их до бункера промывочной установки.

В подавляющем большинстве случаев разработка песков ведется бульдозерами, при этом пласт песков разрабатывается послойно по мере оттаивания.

Транспортирование пород к бункеру промывочной установки осуществляется бульдозерами, скреперами или карьерным автотранспортом. При транспортировании песков автотранспортом их погрузка из навалов ведется колесными автопогрузчиками или карьерными экскаваторами.

Основные технологические схемы добывчных работ приведены на рис. XI.4 – XI.6.

При проектировании добывчных работ определяющим фактором является рациональное расположение бункера промывочной установки, позволяющее обеспечить минимальное расстояние транспортирования песков и самотечное размещение хвостов промывки в максимальном объеме.

Наиболее оптимальное среднее расстояние транспортирования песков для бульдозеров различных типов принимают в пределах 70–120 м.

Среднее расстояние транспортирования рассчитывается для полигона, имеющего прямоугольную форму ($a \times c \times d$) с расположением бункера в точке a (рис. XI.7).

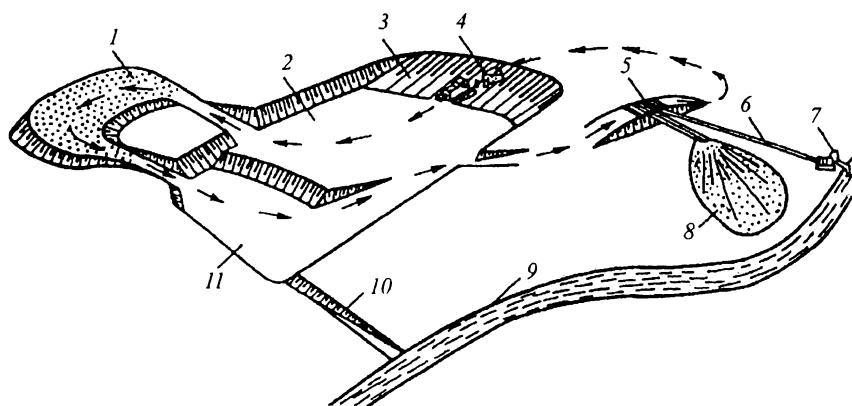


Рис. XI.4. Схема разработки россыпи колесным скрепером:

1 – отвал торфов; 2 – пески; 3 – торфа; 4 – скрепер; 5 – приемный бункер промывочного прибора; 6 – трубопровод; 7 – насос; 8 – отвал промытых песков; 9 – ручей; 10 – канава; 11 – плотик

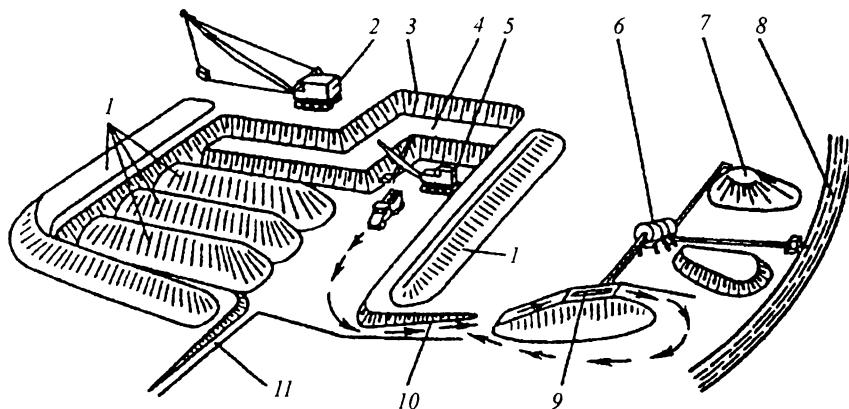


Рис. XI.5. Схема экскаваторной разработки россыпей:

1 – отвалы торфов; 2 – драглайн; 3 – торфа; 4 – пески; 5 – механическая лопата; 6 – промывочный прибор; 7 – отвал гальки; 8 – ручей; 9 – бункер промывочного прибора; 10 – траншея; 11 – канава

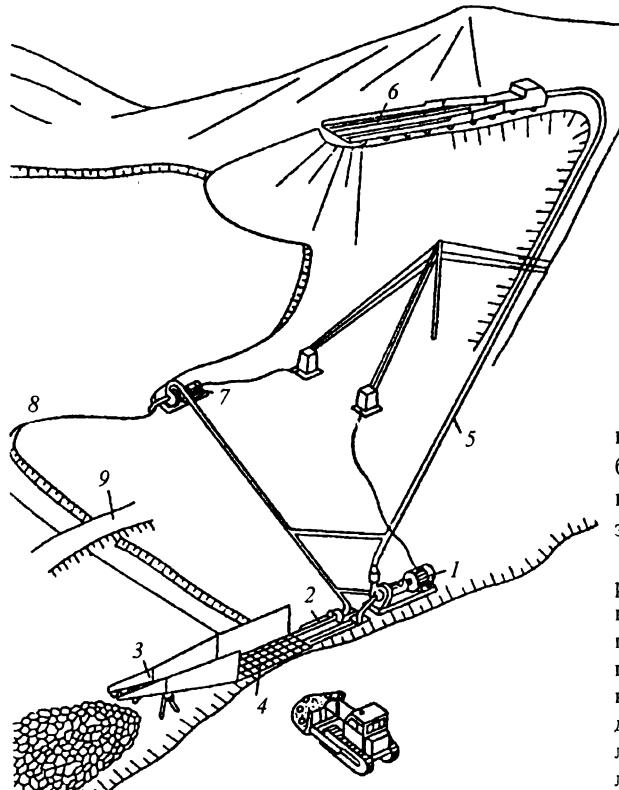


Рис. XI.6. Технологическая схема разработки россыпи с использованием бульдозеров и землесосов:
1 – землесос; 2 – гидромонитор; 3 – гидровашгерд; 4 – бункер; 5 – пульповод; 6 – спаренные шлюзы глубокого наполнения; 7 – насос; 8 – водоем; 9 – дамба для регулирования подачи технологической воды

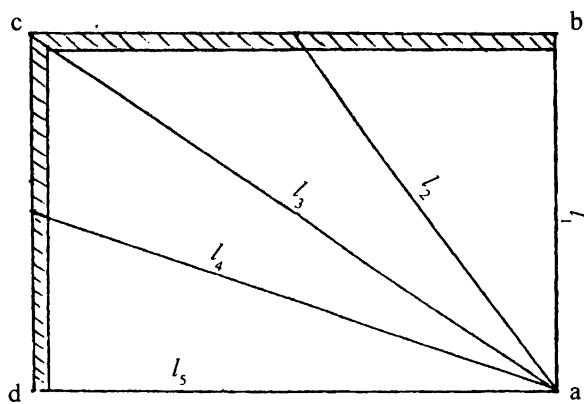


Рис. XI.7. Схема к определению расстояния транспортирования песков к бункеру
 108

При разработке и транспортировании песков к промывочным установкам средняя длина определяется по формуле:

$$l_{\text{ср}} = 0,6 \frac{\sum l}{n_3}$$

где $\sum l$ – сумма расстояний от бортов разреза до бункера, м; n_3 – количество замеров.

2. ПОДЗЕМНЫЙ СПОСОБ

Подземный способ применяется для разработки многолетних россыпей на средних и больших глубинах.

Необходимым условием для применения подземного способа является глубина залегания не менее 15 м.

Подземный способ приемлем также для отработки уходящих под склоны долины бортовых участков россыпи, которая отработана в центральной части открытым способом.

Эффективность подземного способа разработки определяется сравнением его экономических показателей с показателями других способов, применяемых в данных условиях.

Для многолетнемерзлых россыпей подземный способ может быть принят без экономического расчета, когда глубина залегания песков превышает 30 м.

Подземный способ разработки допустим без экономического расчета и в тех случаях, когда применение других способов невозможно или сильно затруднено:

- рельефом местности, который не дает возможности производить выкладку отвалов торфов при вскрышных работах;
- малой промышленной шириной россыпи (10–20 м), когда резко увеличивается коэффициент вскрыши;
- глубоким проникновением золота в трещины коренных пород, когда применение специальных методов рыхления значительно повысит стоимость открытой разработки;
- невозможностью проведения осушительных работ при сильно обводненной поверхности;
- особенностями климата, связанными с очень коротким летом и неблагоприятной для открытых работ погодой.

Подземная разработка включает подготовительные работы, вскрытие, проведение подготовительных и нарезных выработок, очистные работы.

Подготовительные работы включают очистку земной поверхности от деревьев и кустарника, строительство наземных сооружений (тепляков для обогрева рабочих, компрессорной, слесарной и т. д.).

Вскрытие россыпей осуществляют путем проходки наклонного ствола или штолни. От места расположения вскрывающей выработки зависит длина и количество подготовительных выработок, расходы на транспортирование, а также потери песков в целиках.

Под подготовкой шахтного поля к выемке полезного ископаемого понимают проведение комплекса подготовительных выработок (главных, панельных и вентиляционных штреков, рассечек, шурfov и скважин), необходимых для ведения очистных работ. Шахтное поле подготавливают к очистной выемке полностью или частично в зависимости от возможности совмещать подготовительные и очистные работы во времени. Различают подготовку шахтного поля с проведением вентиляционных шурfov и с проведением вентиляционных штреков. Подготовка шахтного поля с проведением вентиляционных шурfov применяется при глубине разработки не более 15–20 м. При большей глубине разработки экономически целесообразно применять подготовку с проведением вентиляционного штрека (панельная подготовка). Подготовка шахтного поля осуществляется путем проведения подготовительных и нарезных выработок. Подготовительные выработки предназначены для доступа к полезному ископаемому, передвижения по ним людей, перемещения грузов, прокладки коммуникаций, подачи воздуха для проветривания, отвода исходящей струи. Высота подготовительных выработок принимается равной мощности вынимаемого пласта полезного ископаемого, но не менее 1,8 м в свету. Подготовительными выработками являются штреки различного назначения (главные, панельные, центральные, вентиляционные) и шурфы. Нарезные выработки (рассечки) предназначены для ведения очистных работ. Их высота равна мощности вынимаемого пласта полезного ископаемого.

Выбор схемы подготовки осуществляется путем технико-экономического сравнения вариантов. В случае применения схемы подготовки с проведением вентиляционных шурfov расстояние между ними должно быть не более 15–20 м при сплошной (бесцеликовой) выемке и расположении забоя под прямым углом к направлению подвигания и не более 35–40 м при диагональном расположении забоя.

Шахтные поля больших размеров делят на панели. Панелью называется часть шахтного поля, расположенная по одну сторону от главного штрека и ограниченная транспортным и вентиляционным штреками (при отработке одиночной лавой) или вентиляционными штреками двух спа-

ренных очистных забоев, обслуживаемых одним транспортным (панельным) штреком, который проводится посередине панели. Панели отделяют друг от друга породными и искусственными целиками или отрабатывают без разделения. Ширина панели 20–120 м. Различают шахтные поля на однопанельные односторонние, двухпанельные двусторонние, многопанельные двусторонние, многопанельные односторонние (рис. XI.8) и одно- и двухфланговые. При однофланговом поле транспортирование песков к главному стволу осуществляется с одной стороны. Шахтное поле называется односторонним, если его панели расположены по одну сторону главного штрека.

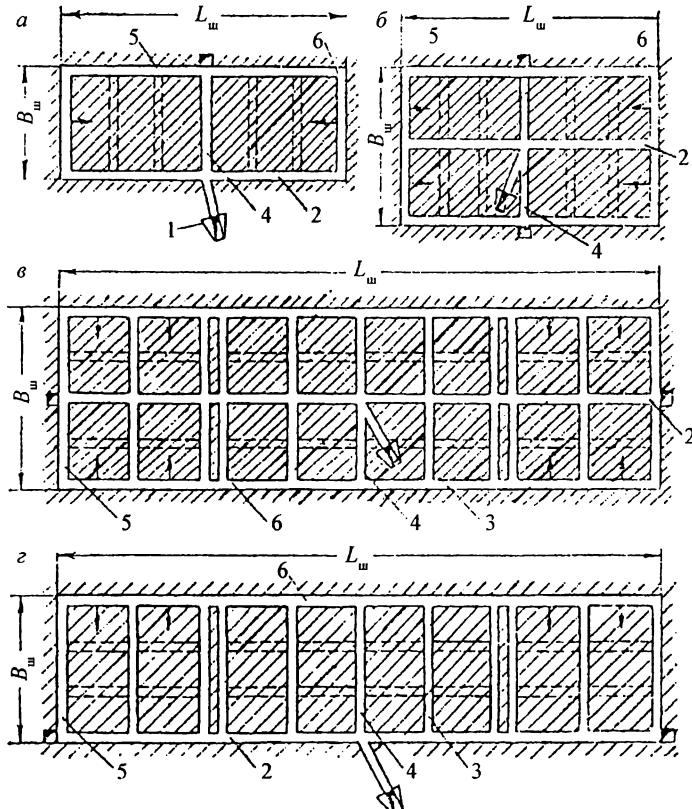


Рис. XI.8. Схемы панельной подготовки шахтных полей:

a – однопанельная односторонняя; б – двухпанельная двусторонняя; в – многопанельная двусторонняя; г – многопанельная односторонняя; 1 – ствол; 2 – главный штрек; 3 – панельный штрек; 4 – центральный штрек; 5 – вентиляционный штрек; 6 – очистная выработка

Размеры шахтного поля и панелей, их взаимное расположение и последовательность разработки определяют путем технико-экономического сравнения вариантов с учетом размеров россыпи и проявлений горного давления в очистных выработках. Выбранный вариант должен обеспечивать наиболее эффективное использование применяемого оборудования и минимум затрат на добычу песков. Параметры шахтного поля в значительной степени определяются границами россыпи.

Сезонность работ, вызывающая снижение устойчивости пород в очистных и подготовительных выработках в теплый период года, в значительной степени оказывает влияние на размеры шахтного поля. Более существенное влияние на размеры шахтного поля оказывают применяемые средства транспортирования песков по панельным штрекам. Например, при использовании в штреках скреперных установок максимальные размеры шахтного поля определяются длиной транспортирования песков, при которой обеспечивается заданная производительность скреперной установки. При применении ленточных конвейеров ограничение по расстоянию транспортирования песков практически исключается в пределах длины шахтного поля, так как производительность конвейера не значительно зависит от его длины. На размеры шахтного поля может влиять рельеф поверхности, если он ограничивает размещение отвала песков, промывочного прибора и отходов обогащения.

При технико-экономическом сравнении вариантов определяющими факторами являются затраты на вскрытие, подготовку, очистные работы, отвалообразование.

Технология очистной выемки песков в забое определяется в основном типом применяемых машин и способом управления кровлей. Вопрос о применении той или иной технологии решается в каждом конкретном случае в зависимости от наличия соответствующего оборудования, опыта и навыков персонала. Предпочтение отдается технологии, обеспечивающей более высокую производительность труда при одинаковых объемах добычи. Выбор технологии обосновывается технико-экономическими расчетами.

Управление кровлей в очистном пространстве осуществляется межкамерными целиками и деревянной крепью.

Подготовка песков к выемке производится буровзрывным способом, а транспортирование песков – скреперными лебедками и ленточными транспортерами.

Проветривание выработок ведется вентиляторами частичного проветривания через скважины или шурфы.

3. ДРАЖНЫЙ СПОСОБ

Разработка россыпи дражным способом включает всю совокупность работ, выполняемых на месторождении с целью добычи полезного ископаемого.

При выборе дражного способа разработки определяющим фактором, являются горно-геологические условия. Основными при этом считаются глубина, вертикальное распределение золота в пласте при незначительном его содержании, талое состояние пород на всю их мощность, значительные объемы переработки горной массы.

В Магаданской области дражная разработка ведется с 1950 г. В настоящее время работают 12 многочерпаковых драг, из них 4 американские драги фирмы «Юба», остальные производства Иркутского завода тяжелого машиностроения им. Куйбышева (ИЗТМ). Все драги имеют ковши вместимостью 250 л. В настоящее время драги разрабатывают как целиковые (первичные) месторождения, так и техногенные (вторичные).

Весь комплекс работ, охватываемых понятием разработка «россыпи дражным способом», в общем случае подразделяется на следующие основные виды: предварительные работы, работы по вскрытию, подготовительные и добывочные работы.

Предварительные работы включают мероприятия по обводнению долины. К ним относят проходку каналов и сооружение других водозаборных устройств, посредством которых вода самотеком подается к месторождению.

Вскрытие россыпи включает работы по проведению открытых выработок (котлована) или строительству специальных сооружений (плотины), которые обеспечивают возможность размещения драги в рабочем состоянии на горизонте залежи и открывают ей доступ к промышленным пескам.

Горно-подготовительные работы включают предварительные вскрышные работы; оттайку сезонной и многолетней мерзлоты; предохранение россыпи от глубокого сезонного промерзания; уборку льда из котлована; очистку сточных вод и восстановление нарушенной земной поверхности.

Технологию добычных работ различают по особенностям выемки песков, которые определяются системами разработки и порядком выемки.

Система разработки определяет организационные формы, порядок и направление ведения очистного забоя. Главнейшими ее отличительными признаками являются число одновременно отрабатываемых за-

боев в разрезе одной действующей драги, т. е. его ширина, необходимость оставления целиков для удержания воды или по другим причинам технологического порядка. Второстепенным признаком является принятый порядок перемещения рабочего борта разреза относительно оси долины – поперек или вдоль ее. Исходя из этого, на дражных разработках применяются следующие системы (рис. XI.9):

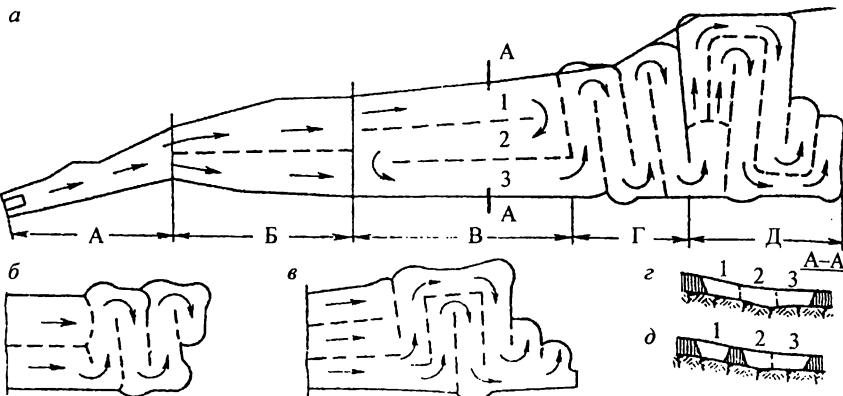


Рис. XI.9. Основные варианты систем разработки россыпи многочерпаковыми драгами

1. Системы с одинарным забоем – системы с узким разрезом: одинарно-продольная (рис. XI.9, а, участки А, В); одинарно-поперечная (рис. XI.9, а, участок Г).
2. Системы со смежными забоями (двумя и более) – системы с широким разрезом:

смежно-продольная (рис. XI.9, а, участок Б);
смежно-поперечная (рис. XI.9, а, участок Д).

3. Системы с оставлением целиков (рис. XI.9, г, д).

Кроме того, широко используются комбинированные системы (рис. XI.9, б, в), которые представляют собой различные сочетания основных вариантов, позволяющие в определенных условиях освоить месторождение с наибольшим эффектом. При использовании систем разработки со смежными забоями подвигание каждого из них должно чередоваться в такой последовательности, чтобы драга имела возможность свободно перейти из одного смежного забоя в другой.

Методы ведения смежных забоев и их продвижения при двухзабойной (а, б) и трехзабойной (в, г) отработке полигона представлены на рис. XI.10.

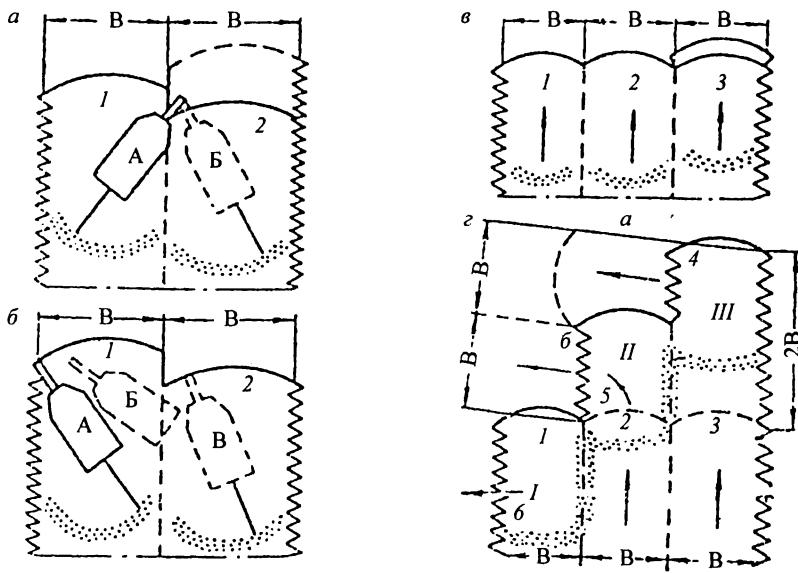


Рис. XI.10. Схемы ведения смежных забоев и перевода драги из одного забоя в другой.

Глава XII

ВОДОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫВОЧНЫХ УСТАНОВОК

Эффективная работа промывочных установок зависит от оптимального количества воды, подаваемой на прибор, и необходимого ее напора.

Необходимое количество воды определяется исходя из технической часовой производительности выбранного прибора и удельного расхода воды на единицу промываемой породы, т. е. соотношения Т:Ж.

Необходимое давление должно обеспечивать доставку воды к определенным узлам прибора, каждый из которых несет свое назначение, будь то ороситель в скрубберной бочке или насадка гидроэлеваторного прибора.

Рекомендуемое давление воды, подаваемое к узлам промывочного прибора: к оросителю скруббера – 15–20 м, насадке гидромонитора – 40–50 м, насадке гидроэлеватора – 40–100 м.

Давление воды у насадки гидроэлеватора зависит от высоты подъема пульпы.

Необходимый напор, который требуется для обеспечения нормальной работы установки (гидроэлеватора, гидромонитора, промывочного прибора), определяется из формулы:

$$H_n = (H_0 + H_r + H_b + H_m) \varphi,$$

где H_n – напор, необходимый для нормальной работы гидравлической установки, м; H_0 – необходимый напор на выходе из насадки, м; H_r – геодезическая высота подъема воды, равная разности отметок от уровня воды в зумпфе до обреза насадки, а при подаче воды насосами в источники потребления – от уровня воды в зумпфе до излива из водовода; H_b – потери на преодоление гидравлических сопротивлений в водоводе, м (табл. XII.1); H_m – сумма местных потерь на длине водовода (5–10% от H_b), м; φ – коэффициент, учитывающий необходимый запас напора для преодоления возможных перегрузок (1,05–1,10).

Определив необходимый напор и производительность, выбираем насос для промывки.

При расчете гидроэлеваторных приборов важно определить оптимальную высоту подъема гидросмеси, зависящую от многих факторов: давления воды на срезе насадки, диаметра насадки, параметров дистанционного патрубка и диффузора, диаметра и длины пульповода.

Таблица XII.1

Потери напора на 50 м длины водовода (H_s), м

Тип насоса	Производительность		Диаметр водовода, м							
	м³/ч	л/с	150	200	250	300	350	400	450	500
6НДВ	216	60	6,7	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3	0,17	0,12
	300	84	13	2,4	0,8					
8К-12	360	100	18,5	3,7	1,2	0,6	0,31	0,21	0,17	0,12
	400	110	22	4,5	1,5					
8НДВ	500	140	37	7,4	2,4	0,9	0,38	0,51	0,28	0,16
	540	150		8,5	2,8					
12НДС	600	165		11,1	3,6	1,4	0,6	0,6	0,33	0,19
	650	180		11,8	4	1,5	0,64	0,86	0,48	0,27
12НДС	720	200		14,8	4,8	1,8	0,8	1,15	0,64	0,36
	820	228		19,6	6,4	2,4	1			
14НДС	900	250		23,3	7,6	2,9	1,3	1,34	0,74	0,42
	1080	300			10,5	4,1	1,8	2,4	1	0,6
14НДС	1260	350			14,4	5,5	2,4	2,9	1,16	0,66
	1350	375			16,8	6,4	2,8	2,1	1,3	0,75
14НДС	1450	400			19,2	7,3	3,2	2,4	1,6	0,9
	1620	450			24	9,2	4	3,45	1,9	1,1
16НДН	1750	486				10,1	4,4	4	2,2	1,3
	1800	500				11,5	5	8,4	2,9	1,1
16НДН	1960	542				13,8	6	7,2	3,45	1,1
	2160	600								
16НДН	2340	650						8,4	4	2,2

Расчеты эти достаточно сложны, однако при стандартных параметрах выпускаемых гидроэлеваторных приборов каждый метр давления воды на срезе насадки обеспечивает 0,17–0,24 м подъема гидросмеси.

При выполнении этого условия обеспечивается стабильная и производительная работа гидроэлеватора. Более точные гидравлические параметры приведены в табл. XII.2.

Высота подъема гидросмеси гидроэлеватором составит:

$$h_r = \frac{h_0}{K_r} - h_l - h_m - h_{ost},$$

где h_0 – напор, создаваемый гидроэлеваторной установкой, м (табл. XII.2); h_l – потери на преодоление гидравлических сопротивлений по длине пульповода, м (табл. XII.3); $h_m = (0,05 \div 0,1) h_l$ – местные гидравлические сопротивления, м; $h_{ost} = 0 \div 2$ – остаточный напор в конце пульповода, м; $K_r = 1 \div 1,1$ – коэффициент, учитывающий колебания плотности гидросмеси и износ горловины гидроэлеватора, м.

Таблица XII.2

Основные напорные характеристики гидроэлеваторных установок

Расход воды м ³ /ч		Напор*, м л/с	Диаметр насадки гидроэлеватора, мм											
			60						70					
			35	40	45	50	44	38	40	35	45	35	40	45
450	125	<i>H</i>	64	54	45	50	44	38	40	35	31	32	29	26
		<i>h_o</i>	9,7	8,4	6,9	8,9	7,8	6,7	8,3	7,4	6,4	7,7	6,9	6,2
540	150	<i>H</i>	92	78	65	72	63	54	57	51	45	46	41	37
		<i>h_o</i>	13,9	12,1	9,9	12,8	11,2	9,6	11,8	10,5	9,3	11,1	10	8,9
720	200	<i>H</i>	164	140	116	129	113	98	102	90	80	81	73	65
		<i>h_o</i>	24,6	21,7	18	22,7	19,8	17,3	21	18,6	16,5	20	17,7	15,8
Расход воды м ³ /ч		Напор*, м л/с	Диаметр насадки гидроэлеватора, мм											
			80						85					
Расход воды м ³ /ч		Напор*, м л/с	Диаметр насадки гидроэлеватора, мм											
			40	50	60	35	40	45	35	40	45	35	40	45
720	200	<i>H</i>	60	48	38	49	40	33	41	34	28	34	29	24
		<i>h_o</i>	11,1	8,9	7,1	10,3	8,3	6,7	9,4	7,8	6,4	8,6	7,3	6,1
900	250	<i>H</i>	93	75	60	77	63	51	63	53	44	53	45	38
		<i>h_o</i>	17,3	13,9	11	16	13	10,5	14,7	12	10	13,5	11,5	9,6
10800	300	<i>H</i>	134	109	86	110	91	73	91	76	63	76	64	54
		<i>h_o</i>	24	20	15	23	19	15	21	18	15	19	17	14

* *H* – напор, создаваемый насосной установкой гидроэлеватора и гидромонитора, м; *h_o* – напор, создаваемый гидроэлеваторной установкой, м.

Таблица XII.3

Потери напора на 100 м длины пульповода при движении гидросмеси (h_p , м)

Расход гидросмеси m^3/c	Диаметр пульповода, мм										
	200	250	300	350	400	450	400	350	300	250	200
Консистенция гидросмеси Т.Ж											
180	50	2,14	2,15	2,22	0,68	0,70	0,75				
270	75	4,70	4,78	4,93	1,45	1,48	1,54	0,58	0,61	0,6	
360	100	8,34	8,48	8,73	2,56	2,60	2,69	0,98	1,01	1,0	0,48
450	125	13,0	13,3	13,6	3,98	4,05	4,18	1,50	1,53	1,6	0,70
540	150	18,8	19,1	19,6	5,72	5,81	5,99	2,16	2,20	2,2	0,99
720	200				10,2	10,3	10,7	3,80	3,87	3,9	1,73
900	250				15,9	16,1	16,6	5,97	6,07	6,2	2,66
1080	300							8,55	8,69	8,9	3,82
1260	350							11,6	11,8	12,0	5,17
1440	400							15,1	15,4	15,0	6,75
1620	450										8,55
1800	500										8,69
1980	550										8,95
2160	600										4,20
2340	650										4,41
2520	700										2,25
								10,5	10,7	11,0	5,18
								12,7	12,9	13,3	6,26
											6,37
											6,56
											3,35
											3,41
											3,52
											4,18
											4,05
											4,90
											4,75
											2,37
											2,29
											2,92
											2,83

Глава XIII

ПРОМЫВКА ПЕСКОВ И ДОВОДКА КОНЦЕНТРАТА

Промывка песков является одним из важнейших переделов работ при разработке россыпных месторождений.

Принципиальные схемы разработки и промывки песков приведены на рис. XIII.1.

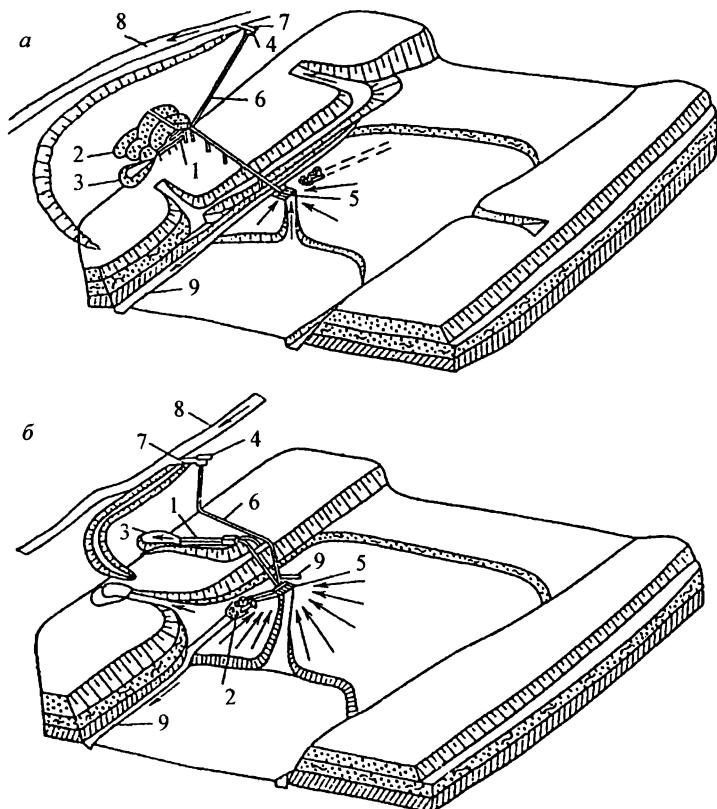


Рис. XIII.1. Технологические схемы разработки вечномерзлой россыпи с промывкой песков на конвейерно-скрубберном (а) и гидроэлеваторном (б) приборе:

1 – место стоянки промприбора; 2 – отвалы гали; 3 – отвалы хвостов промывки; 4 – насос; 5 – бункер; 6 – водовод; 7 – водозаводная канава; 8 – руслоотводная канава; 9 – водоотводная канава

Основной принцип промывки заключается в дезинтеграции песков в потоке воды и осаждении минеральных частиц на обогатительных устройствах.

Для промывки песков разработаны и выпускаются заводами различные промывочные приборы. Выбор промывочного прибора для конкретного месторождения зависит от многих факторов: гранулометрического состава песков и золота, промывистости песков, обводненности полигона, валунистости, производительности и др.

Характеристики промывочных установок приведены в главе V.

Уровень извлечения золота на промывочной установке в основном определяется ее технологической схемой, поэтому правильный выбор типа промывочной установки, комплекта ее обогатительного оборудования, а также выбранного режима его работы является решающим условием эффективного извлечения полезного минерала.

Извлечение золота при промывке можно значительно повысить, оснастив серийную промывочную установку неподвижным грохотом ГОШ конструкции ВНИИ-1, позволяющим дополнительно разделять гидросмесь на фракции -20 мм и -10 мм.

1. ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ ПЕСКОВ

На гидравлических промывочных установках дезинтеграция песков легкой и средней промывистости производится эффективно, но эффективность их дезинтеграции на неподвижных грохотах бункера и гидровашгерда неудовлетворительная. В связи с этим потери золота с галей гидровашгерда в среднем составляют 1,5%. В случае промывки глинистых или крупнофракционных песков, когда выход гали гидровашгерда превышает 10–15%, потери золота в галю возрастают. Эффективность грохочения эфельной, подгрохотной фракции в среднем на различных типах промывочных установок показана в таблице XIII.1.

Таблица XIII.1
Эффективность грохочения

Показатель	Тип промывочной установки			
	ПГШ, ПГБ	ПГБ	ПКБШ	ГБШ
Способ грохочения песков	На решетке гидровашгерда	В бочке	В барабанном грохоте скруббера	В бочке
Крупность эфельной (подгрохотной) фракции, мм	-120	-20	-50+20 -20	-30
Эффективность грохочения эфельной фракции, %	97,5	88	80 98	89

Эффективность дезинтеграции песков средней промывистости в скрубберах существенно зависит от нагрузки. Но она легко контролируется по наличию глинистой примазки на гале и технологическим опробованием. При снижении нагрузки эффективность дезинтеграции повышается. Эффективность грохочения фракции песков -3+0 мм достигает 98–99%, а потери золота такой крупности в галю скрубберных приборов составляют в среднем 1%. Эффективность грохочения самородков золота крупностью от половины до полного размера отверстия барабанного грохота – 40–70%. Самородки крупнее отверстий грохота полностью теряются в надгрохотном продукте (гале).

Вследствие недостаточно эффективного грохочения песков в барабанных грохотах скрубберных промывочных приборов с двухфракционным обогащением (ПКБШ) происходит засорение надрешетных продуктов внутреннего и наружных решет грохота песками и золотом мелких классов. Характерное распределение песков по классам крупности между продуктами грохочения, питанием шлюзов и галей, идущих в отвал, показано в табл. XIII.2.

Это следует учитывать при расчете уровня извлечения золота промывочной установкой, на которой не установлен самородкоулавливающий шлюз. При наличии в песках крупных самородков золота целесообразно на концевой части внутренней решетки грохота иметь отверстие размером 100 мм, а для обогащения продукта – 100+20(30) мм применять отсадочную машину МОП-1С. Это позволит повысить извлечение самородков золота.

Т а б л и ц а XIII. 2

Распределение песков и золота по классам крупности между агрегатами, %

Крупность класса, мм	Шлюзы мелкого наполнения	Шлюзы глубокого наполнения	Отвалообразователь (в отвал)
+50			100
-50+30		45	55
-30+20		75	25
-20+10	50	47	3
-10+3	95	4	1
-3+0	99,2	0,5	0,3

2. ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПРОМЫВОЧНЫХ УСТАНОВОК И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

При выборе промывочных установок и их эксплуатации необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

– скрубберные промывочные приборы (ПБШ-40, ПКБШ-50, -100) и приборы ПГБ-75 целесообразно использовать в первую очередь на промывке песков с повышенным содержанием мелкого золота;

– при промывке мелкофракционных песков, характеризующихся повышенным выходом фракций мельче 20 мм, допустимую производительность скрубберных промприборов следует определять расчетом, исходя из оптимальной удельной нагрузки шлюзов мелкого наполнения и выхода эфельной фракции песков с учетом КПД грохочения (см. табл. XIII.1);

– в случае отработки труднопромывистых песков принимать дополнительные меры для обеспечения удовлетворительной дезинтеграции их и уменьшения потерь мелкого золота в галю;

– подавать в скруббер оросительную воду в количестве 5–6 м³ на 1 м³ песков с напором 1,5–2 кг/см²;

– устанавливать кольцевой порог высотой 150–200 мм между глинистым и перфорированным ставами;

– уменьшать угол наклона скруббера до 1–1,5°, снижая соответственно производительность промывочного прибора ориентировочно на 20–30%.

В отдельных случаях при неудовлетворительной дезинтеграции песков возможно применение двух последовательно установленных скрубберов (первый из них с заглушенной перфорацией). Промывка особо глинистых песков требует разработки специальной технологии.

На промывке валунистых песков рекомендуется использовать промприборы типа ПКБШ, которые обеспечивают переработку песков, содержащих валуны размером 350–600 мм.

При наличии в песках самородков золота размером более 10 мм следует использовать скрубберные приборы, оборудованные параллельным самородкоулавливающим шлюзом или отсадочной машиной МОП-1С.

При промывке на скрубберных приборах песков с весьма мелким золотом извлечение может быть повышенено путем организации второй стадии обогащения хвостов неподвижных шлюзов на отсадочных машинах. Экономическую целесообразность второй стадии обогащения в каждом конкретном случае необходимо определять специальными технико-экономическими расчетами.

Гидроэлеваторные приборы ПГБ-75 могут быть использованы на промывке песков с любой крупностью золота. Их техническая производительность 75 м³/ч. При промывке валунистых песков, содержащих более 8% фракции крупнее 100 мм, производительность снижается в целях уменьшения потерь золота с галей гидровашгерда.

Гидроэлеваторные установки с одностадиальной схемой обогащения (ПГШ) следует применять на промывке песков открытой добычи с крупным золотом. Производительность их необходимо определять по оптимальной удельной нагрузке шлюза глубокого наполнения, соответствующей заданным параметрам его работы (уклон и расход воды).

Для достижения максимального извлечения золота часовая производительность ПГШ-30 не должна превышать 30 м^3 , ПГШ-50 – 50 м^3 . Приборы ПГШ не рекомендуется применять на промывке валунистых песков, для них предельное содержание валунов размером более 100 мм не должно превышать 8%. Более высокое содержание приводит к резкому снижению производительности прибора.

На промывке мелких террасовых россыпей, мелких разрозненных контуров, бортовых прирезок и различных недоработок прошлых лет наиболее целесообразно использование приборов ПБШ-10, -20, -30.

Для достижения минимально возможных технологических потерь золота (на песках легко-, среднепромывистых и по гранулометрическому составу среднефракционных) часовая производительность приборов не должна превышать паспортную.

При промывке мелкофракционных песков, характеризующихся повышенным выходом фракции меньше 30 мм, производительность приборов необходимо определять расчетом, исходя из оптимальной ($8\text{--}12 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м ширины шлюза) удельной нагрузки шлюза и выхода эфельной фракции с учетом КПД грохочения. Для труднопромывистых песков, а также для месторождений с мелким золотом применение данных приборов не рекомендуется.

При обнаружении оперативным опробованием повышенного содержания золота (свыше $0,4 \text{ г}/\text{м}^3$) в гале гидровашгерда приборов ПГШ, ПВШ, ПГБ рекомендуется повторно промыть ее на этом же приборе до его демонтажа.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ОЖИДАЕМОГО УРОВНЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА НА СРАВНИВАЕМЫХ ВАРИАНТАХ ПРОМЫВОЧНЫХ УСТАНОВОК

Основные потери мелкого золота на промывочных установках связаны с операцией обогащения песков. Уровень извлечения золота на этой операции зависит от его ситового состава, формы золотин, типа обогатительного устройства и технологического режима его работы. Наибольшие потери золота характерны для шлюзов глубокого наполнения, меньшие – для шлюзов мелкого наполнения, минимальные – для отсадочных

ных машин. Уровень извлечения золота на многошлюзовых агрегатах существенно зависит от характера распределения пульпы между шлюзами, определяющего режим их работы. Наибольшие потери золота в хвосты у тех агрегатов, часть шлюзов которых постоянно или периодически заэфеливается. Среднее извлечение золота по классам крупности на промывочных установках разных типов и на различных обогатительных устройствах показано в табл. XIII.3, XIII.4.

Во всех показателях учтены средние потери золота при сполоске шлюзов. Зная ситовой состав золота в песках и пользуясь таблицами, можно ориентировочно рассчитать ожидаемый уровень извлечения золота на сравниваемых вариантах промывочных установок различных типов. Пример такого расчета приведен в табл. XIII.5. Определенные расчетами уровни извлечения золота принимаются за основу при выборе наиболее целесообразного типа промывочной установки или схемы обогащения. Эти расчеты необходимо отражать в годовом проекте горно-эксплуатационных работ по каждому предприятию.

Для повышения уровня извлечения золота при промывке на ПГШ рекомендуется устанавливать грохот-обезвоживатель ГОШ, позволяющий разделять пески на классы -20 и -10 мм.

Таблица XIII.3

Извлечение золота при промывке песков на скрубберных установках и приборах малой производительности, %

Крупность золота, мм	Скрубберные установки с учетом КПД грохочения (с агрегатами и ШГМ)	Бочечно-шлюзовые приборы с одностадиальной схемой (тип ПБШ-10, -20) с учетом КПД грохочения в бочке	Вашгердно-шлюзовые приборы с одностадиальной схемой (тип ПВШ-30) с учетом КПД грохочения на гидровашгерде	Промывочные установки на базе гидромеханического грохота (ГМ)
+50	70			
-50+30	90		40	80
-30+20	95	70	85	95
-20+10	98,5	98,3	99	99,1
-10+5	99,7	99	99	99,5
-5+2	99,7	99,7	99,6	99,4
-2+1	99	99	99	97
-1+0,5	99	99	99	91,5
-0,5+0,2	85–85,5*	85,5	85,5	78
-0,2+0	60–60,3*	60,3	50	40

* Нижний предел для месторождений с преобладающим содержанием тонкого (чешуйчатого, пластинчатого) золота.

Таблица XIII. 4

Извлечение золота при промывке песков на гидроэлеваторных установках, %

Крупность золота, мм	Гидроэлеваторные землесосные установки с одностадиальной схемой (тип ПГШ) с учетом КПД грохочения на гидровашгерде	Гидроэлеваторные и землесосные установки с двухстадиальной схемой (тип ПГБ с агрегатами ШГМ-6-700) с учетом КПД грохочения на гидровашгерде и бочке
+50	90	90
-50+30	95	95
-30+20	98	98
-20+15	98,5	98,5
-15+10	99	99
-10+5	99	99
-5+2	99	99
-2+1,0	96,4	99
-1,0+0,5	90,5	99
-0,5+0,2	70	85–98,5*
-0,2+0	40	50–80*

* Нижний предел для месторождений с преобладающим содержанием тонкого (чешуйчатого, пластиначатого) золота.

Таблица XIII. 5

Пример расчета уровня извлечения золота на сравниваемых вариантах промывочных установок

Ситовая характеристика золота в исходных песках		Коэффициент извлечения золота на промывочных приборах по классам крупности			Ожидаемое извлечение золота на промывочных приборах, %		
Класс крупности, мм	Выход класса, %	ПГШ	ПГБ	ГГМ	ПГШ (гр2xгр3)	ПГБ (гр2xгр4)	ГГМ (гр2xгр5)
1	2	3	4	5	6	7	8
-10+5	9,1	0,99	0,99	0,995	9,01	9,01	9,05
-5+2	19,5	0,99	0,99	0,994	19,3	19,3	19,38
-2+1	24,9	0,964	0,99	0,97	24,0	24,65	24,15
-1+0,5	34,6	0,905	0,99	0,915	31,31	34,25	31,66
-0,5+0,2	8,4	0,70	0,985	0,78	5,88	8,27	6,55
-0,2+0	3,5	0,40	0,80	0,40	1,4	2,8	1,40
Итого:	100				90,9	98,28	92,19
Потери, %					9,1	1,72	7,81

После производства промывочных работ делают съемку концентратов в ручные контейнеры или в автошлиховозы и доставляют их на шлихобогатительные установки (ШОУ) для доводки.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ТИПОВОЙ ПРИИСКОВОЙ ШЛИХОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ (ШОФ)

Основные условия технологической схемы приисковой ШОФ: на ШОФ перерабатываются шлюзовые концентраты, максимальная крупность которых 30–40 мм. Концентраты доставляются на ШОФ в ручных контейнерах и автошлиховозах.

ШОФ выдает: шлиховое золото, не требующее отдувки; шлихи, содержащие золото в сростках; труднообогатимые шлихи, доводка которых до шлихового золота гравитационными методами неэффективна; хвосты, содержание золота в которых не выше 2 г/т.

Основная часть шлихового золота (95–98%) должна учитываться раздельно по промывочным установкам.

Технология обогащения шлюзовых концентратов по рекомендуемой схеме (рис. XIII.2) включает следующие основные операции:

- грохочение;
- магнитную сепарацию фракции -5(3) мм сепаратором со слабым магнитным полем;
- обогащение немагнитной фракции на концентраторе ЦВК-500 (ручные контейнеры) или на концентрационном столе (автошлиховозы);
- доводку концентратов на сепараторном золотоизвлекающем комплексе (КСЗ), перечистку промпродукта 2-го концентрационного стола на отсадочной машине МОД-0,2;
- обогащение фракции +5(3) мм на отсадочной машине МОП-0,2;
- обогащение продуктов с отвальным содержанием золота на контрольном шлюзе.

При этом обработка продуктов по рекомендуемой схеме ШОФ предусматривает два цикла обогащения. В первом цикле предусматривается максимально полное извлечение шлихового золота с целью учета его по каждому прибору и накопление продукта, предназначенного для второго цикла обогащения.

Во втором цикле доизвлекается свободное золото и накапливается продукт, предназначенный для обработки на ШОФ (ЗИФ). В отвал выводятся хвосты контрольного шлюза как от первого цикла, так и от второго, с содержанием золота меньше 2 г/т. Магнитная фракция от головного магнитного сепаратора выводится в спецотвал отдельно от хвостов контрольного шлюза ШОФ. На тех ШОФ, в питании которых со-

КОНЦЕНТРАТ ШЛЮЗОВ
 (автошлиховозы, ручные контейнеры)

Т.в. – твердое вещество

К-т – концентрат

Подр. к-т – подрешетный концентрат

Надр. к-т – надрешетный концентрат

Пр.пр. – промпродукт
 1 цикл
 11 цикл

М.ф. – магнитная фракция
 Н.ф. – немагнитная фракция

Хв. – хвосты

Р/к – ручные контейнеры

А/ш – автошлиховоз

- 1 – приемный бункер;
- 2 – грохот ГИТ-11;
- 3 – сепаратор СБ-3;
- 4 – бункер-обезвоживатель;
- 5 – центробежно-вибрационный сепаратор ЦВК-500;
- 6 – печь;
- 7 – сепаратор МС3-1А;
- 8 – сепаратор ССМ-1А;
- 9 – сепаратор СМДК-1А;
- 10 – гидроэлеватор;
- 11 – отсадочная машина МОД-0,2;
- 12 – шлюз;
- 13 – стол концентрационный СКО-1-7,5;
- 14 – бункер-накопитель;
- 15 – отсадочная машина;
- 16 – бункер-накопитель;
- 17 – стол разборочный.

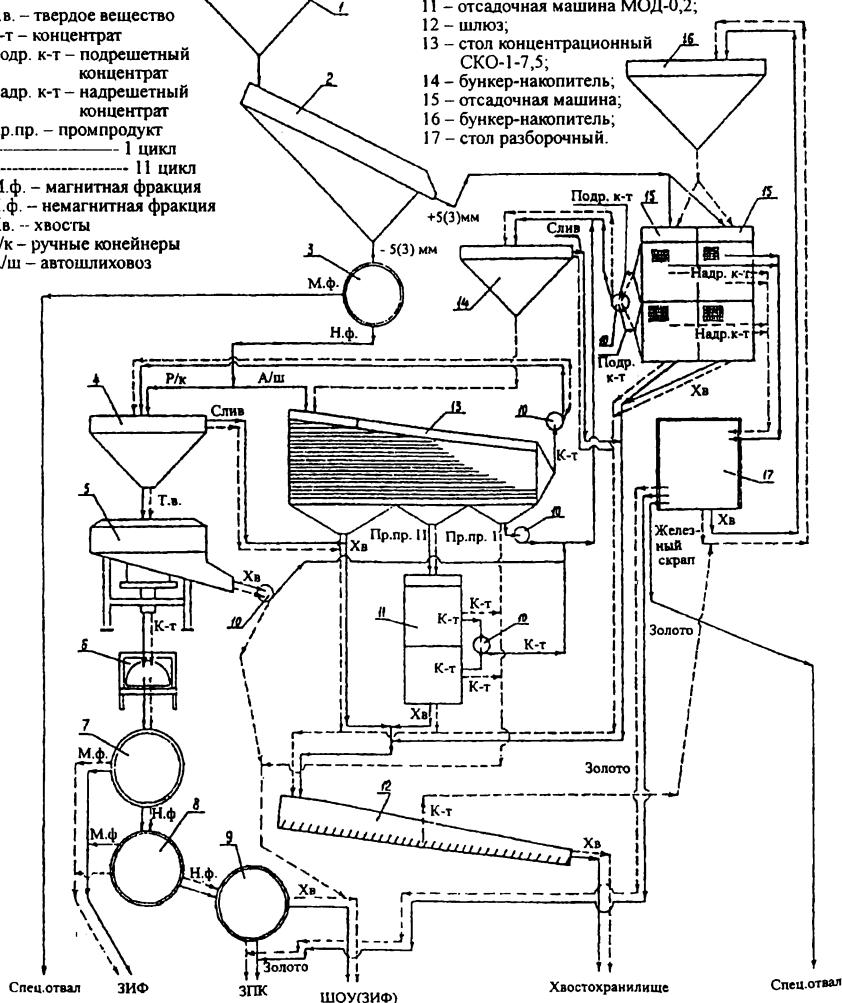


Рис. XIII.2. Схема цепи аппаратов приисковых ШОФ

держание сильно магнитных минералов будет невелико, установка магнитного сепаратора в голове процесса не обязательна. Магнитные фракции, выделенные сепаратором магнитным золотоизвлекающим (МСЗ) и магнитным сухим сепаратором (ССМ), подлежат переработке на ЗИФ, а хвосты сепаратора магнитного жидкостного (СМЖ) и промпродукты, полученные во втором цикле обогащения, должны перерабатываться на центральной ШОФ или ЗИФ. Сквозное извлечение золота по рекомендуемой схеме в богатых шлихах следует ожидать на уровне 99–99,9%, при этом извлечение шлихового золота составит 95–99%. Выход продукта, предназначенного для дальнейшего обогащения на ШОУ (ЗИФ), конкретно по каждой ШОФ, будет зависеть от шлихового комплекса перерабатываемых концентратов.

Рекомендуемая для ШОФ схема цепи аппаратов показана на рис. XIII. 2.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ТИПОВОЙ ШЛИХООБОГАТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ (ШОУ)

При обработке шлиховых концентратов на ШОФ получают шлиховое золото и продукт, обогащенный тяжелыми минералами, содержащий золото в сростках, пористое, чешуйчатое и представленное другими формами, трудноизвлекаемыми гравитационным методом. До 1989 г. извлечение золота из этого продукта осуществлялось амальгамацией.

В настоящее время применение процесса амальгамации не допускается, поэтому извлечение золота из такого продукта осуществляется на золотоизвлекательных фабриках (ЗИФ) методом цианирования и сорбционного выщелачивания.

С целью получения концентрата с содержанием золота, экономически выгодного для перевозки и обработки на ЗИФ, сокращения массы шлихов, подлежащих транспортированию, а также выделения золота в виде шлихового рекомендуется схема шлихообогатительной установки.

Технология обогащения шлихов по рекомендуемой схеме (рис. XIII. 3) включает следующие основные операции:

- предварительную подготовку шлихов к обогащению;
- сепарацию фракции -2 +0 мм в слабо- и сильно магнитном полях;
- первичное обогащение немагнитной фракции на отсадочных машинах с ячейками 1×1 мм;
- перечистка подрешетных продуктов отсадки на концентрационном столе;
- перечистка надрешетного концентрата 1-й камеры отсадочной машины на перечистной отсадочной машине МОД-М;

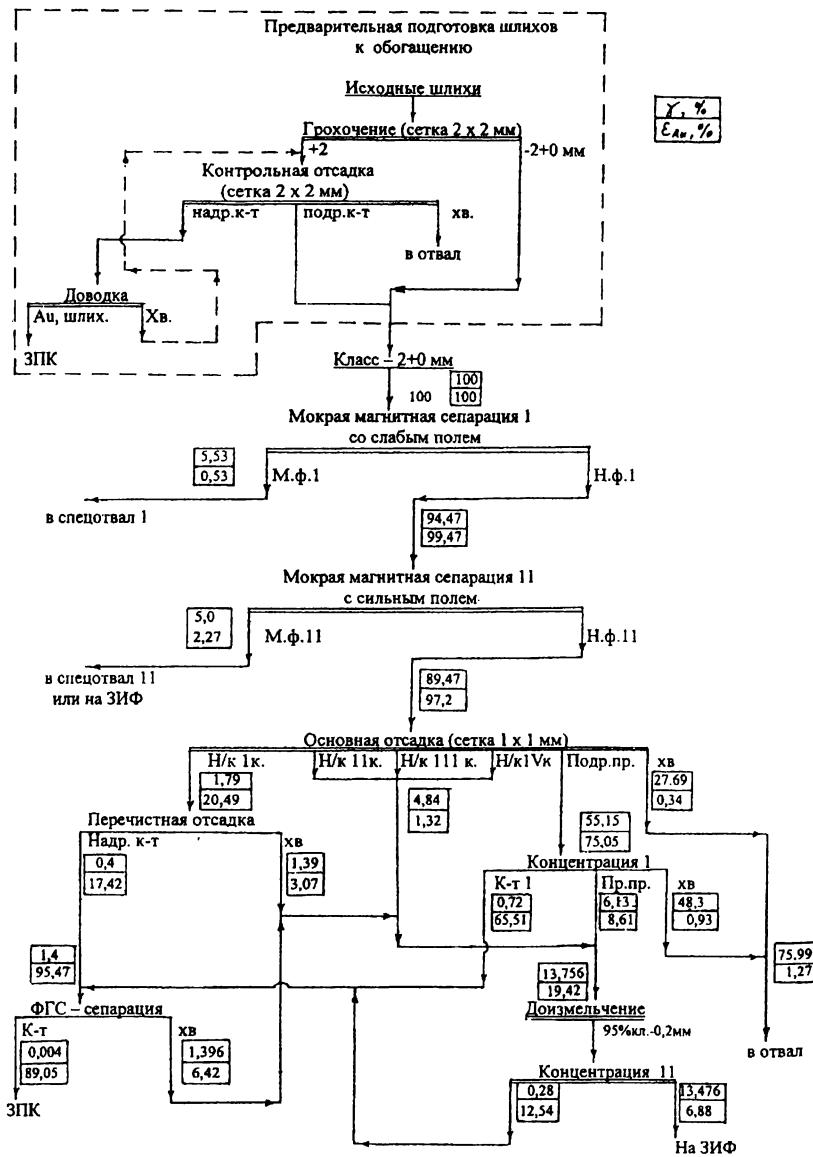


Рис. XIII.3. Схема технологии обогащения шлихов

- доизмельчение (надрешетные концентраты второй, третьей и четвертой камер отсадочных машин, промпродукт концентрационного стола, хвосты перечистной отсадки и хвосты ФГС-сепаратора) и обогащение измельченного материала на концентрационном столе;
- доводка концентрата столов и надрешетного концентрата перечистной отсадки на ФГС-сепараторе.

Часовая производительность установки по твердому – 500 кг/ч. Съем надрешетных концентратов отсадочных машин (основная отсадка) рекомендуется производить через каждые три часа работы установки. При этом в каждом конкретном случае (в зависимости от комплекса шлиховых минералов) периодичность съема надрешетных концентратов устанавливается индивидуально, при этом содержание золота в хвостах не должно превышать 2 г/т. Съем надрешетного концентрата перечистной отсадки рекомендуется производить один раз в смену и доводить его на ФГС-сепараторе отдельно от концентрата столов.

Эксплуатация рекомендованной установки в промышленных условиях позволит выделить 70–75% материала в отвал с содержанием золота ниже 2 г/т, получить часть шлихового золота и продукт для отправки на ЗИФ. Сквозное извлечение золота с учетом содержащегося в шлихах, отправляемых на ЗИФ, следует ожидать на уровне 90–98%.

6. МАЛОГАБАРИТНАЯ ДОВОДОЧНАЯ ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА (МДОУ)

Малогабаритная доводочная обогатительная установка (МДОУ) предназначена для доводки золотосодержащих шлюзовых концентратов до шлихового золота, в основном для недропользователей с небольшим объемом золотодобычи или при разработке на отдельных участках.

В состав установки входят:

- центробежно-вибрационный концентратор ЦВК-500;
- отсадочно-классификационная машина ОКМ;
- бункер-обезвоживатель;
- вашгерд;
- контрольный шлюз;
- стол концентрационный СКО-2.

Технология доводки концентрата предусматривает два цикла обогащения:

- извлечение шлихового золота;
- доизвлечение свободного золота и накопление продукта для последующей обработки на центральной ШОФ или ЗИФ.

Все оборудование установки может быть как размещено на открытой площадке, так и смонтировано в передвижном балке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев М. В.* Транспорт глубоких карьеров. – М.: Недра, 1983. – 286 с.
2. *Гриневич В. В.* Методическое пособие по проектированию разработки и промывки песков бульдозерно-гидравлическими комплексами. – Магадан, 1977.
3. *Грабчак В. В., Малышев Ю. Н., Комащенко В. И., Федунец Б. И.* Проведение горно-разведочных выработок и основы разработки месторождений полезных ископаемых – М.: Изд. АГН, 1997. – 576 с.
4. Горное дело. Терминологический словарь / Г. Д. Лидин, Л. Д. Воронина, Д. Р. Каплунов и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 694 с.
5. *Дроговейко И. З.* Разрушение мерзлых грунтов взрывом. – М.: Недра, 1981. – 243 с.
6. *Дубнов Л. В., Бахаревич Н. С., Романов А. И.* Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1988. – 358 с.
7. Единые нормы выработки (времени) на разработку россыпных месторождений открытым способом. – Магадан: ОТИ Северовостокзолота, 1981. – 293 с.
8. *Емельянов В. И.* Технология бульдозерной разработки вечномерзлых россыпей. – М.: Недра, 1976. – 287 с.
9. *Емельянов В. И.* Открытая разработка россыпных месторождений. – М.: Недра, 1985. – 176 с.
10. *Емельянов В. И., Мамаев Ю. А., Кудлай Е. Д.* Подземная разработка многолетнемерзлых россыпей. М.: Недра, 1980. – 240 с.
11. *Зубченко Г. В., Сулин Г. А.* Рациональное использование водно-земельных ресурсов при разработке россыпей. – М.: Недра, 1980. – 240 с.
12. Инструкция по проектированию водоохраных комплексов при разработке многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока. – Магадан: ВНИИ-1, 1988. – 102 с.
13. Каталог машин и оборудования, серийно изготавливаемых предприятиями ПО «Северовостокзолото». – Магадан, 1991. – 307 с.
14. *Каплунов Р. П., Черемушенцев И. А.* Подземная разработка рудных и россыпных месторождений. – М.: Высш. шк., 1966. – 544 с.
15. *Кузнецов И. К.* Разработка россыпных месторождений в условиях вечной мерзлоты. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 224 с.
16. *Кудряшев В. А., Потемкин С. В.* Основы проектирования разработки россыпных месторождений. – М.: Недра, 1988. – 200 с.
17. *Кулешов Н. А., Анистратов Ю. И.* Технология открытых горных работ. – М.: Недра, 1968. – 400 с.

18. Кутузов Б. Н., Пшеничный М. А. Взрывные работы на открытых разработках. – М.: Недра, 1969. – 161 с.
19. Лезгинцев Г. М. Гидромеханизация разработки россыпей и методы расчетов. – М.: Недра, 1968. – 220 с.
20. Лешков В. Г. Разработка россыпных месторождений. – М.: Недра, 1985. – 568 с.
21. Методические рекомендации по разработке нормативов полезных ископаемых и затрат на природоохранные мероприятия при добыче и переработке минерального сырья. – М.: НИИ планирования и нормативов, 1979. – 40 с.
22. Методические указания по подсчету запасов золота и олова в россыпях. – Изд. 2-е. – Магадан, 1979.
23. Миндели Э. О. Разрушение горных пород. – М.: Недра, 1974. – 600 с.
24. Натоцкий В. И. Подготовительные работы при разработке россыпных месторождений. – М.: Недра, 1975. – 169 с.
25. Обидин А. Д., Дюрягин Б. С. Оценка рыхлимости многолетнемерзлых горных пород // Сб. науч. тр. ВНИИ-1. – Магадан, 1987. – С. 36–45.
26. Обидин А. Д. Повышение эффективности разработки многолетнемерзлых россыпей на основе совершенствования технологии механического рыхления: Автoref. дис. ... канд. тех. наук. – М., 1988.
27. Практическое руководство по эксплуатации промывочных установок и шлихобогатительных фабрик. – Магадан: ВНИИ-1, 1990. – 89 с.
28. Перльштейн Г. З. Водно-тепловая мелиорация мерзлых пород на Северо-Востоке СССР. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 304 с.
29. Справочник по разработке россыпей. – М.: Недра, 1973. – 590 с.
30. Справочник предпринимателя-недропользователя: Метод. пособие по открытой разработке многолетнемерзлых россыпей. – Магадан, 2001. – 470 с.
31. Сулин Г. А. Техника и технология разработки россыпей открытым способом. – М.: Недра, 1974. – 232 с.
32. Тайбашев В. Н. Физико-механические свойства мерзлых крупнообломочных пород. – Магадан: ВНИИ-1, 1973. – 160 с.
33. Техника и технология подготовки многолетнемерзлых пород к выемке. – М.: Недра, 1978. – 280 с.
34. Турута Н. У. Буровзрывные работы. – М.: Госгортехиздат, 1954. – 600 с.
35. Шорохов С. М. Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений. – М.: Недра, 1973. – 768 с.
36. Ялтанец И. М. Проектирование открытых гидромеханизированных и дражных разработок месторождений. – М.: Недра, 1984. – 232 с.
37. Якжин А. А. Опробование и подсчет запасов твердых полезных ископаемых. – М.: Гос. НТИ лит-ры по геол. и охране недр, 1954.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Основные требования, предъявляемые к проектированию разработки рос-	
сыпных месторождений	6
Глава I. Проектирование разработки россыпных месторождений	8
1. Состав и структура проекта	8
2. Рекомендуемая структура и состав пояснительной записки	9
3. Графическая часть	18
Глава II. Оформление проектов	20
Глава III. Термины, применяемые при проектировании разработки рос-	
сыпных месторождений	22
Глава IV. Природные условия россыпей Северо-Востока	30
1. Рельеф и речная сеть	31
2. Основные черты геологического строения	35
3. Распространение, температура и мощность многолетнемерзлых	
толщ	36
Глава V. Техника и оборудование, применяемые для разработки россыпей	39
Глава VI. Происхождение, типы и строение россыпей	60
Глава VII. Характеристика пород, слагающих россыпи, и параметры рос-	
сыпей	64
Глава VIII. Разведка россыпных месторождений и подсчет запасов	66
Глава IX. Подготовка пород к выемке	72
1. Естественное оттаивание	73
2. Гидроигловое оттаивание	74
3. Фильтрационно-дренажное оттаивание	84
4. Дождевальное оттаивание	87
5. Буровзрывной способ	90
6. Механическое рыхление	95
Глава X. Подготовка россыпи к эксплуатации	99
Глава XI. Способы разработки россыпных месторождений	102
1. Открытый способ	102
2. Подземный способ	109
3. Дражный способ	113
Глава XII. Водоснабжение промывочных установок	116
Глава XIII. Промывка песков и доводка концентрата	120
1. Дезинтеграция песков	121

2. Основные рекомендации по выбору промывочных установок и их эксплуатации	122
3. Пример расчета ожидаемого уровня извлечения золота на сравниваемых вариантах промывочных установок	124
4. Рекомендуемая технологическая схема типовой приисковой шлихтообогатительной фабрики (ШОФ)	127
5. Рекомендуемая технологическая схема типовой шлихтообогатительной установки (ШОУ)	129
6. Малогабаритная доводочная обогатительная установка (МДОУ)	130
Список литературы	132

Производственно-практическое издание

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК-055-93, том 2; 953000 –
книги, брошюры

Редактор С. А. Склейнис
Технический редактор К. И. Болдырева
Компьютерная верстка Е. Г. Курбатовой

Подписано к печати 11.05.2004. Формат 60x84/16. Бумага Гознак-Сору. Гарнитура Times. Печать ризография. Усл. печ. л. 7,93. Уч.-изд. л. 8,2. Тираж 170. Заказ 15.
Отпечатано в типографии ООО “Кордис”: 685000, Магадан, Пролетарская, 12.