

Процесс геологического изучения недр включает:

- работы общегеологического назначения (региональное геологическое изучение недр,
- поиски и оценка месторождений (поисковые работы и оценка месторождений),
- разведка и освоение месторождений (разведка месторождений и эксплуатационная разведка).

Геоэкологическое обеспечение поисковых и разведочных работ в общем виде включает:

- составление специализированных геоэкологических карт по видам техногенеза;
- разработку экологических обоснований, требований и рекомендаций для последующих разведочных стадий;
- применение экологически безопасных разведочных методов и технологий;
- разработку и внедрение рекреационных и рекультивационных технологий;
- принятие природоохранных мер и устранение допущенных негативных экологических последствий;
- проведение локального геоэкологического мониторинга.

Действующая Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (Приказ МПР от 11.12.2006 №278)

		Степень изученности и категории	Группы по экономическому значению	
Запасы	Разведанные	A	Балансовые (экономические)	Забалансовые (потенциально экономические)
		B		
		C1		
	Предв. оцен.	C2		
Ресурсы	Прогнозные	P1		
		P2		
		P3		



Рис. 1. Схема классификации запасов и ресурсов нефти и газа

Методология выбора технологии добычи предполагает

- проведение системного анализа эколого-экономического ущерба добычи полезного ископаемого на региональном и локальном (рудничной, забойной) уровнях,
- выбор экономически оптимальных технических решений (способы разработки, системы разработки, методы управления),
- обоснование предложений по комплексному совершенствованию работы добывающего предприятия, повышению качества проводимых работ.



Попутные полезные ископаемые представляют собой товарные продукты, селективно извлекаемые при разработке базового месторождения в результате самостоятельного технологического процесса.

Например, из колчеданных медных и полиметаллических руд можно извлекать примесные Au, Ag, Cd, In, Ga, Se, Te, Bi и другие, которые связаны с основными рудообразующими минералами, накапливаются при их обогащении в концентратах, а при металлургическом переделе в различных отходах, откуда они попутно или специальной переработкой, могут быть утилизированы.

Месторождения с несколькими базовыми компонентами, с извлекаемыми попутными полезными компонентами или попутными полезными ископаемыми, называются **комплексными месторождениями**.

редкие рассеянные элементы (Cd, Se, Te, Ga, Ge, Hf, In, Sc, Rb, Cs, Re, Os, Ir, Ru, Rh, La, Yb, Sm, Eu), которые не образуют самостоятельных месторождений. Они извлекаются попутно из комплексных месторождений.

Россия испытывает **дефицит** ряда полезных ископаемых, который покрывается ИМПОРТОМ:

марганцевый концентрат (импортируется 91 %),
ферромарганец (60 %) и силикомарганец (80 %),
хромиты (70 %),
алюминиевое сырье - бокситы (до 10 %) и глинозем (62 %),
цирконовый концентрат (100 %),
титановое сырье (89 %),
феррониобий (66 %),
плавиковый шпат (57 %),
горный воск (100 %),
обогащенный каолин (60 %),
щелочной бентонит (30 %),
барит (30 %)

(Основы ресурсоэффективности: учебное пособие / И.Б. Ардашкин, Г.Ю. Боярко, А.А. Дульзон и др. / Под ред. А.А. Дульзона, В.Я. Ушакова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 286 с.)

Эффективность использования материальных ресурсов недр определяется показателями извлечения полезных ископаемых из недр или их потерями в недрах, коэффициентом вскрыши, коэффициентом разубоживания полезного ископаемого пустыми породами, коэффициентом извлечения полезных компонентов из руд при обогащении, потерями в хвостах обогащения и удельной величиной отходов обогащения.

Коэффициент извлечения при обогащении полезного ископаемого показывает степень извлечения полезных компонентов из рудной массы в концентрат или другой товарный продукт.

Потери полезного ископаемого и объемы отходов для различных способов разработки месторождений

Способ разработки	Полезное ископаемое (ПИ)	Коэффициент извлечения из недр	Коэффициент извлечения при обогащении	Потери в недрах, %	Потери в отвалах обогащения, %	Сквозные потери ПИ, %	Объемы отвалов пустых пород, % к объему ПИ	Объемы отвалов обогащения, % к объему ПИ
Скважинный	Нефть	0,15-0,60	-	40-85		40-85	-	-
	Природный газ	0,95		5		5	-	-
Подземный	Уголь	Не определяется	0,8-0,9	5-40	до 5-10	10-45	-	80-90
	Твердые полезные ископаемые (кроме угля)	Не определяется	0,75-0,98	до 5-10	2-25	7-30	-	75-98
Открытый	Уголь	Не определяется	0,8-0,9	1-2	до 5-20	6-20	100-500	80-90
	Твердые полезные ископаемые (кроме угля)	Не определяется	0,50-0,98	1-2	2-50	3-50	100-1200	50-98
Геотехнологический (подземного выщелачивания)	Уран, медь	0,6-0,9	-	10-40	-	10-40	-	-

Проблема **КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ** минеральных ресурсов рассматривается в трех аспектах:

- 1) комплексное использование месторождений полезных ископаемых;
- 2) комплексное использование добываемого минерального сырья,
- 3) использование отходов производства.

Коэффициент комплексности (K_k) = суммарная стоимость извлеченных в товарную продукцию полезных компонентов / суммарной стоимости компонентов в сырье.

Уровень комплексности использования месторождений оценивается числом добываемых на месторождении полезных ископаемых и полезных компонентов, а также степенью их полноты извлечения и реализации.

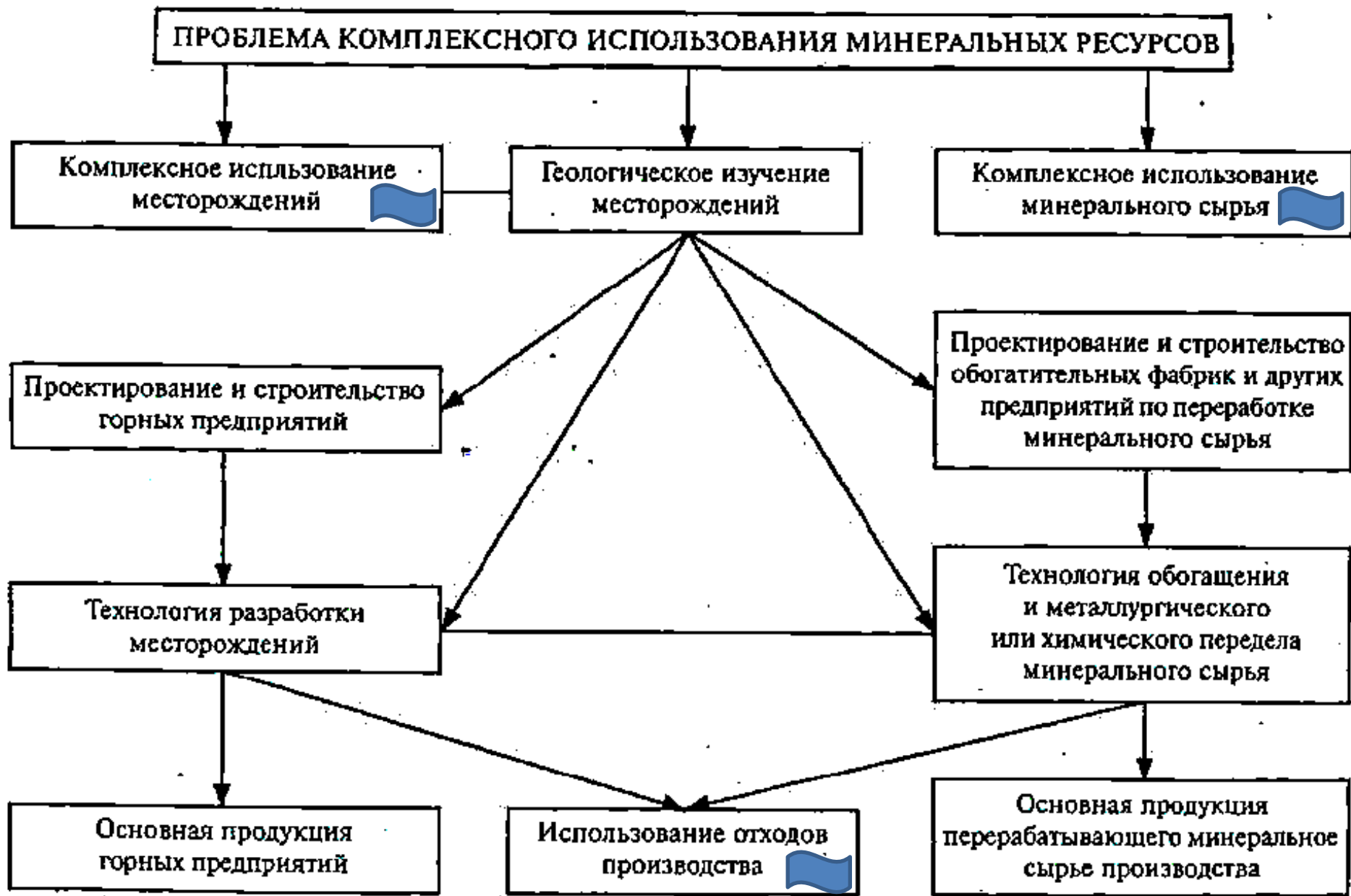


Схема комплексного использования минеральных ресурсов (Куликова Е.Ю., 2009)

Промышленная переработка сырья

Задача промышленной переработки минерального сырья – получение из него товарной минеральной продукции для непосредственного использования или концентратов для дальнейших переделов в металлургической, химической, агрохимической, энергетической и других отраслях промышленности.

В зависимости от качества добытого минерального сырья и требований к его товарной продукции, **подготовку сырья к промышленному использованию производят** путем дробления, сортировки и усреднения, измельчения, обогащения, гидро- и пирометаллургической переработки, окускования мелкого минерального сырья или тонкоизмельченных концентратов.



Дробление и сортировку минерального сырья осуществляют с целью подготовки его к непосредственному использованию, измельчению и обогащению.

Измельчение дробленого сырья осуществляют с целью вскрытия минералов перед обогащением или для снижения его крупности при непосредственном использовании. Различают крупное (до 0,5 мм) и тонкое (до 0,044 мм) измельчение.

Обогащение - процесс концентрации минералов. Его подразделяют на механическое разделение минералов, гидрометаллургическую и пирометаллургическую переработку.

При переработке разубоженного и крупновкрапленного минерального сырья с целью вывода из процесса вмещающей породы (а иногда и получения крупнокусковых концентратов) применяют предварительное обогащение дробленых до различной крупности продуктов. Для этих целей используют радиометрические, тяжелосредные и сухие магнитные методы обогащения.

Большая часть минерального сырья перерабатывается *гравитационным, магнитным и флотационным способами обогащения*. Извлечение из него полезных компонентов достигает 90% и более.

Гидрометаллургическая переработка основана на химическом вскрытии сырья и включает следующие процессы: выщелачивание, сульфатизацию, осаждение, сорбцию и экстракцию. Переработке подвергают весьма тонковкрапленное сырье (менее 0,044 мм).

Пирометаллургическая переработка основана на окислении, восстановлении или хлорировании с получением металлов и сплавов. Она включает обжиг, спекание и плавление. Получение металлов или сплавов достигают восстановлением, хлоридовозгонкой и фьюмингованием.

Окускование - процесс укрупнения рудной мелочи или тонкозернистых концентратов с получением кусковых агрегатов различной формы и размеров путем физических, химических, термических или комбинированных воздействий.

Применяют три способа окускования: агломерацию, окомкование и брикетирование.

В результате окускования частиц получают: при агломерации - агломерат крупностью 5-60 мм, окомковании - окатыши крупностью 9-16 мм и брикетировании - брикеты различной геометрической формы.

Совокупность процессов дробления, измельчения и обогащения, гидро- и пирометаллургической переработки, а иногда и окускования в определенной последовательности представляет собой **технологическую схему**,

а вместе с технологическими, реагентными и температурными режимами - **технологию переработки сырья**.

Технологические схемы переработки сырья могут включать один процесс обогащения и сочетание нескольких процессов (комбинированные схемы).



Переработка нефти включает два этапа: первичный и глубокий.

К *первичной* относят атмосферную и вакуумную переработку, обезвоживание, обессоливание.

Глубокую переработку нефти осуществляют термодеструктивными процессами (различные виды крекинга, коксование, пиролиз), сернокислотное и фтористоводородное алкилирование.

Переработку газа производят в два этапа: подготовительный и глубокий или целевой.

Подготовительный этап осуществляют непосредственно на промышленных установках. Он включает очистку от механических примесей, отделение от газа воды и тяжелых углеводородов.

Глубокая переработка газа включает извлечение конденсата, широкой фракции легких углеводородов, кислых компонентов, гелия, ртути и пр. Переработку извлекаемых из газа и конденсата сернистых соединений доводят до производства комовой серы, а углеводородов - до получения ацетилен, аммиака, метанола, хлорометанола и моторного топлива.

При разработке подземных вод производят их очистку, защиту от загрязнения и истощения.

Для извлечения из вод и рассолов полезных компонентов используют следующие *способы*:

ионообменные, воздушной десорбции, диализ и электролиз, мембранные.



Испытание качества твердого минерального сырья разведваемых месторождений преследует две основные цели:

определение элементного и минерального составов, технологических свойств сырья с выделением его технологических типов и сортов;

изучение пространственного размещения технологических типов и сортов сырья (геолого-технологическое картирование).

Качество минерального сырья определяется:

- содержанием основных и попутных элементов и минералов, вредных и ценных примесей;
- минеральной формой проявлений полезных элементов и примесей;
- измельчаемостью сырья, величиной вкрапленности минералов и их вскрываемостью;
- степенью усреднения готовой минеральной продукции по основным и попутным компонентам;
- ценностью и конкурентоспособностью товарной минеральной продукции на внутреннем и мировом рынках.

Минеральная форма проявления *полезных компонентов* определяет возможность их извлечения в концентрат и поэтому является основой выбора наиболее целесообразного метода обогащения.

От физико-химических свойств *породообразующих минералов* зависят контрастность разделения и вскрываемость минералов, а также измельчаемость сырья.

Вкрапленность минералов и измельчаемость сырья определяют крупность измельчения и энергоемкость его переработки, так как на вскрытие минералов (дробление и измельчение) затрачивают более 60% общего потребления энергии на переработку сырья.

Технологические испытания проводят на лабораторных пробах по основным технологическим типам сырья с учетом его комплексного использования.

Технологическую оценку *отходов переработки* минерального сырья производят при подготовке месторождений к промышленному освоению. При оценке преследуют цель полной утилизации отходов и организации и малоотходной или безотходной технологии переработки сырья.

Результаты технологической изученности минерального сырья обобщают в *технологическом регламенте*, в котором приводят:

- обоснование технологических типов и сортов сырья, их отличительные свойства и рекомендации по отдельной или совместной переработке типов и сортов;

- возможность и целесообразность крупнокускового обогащения добытой горной массы и дробленого материала;

- дробимость и измельчаемость сырья, возможность и целесообразность применения самоизмельчения и рудно-галечного измельчения, крупность измельчения для получения необходимой степени вскрытия минералов и их ассоциаций;

- необходимость направленной обработки сырья для улучшения раскрытия и повышения контрастности разделительных свойств;

- технологические схемы, схемы цепи аппаратов, технологические и реагентные режимы, удельные нагрузки на основное оборудование, способы доводки черновых концентратов;

(продолжение)

- обоснование оптимальной глубины обогащения, обеспечивающей рациональное сочетание требований к качеству концентратов, извлечение основных и попутных компонентов из сырья и получение наиболее низкой себестоимости производства металла или других продуктов;
- обоснование применения экологически опасных методов обогащения (флотационные, обжиг-магнитные гидрометаллургические и пр.) в случае их безальтернативности;
 - обоснование глубины механического обогащения при пиро-, гидрометаллургической переработке продуктов механического обогащения;
 - данные по водо- и энергопотреблению, требования к очистке оборотной воды;
 - специальные требования к технологическим процессам, оборудованию и транспортным коммуникациям, по абразивности твердых материалов, агрессивности и токсичности жидких сред, пыле- и газовой выделению, другим неблагоприятным факторам;
 - возможности комплексного использования сырья и схемы для извлечения попутных компонентов;
 - экологическое обеспечение рекомендуемой технологии переработки минерального сырья.