ИНСТРУКЦИЯ

ПО ИЗУЧЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ПОПУТНЫХ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

gost.e-ecolog.ru

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ
ПО ЗАПАСАМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ПОПУТНЫХ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Инструкция разработана
Институтом литосферы АН СССР

Инструкция утверждена
заместителем министра геологии СССР
Р.А. СУМБАТОВЫМ 17 мая 1986 г.

Заместителем министра угольной промышленности СССР
А.А. ПШЕНИЧНЫМ 19 июня 1986 г.

Председателем Государственной комиссии
по запасам полезных ископаемых
при Совете Министров СССР
А.М. БЫБОЧКИНЫМ 24 июня 1986 г.



МОСКВА "НАУКА" 1 9 8 7

УДК 553.94

Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. - М.: Наука, 1987.

Инструкция регламентирует задачи и методы изучения и оценки попутных полезных ископаемых, компонентов и отходов добычи, обогащения и переработки при разведке месторождений угля и горючих сланцев, вытекающие из Требований ГКЗ СССР к комплексному изучению месторождений полезных ископаемых и других директивных документов. В Инструкции и приложениях к ней изложены общие сведения о попутных полезных ископаемых и компонентах на месторождениях угля и горючих сланцев, отходах добычи, обогащения и переработки твердых топлив, методы их попутного изучения и оценки на различных стадиях геолого-разведочных работ, программы испытания, требования по содержанию соответствующей информации в геологических отчетах по разведке месторождений.

С вводом настоящей Инструкции утрачивают силу Временные методические указания по опробованию и подсчету запасов редких элементов в месторождениях угля, утвержденные Министерством геологии СССР в 1959 г.

Ответственный исполнитель В.Р.Клер
Ответственный редактор К.В.Миронов

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного к печати Институтом литосферы АН СССР

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ
И ОЦЕНКЕ ПОПУТНЫХ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
И КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ
И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Редактор издательства *Н.Л. Казюкова*

Н/К

Подписано к печати 20.02.87. Т – 05635. Формат 60 X 90 1/16. Бумага офсетная № 1
Печать офсетная. Усл.печ.л. 8,5. Усл.кр.-отт. 8,5. Уч.-изд.л. 9,0. Тираж 2000 экз.
Тип. зак. 1474. Цена 80 коп. Заказное

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука"
117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12

И $\frac{1904050000-110}{042(02)-87}$ Без объявл.

© Институт литосферы АН СССР

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного решения задач по ускоренному развитию отраслей народного хозяйства необходимо рациональное использование недр. Действующим законодательством СССР и союзных республик о недрах предусмотрено, что геологические исследования должны обеспечивать комплексную геолого-экономическую оценку месторождений, достоверность определения количества и качества запасов основных и сопутствующих полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов. Комплексное изучение месторождений при их разведке (доразведке разрабатываемых месторождений) является одним из обязательных условий рационального использования и охраны недр, внедрения малоотходной и безотходной технологии добычи и переработки минерального сырья.

Общие принципы комплексного изучения недр регламентированы утвержденными Советом Министров СССР в 1981-1983 гг. классификациями запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [2.1], нефти и горючих газов, эксплуатационных запасов подземных вод. Эти принципы получили развитие в утвержденных ГКЗ СССР в 1982-1985 гг. инструкциях по применению классификаций запасов к различным видам полезных ископаемых [2.2 - 2.16], о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ СССР технико-экономических обоснований кондиций на минеральное сырье, материалов по подсчету запасов различных видов полезных ископаемых [2.18], в требованиях к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов [2.19], а также в утвержденных Министерством геологии СССР в 1984 г. методических указаниях о проведении геологоразведочных работ по стадиям [22].

Настоящая инструкция содержит детализированные требования, методические указания и рекомендации по изучению и оценке попутных углям и горючим сланцам (в дальнейшем твердое топливо) твердых полезных ископаемых и компонентов, а также по изучению и определению возможного народнохозяйственного использования отходов добычи, обогащения и переработки твердых топлив. В ней не рассматриваются такие попутные полезные ископаемые, как радиоактивные элементы, подземные воды, горючие газы, нефтяные битумы, изучение и оценка которых регламентируется специальными инструкциями и требованиями.

Государственные, республиканские и отраслевые стандарты, технические условия на сырье и вытекающие из них требования и нормативы приведены по состоянию на 01.01.86 и подлежат уточнению по мере пересмотра и последующих изменений в них.

I. КОМПЛЕКСЫ СОПУТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

I.I. Сопутствующие твердым топливам полезные ископаемые могут быть генетически связаны непосредственно с углями и горючими сланцами или с вмещающими их породами угленосных (сланценосных) формаций, либо залегать (содержаться) в генетически не связанных с ними покровных и подстилающих отложениях. Соответственно выделяются определенные парагенетические комплексы сопутствующих полезных ископаемых (компонентов), характерные для определенных условий образования угле-сланценосных формаций, и комплексы полезных ископаемых (компонентов), развитые в перекрывающих и подстилающих эти формации отложениях, генетически не связанные с угле-сланценакоплением.

I.2. Образование комплексов полезных ископаемых и ценных компонентов, парагенетически связанных с угленосными формациями, может предшествовать угленакоплению (сланценакоплению), быть сингенетичным или эпигенетичным ему. Эти комплексы включают:

- полезные ископаемые, связанные с доугленосными корами выветривания, развитыми в основании угленосных формаций и в периферических зонах их развития, а также с внутриформационными перерывами: огнеупорные глины, первичные и переотложенные каолины, аллиты, бокситы, элювиальные россыпи титана, золота и др.;

- обломочные в различной степени литифицированные осадочные породы различного гранулометрического (от тонких алевритов и глин до конгломератов и брекчий) и вещественного состава, слагающие обособленные пласты (залежи) в продуктивных и разделяющих их свитах (горизонтах) угленосных формаций . Вещественный и гранулометрический состав этих пород, степень окатанности и сортировки зерен определяется фациальными условиями осадконакопления (прибрежно-морские, лагунные, озерные, речные, болотные, пролювиальные и др.) Наибольший практический интерес представляют огнеупорные, тугоплавкие глины и каолины, глинистые, песчаные и карбонатные разновидности пород, пригодные для использования как керамическое, формовочное, стекольное сырье, в меньшей степени как сырье для производства строительных материалов;

- связанные с сингенетичным угленакоплению вулканизмом и последующей переработкой вулканогенно-осадочных толщ активными водами бентонитовые и различные керамические глины, а также продукты рудной минерализации угленосных отложений, обусловленные концентрацией ряда элементов на барьерах различных типов;

- ценные компоненты, концентрация которых является следствием

процессов сульфатредукции, формирующиеся на сероводородных восстановительных барьерах серный колчедан, элементная сера, сульфиды;

- урановое, молибденовое, рениевое, свинцовое, цинковое, селеновое оруденение, обусловленное эпигенетической концентрацией на восстановительных барьерах на контактах зон окисления (или первично-окисленных толщ) с зонами развития угленосных пород и углей;

- связанные с концентрацией на сорбционных барьерах (обусловленные сорбцией ценных компонентов углями и углистыми породами низких стадий метаморфизма и в зонах вторичного окисления углей на всех стадиях метаморфизма) германий, бериллий, вольфрам;

- связанные с эпигенетической гидротермальной деятельностью ртуть, мышьяк, свинец, цинк;

- концентрирующиеся на окислительных барьерах в зоне окисления и разгрузки вод угленосных толщ с осаждением элементов (в основном железа), обладающих контрастностью миграции в восстановительно-окислительных обстановках, а также мигрирующих в составе органических подвижных комплексов;

- образовавшиеся в зонах окисления интенсивно окисленные угли (сырье для производства углещелочных реагентов и гуминовых удобрений) и в зонах выгорания углей - горелые породы (глиежи);

- связанные с магматизмом изверженные породы с сопровождающим его термальным воздействием на угли и вмещающие породы и эпигенетической гидротермальной деятельностью (графит, каменные строительные материалы, а также гидротермальная, свинцово-цинковая, ртутная минерализация).

I.3. С содержащими горючие сланцы формациями связаны парагенетические комплексы:

- морского седиментогенеза - карбонатные породы (карбонатное сырье и каменные строительные материалы), глинистые породы (керамическое, цементное, керамзитовое сырье), фосфориты, а также сингенетичные биогенные накопления молибдена, ванадия и других элементов;

- рудные концентрации (медь, свинец, цинк, серебро и др.), связанные с совместным залеганием первично-окисленных (красноцветных) пород и горизонтов горючих сланцев;

- рудные вторичные концентрации в горючих сланцах и содержащих органическое вещество (ОВ) породах, образованные на окислительно-восстановительных и сероводородных барьерах (уран и его попутчики).

I.4. Полезные ископаемые, залегающие в перекрывающих угленосные (содержащие горючие сланцы) толщах, представленные песчано-гравийными породами, суглинками, глинами, песками, их литифицированными аналогами, карбонатными породами и магматическими образо -

ваниями, пригодными для различных направлений народнохозяйственного использования. В подстилающих угленосные (сланценосные) формации образованиях известны железные руды, фосфориты и другие полезные ископаемые.

I.5. В зависимости от экономического значения и технических возможностей совместной или раздельной разработки, сопутствующие твердым топливам полезные ископаемые могут являться объектами самостоятельной либо попутной добычи.

I.5.I. Изучение и промышленная оценка полезных ископаемых, заключенных в телах, пространственная обособленность которых от пластов угля (горючего сланца) и экономика добычи определяют возможность их отработки независимо от намечаемого способа вскрытия и разработки углей и горючих сланцев и сроков их промышленного освоения, входят в состав программ комплексного изучения месторождений твердых топлив. При разведке угольных (сланцевых) месторождений эти полезные ископаемые подлежат изучению и оценке (при наличии и в пределах потребности на соответствующие виды сырья) в контурах разведки углей (горючих сланцев), и только в случае выявления особо ценных видов сырья могут быть попутно оценены прогнозные их ресурсы за границами разведки твердого топлива.

I.5.2. Изучение полезных ископаемых, имеющих самостоятельное значение, а также комплексных месторождений (участков), например, германиево-угольных, ураново-угольных т.п., осуществляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к месторождениям соответствующего сырья, или по специальным программам.

Основные методические принципы изучения попутных полезных ископаемых и компонентов изложены в последующих разделах.

2. ГРУППИРОВКА ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

2.I. Согласно общим действующим требованиям к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов [2.I9] к попутным полезным ископаемым относятся минеральные комплексы, добыча которых при разработке основного полезного ископаемого и использование в народном хозяйстве являются экономически целесообразными. К попутным компонентам относятся заключенные в полезных ископаемых минералы, металлы, другие элементы и их соединения, которые не имеют определяющего значения для промышленной оценки месторождений, но при переработке могут быть рентабельно извлечены и использованы в народном хозяйстве.

Твердые попутные полезные ископаемые и компоненты в зависимости от форм нахождения, связи с основными полезными ископаемыми и

с учетом требований, предъявляемых промышленностью к условиям их разработки (извлечения), подразделяются на три группы.

I группа – попутные полезные ископаемые, образующие самостоятельные пласты, залежи или рудные тела в породах, вмещающих основное полезное ископаемое. К этой же группе относятся вскрышные породы, по составу и свойствам пригодные для производства строительных материалов или других целей, а также торф, почвенно-растительный слой и породы, пригодные после проведения агрохимических мероприятий для использования в сельском хозяйстве.

II группа – попутные компоненты, образующие собственные минералы, которые могут быть выделены при обогащении в самостоятельные концентраты или промпродукты, а в отдельных случаях накапливающиеся в продуктах обогащения в количествах, допускающих их последующее извлечение на экономически рациональной основе.

III группа – различного рода примеси в минералах основных и попутных компонентов, а также органические, металлические или металлоорганические соединения в углях и углистых породах.

2.2. Для месторождений твердого топлива с учетом специфики их геологического строения и условий разработки, а также перечня и форм нахождения в рамках приведенного в пункте 2.I подразделения, рекомендуется следующая группировка свойственных им твердых попутных полезных ископаемых и компонентов.

I группа – попутные полезные ископаемые по условиям их отработки подразделяются на две подгруппы.

К первой подгруппе относятся полезные ископаемые, залегающие в продуктивной толще и перекрывающих ее отложениях, которые пригодны для синхронной попутной отработки при разработке пластов угля (горючего сланца) подземным способом, и утрачивают промышленное значение вследствие подработки по мере извлечения последних. Обычно это породы, представляющие интерес как дефицитные виды сырья – – высококачественные огнеупорные и тугоплавкие глины, некоторые песчаные, карбонатные и изверженные породы, целесообразность отработки которых определяется потребностью в соответствующих видах сырья, не удовлетворяемой в районе за счет других объектов добычи.

Ко второй подгруппе относятся попутные полезные ископаемые, залегающие во вскрыше месторождений (участков) твердых топлив, разрабатываемых или намечаемых к разработке открытым способом, условия залегания и выемочная мощность которых с соблюдением требований к качеству сырья увязана с технологией удаления вскрышных пород (высотой уступов, принятой механизацией работ и т.п.) и очередностью отработки запасов углей (горючих сланцев). Наиболее распространенными видами попутных полезных ископаемых этой подгруппы являются:

– на всех месторождениях твердых топлив – глины, пески, песча-

но-гравийный материал, т.е. сырье многоцелевого использования в промышленном, жилищном, дорожном и других видах строительства, торф;

- на месторождениях угля - высокоглиноземное сырье, огнеупорные и тугоплавкие глины, глины и каолины для тонкой и строительной керамики и для производства легких заполнителей (керамзита и аглопорита), стекольные, формовочные и строительные пески, каменные строительные материалы, горелые породы (глиежи), карбонатное сырье, железные руды, осадочные руды и россыпи редких цветных, благородных и радиоактивных металлов;

- на месторождениях горючих сланцев - известняки и мергелистые породы как карбонатное сырье и каменные строительные материалы, легкоплавкие глины как сырье для производства керамзита, цемента и некоторых видов строительной керамики; осадочные руды цветных металлов.

Разработка попутных полезных ископаемых этой подгруппы с нарушением принятой технологии удаления вскрышных пород допустима только для дефицитных или особо ценных видов сырья. Необходимость и целесообразность селективной их отработки в каждом конкретном случае определяется специальным обоснованием, с учетом потребности в данном виде сырья и затрат на селекционную отработку и переработку получаемого сырья.

Во всех случаях (при наличии) изучаются и оцениваются почвенно-растительный слой и вскрышные породы, которые могут быть использованы для рекультивации земель и в сельском хозяйстве.

II группа. К попутным полезным компонентам, которые при подготовке к использованию твердых топлив могут быть извлечены (выделены) и использованы в народном хозяйстве, относятся: отделяемый при обогащении высокосернистых углей серный колчедан, а также извлекаемые органическими растворителями из некоторых разностей бурых углей воскосодержащие битумы и гуминовые соединения.

III группа. Основными компонентами III группы в углях и вмещающих их породах, которые можно рентабельно извлекать и использовать, в настоящее время, являются германий и уран. Потенциально возможны промышленные концентрации в углях - галлия, молибдена, ванадия, хрома, никеля, вольфрама, золота, серебра, ртути, селена, в горючих сланцах - молибдена, урана, рения, меди, ванадия, свинца.

3. ПОПУТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

3.I. Общая характеристика и возможные направления народно-хозяйственного использования основных попутных полезных ископаемых, относимых к I группе

3.I.I. Пески, песчано-гравийный материал и их литифицированные аналоги являются основной составной частью угленосных формаций.

Они, так же как глинистые породы (см. 3.I.2.), широко развиты в угленосных, сланценосных и перекрывающих их отложениях. К песчаным обычно относят породы с зернами размером 0,05–2,0 мм, к гравийным – 2,0–I0,0 мм. Однако в промышленных классификациях, регламентированных государственными и отраслевыми стандартами (см.прил.I), установлены другие пределы. Так, согласно ГОСТ 8736–77, к пескам относится материал с размером зерен 0,I4–5,0 мм, ГОСТ 8268–74 к гравию – материал с зернами 5,0–70,0 мм. При 7–I5%-ном содержании в песках частиц более 5 мм породу называют гравелистым песком, более I5% – гравийно-песчаной смесью и более 30% – песчано-гравийной смесью. Пески и гравий могут иметь различные генезис (речные, морские, флювиогляциальные), гранулометрический и минералогический состав.

По минералогическому составу различают пески мономинеральные (состоящие из зерен одного минерала), олигомиктовые, сложенные из зерен двух–трех минералов с преобладанием одного, и полимиктовые, состоящие из обломков горных пород различного состава. Основные минералы песчаных пород – кварц и полевые шпаты, примеси – глинистые минералы, слюда, карбонаты, магнетит, циркон, монацит, реже другие минералы. Литифицированные аналоги, песчаники и конгломераты имеют глинистый, кремнистый, сидеритовый цемент. Для большинства угленосных формаций характерны полимиктовые, реже олигомиктовые песчаные разности.

Полимиктовые пески характерны для угленосных формаций при наличии в областях сноса гранитов и гнейсов. Они широко развиты в угленосных формациях, в основании которых залегают кристаллические породы, а также в отложениях краевых (приорогенных) частей платформ, краевых и орогенных прогибов, парагеосинклиналей, авлакогенов, молодых подвижных платформ.

Чистые кварцевые пески образуются в результате длительного переноса, многократного переотложения. Их образованию способствует интенсивное химическое выветривание. Обычно такие пески встречаются на древних платформах, где создавались условия для их длительной переработки и переотложения. Благоприятные условия для химического выветривания песков за счет воздействия органических веществ имели место под подзолистыми почвами, торфяниками; угольные пласты часто сопровождаются прослоями "осветленных" кварцевых (иногда стекольных) песков.

По гранулометрическому составу различают мелкозернистые, среднезернистые и грубозернистые пески. Отсортированность песков по размеру частиц, а также загрязненность вредными примесями зависит главным образом от фациальных условий переноса и отложения обломочного материала.

Гравий и песчано-гравийные породы в основном развиты в перекрывающих угленосные формации аллювиальных отложениях. Известны также

песчано-гравийные отложения, сингенетичные угленакоплению, выполняющие внутриформационные размывы угольных толщ в виде древних долин (Днепробасс) или образованные пролювиальными конусами выноса (Челябинский бассейн).

Песок и гравий – полезные ископаемые многоцелевого назначения. Основные направления использования: как заполнители для тяжелого бетона, строительных растворов и асфальтобетона; как дорожный балласт, в стекольной промышленности, как формовочные земли, при производстве силикатного кирпича. Полимиктовые пески находят применение в основном в строительной промышленности. Чистые кварцевые пески используются стекольной промышленностью, а также в формовочном и в других производствах. Пески кварц-полевошпатового состава используются для производства керамики, фарфоро-фаянсовых изделий, бетона. К дефицитным видам песков относятся стекольные и кварц-полевошпатовые пески, пригодные для керамики.

Требования промышленности к качеству песков и гравия по направлениям использования и методы их испытания регламентированы государственными стандартами (см.прил.I) и изложены в инструкции ГКЗ СССР [2.4] и методических работах [3-5, I5].

Основные параметры, подлежащие изучению при попутных поисках и разведке песчаных и песчано-гравийных пород:

- гранулометрический состав;
- минералогический состав;
- содержание глинистой фракции;
- для гравия – количество галек, слабых пород и лещадной формы.

Рекомендуемые программы испытания песчаных и песчано-гравийных пород при их попутном изучении приведены в табл.2.I и 2.2 (см.прил.2). Направления промышленного использования и рекомендации по изучению литифицированных разностей – песчаников и конгломератов даны в пункте 3.I.4.

3.I.2. Глины и глинистые породы и их литифицированные аналоги – аргиллиты и глинистые сланцы – занимают второе по распространенности место в составе угленосных и содержащих горючие сланцы формаций и перекрывающих их отложений. В глинистых породах помимо тонких частиц ($< 0{,}0I$ мм), называемых обычно глинистой фракцией, содержатся обычно алевритовая (0,0I–0,I мм) и песчаная (0,I–0,2 мм) фракции. В зависимости от содержания фракции размером менее 0,0I и 0,00I мм глины относятся к грубо-, низко-, средне- и высокодисперсным. Рыхлые отложения, содержащие 30–50% глинистой и 70–50% алеврито-песчаных фракций, называют суглинками, содержащие 90–70% алеврито-песчаных и I0–30% глинистых фракций – супесями. Минералогический состав глин чаще полиминеральный, реже почти мономинеральный В угленосных формациях обычно преобладают глинистые породы каолинитового, гидрослюдистого, реже монтмориллонитового состава. В морских отложениях,

содержащих горючие сланцы, глины имеют преимущественно гидрослюдистый состав.

Каолинитовые глины накапливаются в континентальных условиях, а также образуются при изменении пород, богатых полевыми шпатами – гранитов, гнейсов, пегматитов, аркозовых песчаников и др. Образованию их благоприятствует гумидная обстановка литогенеза. Высокоогнеупорные и огнеупорные каолинитовые глины (аллитовые и сиаллитовые породы) в виде сухарных глин, флинтклеев, тонштейнов (уплотненных камнеподобных глинистых пород) характерны для многих угленосных отложений. Каолинизированные выбеленные породы часто сопровождают мощные угольные пласты благодаря вторичной каолинизации полевошпатовых и глинистых пород другого состава под воздействием продуктов, выделяемых при углефикации органического вещества. Гидрослюдистые глины свойственны лагунным образованиям, кроме того они накапливаются совместно с каолинитовыми глинами при выветривании средних и кислых пород. Глины монтмориллонитового состава образуются при изменении трахиандезитов, андезитов, порфиритов, туфовых лав и туфов. Особенно благоприятствует образованию монтмориллонита щелочная среда. Полиминеральные глины накапливаются в самых разнообразных условиях – морских и континентальных, платформенных и геосинклинальных, чем и объясняется их широкое распространение.

Основными свойствами глинистых пород, определяющими возможности их использования в промышленности, являются: пластичность, огнеупорность, спекаемость, набухаемость, усадка, связующая способность, вспучиваемость, поглотительная способность и некоторые другие свойства, обусловленные в основном химико-минералогическим составом глин, степенью дисперсности, а также наличием и характером посторонних примесей. Методы определения указанных параметров регламентированы государственными стандартами (см.прил.I). Рекомендуемые программы испытания глинистого сырья при попутном его изучении приведены в табл. 2.3 (см.прил.2).

Промышленные классификации глинистого сырья основываются на рассмотренных выше параметрах и регламентированы ГОСТ 9I69-75, 3226-77, I7630-72, 2I286-82.

По содержанию глинозема в прокаленном состоянии глины подразделяются (ГОСТ 9I69-75) на высокоглиноземистые – $Al_2O_3 \geqslant 45\%$; высокоосновные – Al_2O_3 = 38-45%, основные – Al_2O_3 = 28-38%; полукислые – Al_2O_3 = I4-28% и кислые – $Al_2O_3 < I4\%$.

По огнеупорности различают глины огнеупорные ($t > I580^{\circ}C$), тугоплавкие (I580-I350°C), легкоплавкие ($t < I350^{\circ}C$).

По пластичности – высокопластичные (число пластичности >25), среднепластичные (I5-25), умереннопластичные (7-I5), малопластичные (3-7) и непластичные.

Глинистые породы имеют многоотраслевое применение. При попутном

изучении они должны быть оценены как возможное сырье при производстве строительной, грубой и тонкой керамики, огнеупоров, цемента и керамзита. Кроме того, в меньших масштабах глинистое сырье используется для изготовления буровых растворов, в бумажной и резиновой промышленности (как наполнитель), для очистки нефтепродуктов, и по другим направлениям, для которых попутное изучение и оценка проводится только по специальным заданиям. Требования промышленности к качеству сырья и получаемых изделий регламентированы государственными стандартами (прил.I).

Высокоогнеупорные глины каолинитового состава применяются в производстве огнеупоров, а при отсутствии красящих примесей и в фарфоро-фаянсовом производстве. Тугоплавкие глины используются для изготовления грубой керамики и в строительных целях. Легкоплавкие глины широко используются в качестве сырья для производства цемента, кирпича, черепицы и других стройматериалов. Монтмориллонитовые и каолинитовые глины, практически не содержащие красящих окислов и механических примесей, применяются для изготовления тонкой керамики. Глины, обладающие хорошей вспучиваемостью (чаще всего, гидрослюдистого состава), пригодны для производства керамзита. Песчаные глины и суглинки находят широкое применение для производства кирпича и строительной керамики.

К числу дефицитных видов глинистого сырья относятся глины: огнеупорные, для тонкой керамики, монтмориллонитовые (бентонитовые) различного назначения и беложгущиеся. Подземным способом могут разрабатываться высокосортные огнеупорные и бентонитовые глины. Остальные типы глин разрабатываются открытым способом и подлежат попутной оценке только во вскрышных и вмещающих породах месторождений угля и горючих сланцев, предназначенных для открытой разработки. Специфичными для угольных месторождений являются углистые глины и их литифицированные аналоги: углистые и слабоуглистые аргиллит - алевролитовые породы, пригодные в качестве органоминеральных добавок и основного сырья при производстве строительной керамики. Литифицированный характер этих пород не препятствует использованию. Отрицательный фактор - наличие крепких крупных включений пирита, сидерита. Методы разведки и оценки глинистого сырья детально рассмотрены в Инструкциях ГКЗ СССР /2.3, 2.6/ и нескольких методических работах /3-5, I5/.

3.I.3. Карбонатные породы. В угленосных формациях часто содержатся известняки, редко озерные мергели, иногда горизонты крепких окварцованных известняков. Для сланцесодержащих формаций известняки и мергелистые породы часто являются основными компонентами. Карбонатные породы (известняки, мел, доломиты и др.) известны также в перекрывающих угленосные и сланценосные отложения толщах.

Известняки угленосных формаций образуются главным образом в

морской обстановке, имеют преимущественно биогенное происхождение и в СССР распространены в основном в бассейнах каменноугольного возраста (Донецком, Подмосковном, Кизеловском). Однако возможности их использования как попутного сырья крайне ограничены, так как разработка углей в указанных бассейнах ведется преимущественно подземным способом. Карбонатные породы обычно разрабатываются открытым способом и оцениваются только при разведке месторождений угля и горючих сланцев, предназначенных для открытой разработки (например, Антренское месторождение).

Большое значение (как сопутствующее полезное ископаемое) карбонатные породы имеют в Прибалтийском сланцевом бассейне, где они в основном находят применение как каменные строительные материалы (см.пункт 3.I.4).

Основные направления использования карбонатных пород: в цементном производстве, производстве строительной извести, муки для известкования почв, флюсов в черной и цветной металлургии. Карбонатные породы широко используются также в химической, стекольной, сахарной, целлюлозно-бумажной, резиновой и других отраслях промышленности. Попутная оценка карбонатных пород для использования в этих направлениях проводится только по специальным заданиям.

Основные параметры оценки карбонатного сырья: содержание CaO и MgO и примесей SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, S, P и некоторых других. Кроме того, учитываются кусковатость карбонатного сырья, размалываемость, истираемость, пористость. Промышленные классификации и требования промышленности к карбонатному сырью регламентированы государственными стандартами (см.прил.I), требования промышленности к изученности сырья изложены в Инструкции ГКЗ СССР /2.5/ и методических пособиях /3-5, I5/. Рекомендуемые при попутных поисках и разведке программы испытания карбонатного сырья приведены в табл.2.4. (см.прил.2).

3.I.4. Каменные строительные материалы. В качестве каменных строительных материалов (для производства щебня, бутового и стенового камня, облицовочного и декоративного материала) из пород угленосных формаций пригодны некоторые разновидности песчаников, конгломератов, известняков и изверженных пород, на месторождениях горючих сланцев - известняки. Эти породы должны иметь плотную и равномерную кристаллическую структуру, высокую механическую прочность, вязкость и ряд других свойств, определяемых сферой потребления.

Образование осадочных каменных строительных материалов происходит в результате литификации, цементации (песчаники с карбонатным и кварцевым цементом) и катагенеза пород, а также в результате магматизма. Свойства каменных строительных материалов могут локально резко ухудшаться вследствие выветривания, тектонических подвижек и карстообразования. Высокой плотностью, стойкостью к выветриванию

обычно обладают песчаники и конгломераты в угленосных толщах, содержащих каменные угли высоких стадий углефикации и антрациты. Наиболее стойки к внешнему воздействию кварцевые и кварц-полевошпатовые песчаники на кремнистом или железистом цементе. Известковистый цемент постепенно растворяется в воде, глинистый - размокает.

Изверженные породы различного, преимущественно основного, реже кислого состава, широко развиты на некоторых угольных месторождениях восточных районов СССР и встречаются в виде даек, силлов (например, в Кузбассе) и излившихся покровов, перекрывающих угленосные отложения (Тунгусский и Таймырский бассейны, Шкотовское месторождение Приморья).

Каменные строительные материалы используются для производства рваного и штучного камня. Рваный камень - это куски породы неправильной формы, получаемые взрывом, дроблением или как отходы; он подразделяется на бутовый камень и щебень. Штучный камень - изделия правильной формы, полученные обколом, обтесом, распиливанием естественного камня (облицовочный, стеновой, бортовой камень; плиты, брусчатка, шашка, плитняковый бутовый камень). Попутно добываемые каменные строительные материалы в основном подлежат оценке как сырье для производства рваного камня.

Основные показатели скальных пород, используемых в качестве каменных строительных материалов: коэффициент прочности на сжатие в сухом и водонасыщенном состоянии, пористость, морозостойкость, истираемость, для облицовочного камня - декоративность, для штучных камней - возможность получения блоков нужных размеров. Методы испытания и требования промышленности к качеству сырья и получаемых изделий регламентированы государственными, республиканскими и отраслевыми стандартами и техническими условиями (см.прил.I).

Методы разведки и требования промышленности к изученности каменных строительных материалов регламентированы Инструкцией ГКЗ СССР /2.7/ и изложены в методической литературе по разведке /3-5, 7, 8, I5/. Рекомендуемые программы попутного изучения скальных пород при разведке месторождений твердого топлива в качестве каменных строительных материалов приведены в табл.2.5 (см.прил.2).

3.I.5. Железные руды. С угленосными формациями иногда связаны сидеритовые железные руды, залегающие непосредственно в угленосных отложениях ряда бассейнов и месторождений (Канско-Ачинский бассейн, Кондерлыкское месторождение), бурые железняки в вскрышных породах (Подмосковный, Тургайский бассейны) и железные руды, связанные с доугленосными корами выветривания - остаточные пластообразные залежи богатых руд, образовавшиеся за счет изменения железистых кварцитов (Белгород-Обоянский угленосный район).

Формирование железных руд в угленосных формациях обусловлено подвижностью при наличии органики закисных соединений железа и

последующим выпадением их из растворов при разгрузке вод в зонах окисления (на выходах вод из угленосных отложений), а также концентрацией железа в виде сингенетического и эпигенетического сидерита на углекислых барьерах.

Бурые железняки и сидериты в принципе могут рассматриваться как полезные ископаемые для попутной добычи, но, как правило, характеризуются небольшими запасами или низким качеством руд. Так, сидеритовые руды угленосных формаций, часто представленные песчаником с сидеритовым цементом, труднообогатимы. Бурые железняки в границах угленосных бассейнов, в прошлом достаточно широко использовавшиеся промышленностью (например, тульские руды), в настоящее время имеют ограниченное значение из-за небольших размеров месторождений. Железорудные месторождения доугленосных кор выветривания рассматриваются как объекты самостоятельной добычи. Методы изучения и оценки железных руд регламентированы Инструкцией ГКЗ СССР /2.11/.

3.I.6. Высокоглиноземные породы. Высокоглиноземные породы, как возможное сырье для получения глинозема, кремний-алюминиевых сплавов, глиноземцемента и других направлений в угленосных формациях, представлены бокситами, аллитами, сиаллитами и давсонитом. За рубежом с горючими сланцами связаны месторождения давсонита. Высокоглиноземные породы в угленосных отложениях формируются: в доугленосных корах выветривания и при их переотложении; в отложениях каолинитового и каолинит-аллитового состава, сингенетичных угленакоплению; под эпигенетическим воздействием продуктов разложения органического вещества.

Залежи высокоглиноземного сырья в угленосных бассейнах характеризуются: приуроченностью к основанию разреза или породам почвы мощных угольных пластов; связью с континентальными перерывами в формировании угленосных толщ; развитием наиболее высокоглиноземных разностей пород (до диаспоритов) в районах, где отложения угленосных толщ залегают на закарстованных известняках или на расчлененной поверхности высокоглиноземных бескварцевых пород; приуроченностью к периферическим частям бассейнов угленакопления; связью преимущественно с платформенными угленосными формациями; связью со склонами поднятий.

Бокситы. В угленосных формациях развиты, как правило в основании этих формаций и по периферии их развития. Комплексное бокситово-угольное месторождение разведано в ВНР; в СССР проявления бокситов известны в угленосных формациях различного возраста во многих бассейнах и угленосных районах страны - Подмосковном, Тунгусском, Нижне-Илийском, Серовском, а также в перекрывающих угленосные отложениях (Тургайский бассейн). Промышленные месторождения пока не выявлены, требования промышленности к бокситам в СССР регламентированы ГОСТ 972-82. Методы изучения и оценки регламентированы Инструк-

цией ГКЗ СССР [2.12] и изложены в многочисленной литературе [14].

Аллиты и сиаллиты - высокоглиноземные породы каолинит-аллитового состава (Al_2O_3 = 35-40%), развитые в некоторых угольных бассейнах страны. В настоящее время они оцениваются как возможное сырье для получения глинозема, кремний-алюминиевых сплавов на Ангренском и Экибастузском месторождениях. По предварительным данным для получения глинозема по схеме спекания с известняком с получением саморассыпающихся спеков аллиты и сиаллиты должны иметь содержание Al_2O_3 не ниже 35%.

Давсонит выявлен в значительных количествах в угленосных отложениях Кузбасса, карбона БССР. Скопления давсонита известны на некоторых месторождениях горючих сланцев США. В настоящее время он рассматривается как проблематичное глиноземное сырье.

3.I.7. Горелые (природно-обожженные) породы, связанные с зонами природного выгорания угольных пластов, широко развиты в бассейнах и месторождениях открытого типа (Канско-Ачинском, Кузнецком и др.). Оценка горелых пород как сопутствующих полезных ископаемых целесообразна только на месторождениях, разрабатываемых открытым способом. Основные направления их использования: в цементной промышленности (при преимущественно глинистом составе обожженных пород в качестве глинистой составляющей шихты и активных добавок), в качестве наполнителей и минеральных порошков в асфальтобетоне, для дорожного строительства. Эффективность использования горелых пород по сравнению с необожженным сырьем обусловлена повышением при обжиге гидравлической активности и капиллярности, меньшей влагопотребностью в технологических процессах и хорошей сцепляемостью с битумом.

Основные параметры оценки горелых пород: литологический состав обожженного сырья; степень обжига; механическая прочность в водонасыщенном состоянии; химический состав.

3.I.8. Фосфориты. Фосфатное сырье сопутствует месторождениям горючих сланцев морского генезиса.[1] На месторождениях горючих сланцев Прибалтийского сланцевого бассейна фосфоритсодержащий горизонт залегает ниже основного кукрузекского горизонта горючих сланцев и является объектом самостоятельной или комплексной с горючими сланцами разработками. В Волжско-Печорской сланцевой провинции фосфориты залегают непосредственно в кровле пласта горючих сланцев. В связи с дефицитом фосфатного сырья оценке подлежат попутно залегающие фосфориты на объектах как открытой, так и подземной добычи. Требования промышленности к фосфатному сырью регламентированы ОСТ 6-25-I9-74; методы изучения и оценки - соответствующей Инструкцией ГКЗ СССР [2.10]. Фосфорсодержащие породы с содержанием P_2O_5 более 5% подлежат оценке как фосфатное сырье.

[1] В отдельных случаях фосфориты имеют самостоятельное или главенствующее значение.

3.I.9. Россыпные полезные ископаемые. В угленосных и перекрывающих их породах известны концентрации россыпного титана (ильменит, рутил, титаномагнетит), самородного золота, олова (касситерит), вольфрама (вольфрамит, шеелит), циркония (циркон) различного генезиса. Возможно выявление россыпных платины и алмазов. Попутные поиски россыпных рудопроявлений при разведке углей в СССР практически не проводились в связи с недостаточной представительностью керновых проб колонкового бурения по песчаным отложениям. Известные на угольных месторождениях россыпные рудопроявления выявлены в результате либо металлогенического опробования вскрышных и вмещающих пород, либо специальными поисками. В целях усиления попутных поисков россыпных месторождений следует при металлометрическом опробовании усилить внимание определению элементов, образующих россыпи, по опорным скважинам проводить выделение и изучение тяжелых фракций песчаных пород. Попутная разведка выявляемых поисками россыпных рудопроявлений практически невозможна в связи с несоответствием технических средств углеразведки требованиям опробования россыпных месторождений.

В районах, перспективных для формирования россыпей, необходимо проведение специальных ревизионно-поисковых работ, а при необходимости специальной разведки сопутствующих углям россыпей. Требования к разведке россыпных месторождений регламентированы Инструкцией ГКЗ СССР /2.I5/ и другими методическими указаниями.

3.I.I0. Гипс, ангидрид, самородная сера и кремнистые породы как сопутствующие углям полезные ископаемые известны на единичных месторождениях в перекрывающих угленосные толщи и залегающих ниже их породах. В составе угленосной формации крупная залежь гипса, ангидрида и образованной по ним в результате сульфатредукции самородной серы известна только на Новодмитровском месторождении (Днепрово-Донецкая впадина). Гипсоносные породы как возможный объект самостоятельной разработки известны в перекрывающих породах некоторых юрских месторождений Средней Азии. В Подмосковном бассейне мощные толщи гипса развиты в девонских отложениях и рассматриваются как возможный объект самостоятельной добычи путем углубления угольных шахт после отработки угольных пластов, попутная разведка этих гипсов не производится. Кремнистые породы (диатомит, спонголит, трепел, опока) известны в перекрывающих каменноугольные угленосные формации мезозойских отложениях (Подмосковный бассейн). Они не могут рассматриваться как попутно добываемое сырье, так как все месторождения, где такие породы известны, кроме Новодмитровского, могут разрабатываться только подземным способом.

Методы изучения перечисленных полезных ископаемых рассмотрены в Инструкциях ГКЗ СССР /2.8, 2.I4, 2.I6/.

3.I.II. Торф, почвенно-растительный слой, породы, пригодные для рекультивации земель. На месторождениях, разрабатываемых открытым способом, подлежат изучению и оценке торф, почвенно-растительный слой и вскрышные породы, пригодные для использования в сельском хозяйстве и рекультивации земель. Изучение торфа осуществляется в соответствии с "Инструкцией по разведке торфяных месторождений" /I2/. Утверждение запасов торфа как полезного ископаемого (с учетом их количества, качества и потребности) производится специализированными организациями союзных республик. Изучение почвенно-растительного слоя и пород, пригодных после проведения агротехнических мероприятий для использования в сельском хозяйстве, проводится по программам, согласованным с органами управления сельским хозяйством краев и областей.

В целях возможности использования при рекультивации земель по опорным разрезам изучаются все разновидности вскрышных пород с их классификацией в соответствии с ГОСТ I7.5.I.03-78 (классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель). С позиций возможности рекультивации вскрышные породы подлежат разделению на пригодные для рекультивации (плодородные и потенциально плодородные), малопригодные и непригодные (по физическим или химическим свойствам).

Особо подлежат изучению углесодержащие породы и окисленные угли, некондиционные как топливо, но пригодные для создания почвенного слоя в связи с наличием в них гуминовых кислот.

3.2. Основные принципы изучения попутных полезных ископаемых

3.2.I. Геологические особенности пространственного распространения и условий залегания. Для выявления, изучения и оценки сопутствующих полезных ископаемых существенное значение имеют условия нахождения, возможности визуального выявления и общие черты морфологии их тел. С этих позиций выделяются:

- стратифицированные полезные ископаемые пластового типа, имеющие четкие, определяемые макроскопически границы геологических тел: горючие сланцы, карбонатные породы, глины и пески, аргиллиты, алевролиты, песчаники и осадочные железные руды. Выявление, выделение в разрезе и окунтуривание таких полезных ископаемых производится визуально с лабораторным изучением их качества;

- нестратифицированные полезные ископаемые с неправильной формой тел, имеющие преимущественно эпигенетическое по отношению к вмещающим породам происхождение: горелые и магматические породы, каолины, аллиты, сиаллиты, бокситы, вторично осветленные стекольные пески, огнеупорные глины, сидеритизированные горизонты, графит и др. Выявление этих полезных ископаемых производится также визуально, оконтуривание их затруднено сложной конфигурацией

распространения и часто осуществляется по данным анализов;

- полезные ископаемые, не выявляемые визуально и не имеющие видимых геологических границ: слои пород, несущие редкометальное и другое оруденение, россыпные месторождения. Выявление и оконтуривание тел этих полезных ископаемых, как правило, возможно лишь по данным опробования (иногда геофизическими методами) или по косвенным поисковым признакам.

По степени выдержанности основных параметров оценки (размеров тел, их мощности и строения, качества сырья), определяющих методику попутных поисков и разведки, сопутствующие и попутные твердым топливам полезные ископаемые могут быть подразделены на:

- слагающие тела, близкие по выдержанности основных оценочных параметров (мощности, строения, а также качества) к параметрам оценки целевых пластов угля (горючего сланца): пластообразные крупные залежи песков и песчаников прибрежно-морского, озерного и дельтового происхождения, легкоплавких морских глин, огнеупорных и тугоплавких глин лагунно-озерного происхождения, делювиальных глин, известняков, силлы базальтов. Запасы таких полезных ископаемых при достаточно полном изучении морфологии тел полезных ископаемых, качества и технологических свойств по сети, принятой для разведки твердого топлива, могут быть попутно оценены по категории C_1, при специализированной разведке - по категориям А, В и C_1 в требуемом соотношении;

- слагающие тела, размеры которых и выдержанность мощности, строения близки и даже выше таких же параметров целевых пластов угля (горючего сланца), но качество характеризуется большой изменчивостью: русловые и террасовые пески, пески морских и озерных побережий; невыдержанные по мощности или качеству огнеупорные и тугоплавкие глины, линзообразные залежи карбонатных пород; залежи стекольных песков с изменчивой мощностью, гранулометрическим и химическим составом. При попутной оценке с выполнением необходимого комплекса исследований запасы сопутствующих твердым топливам полезных ископаемых и компонентов этого типа обычно оцениваются по категории C_2 (в подчиненном количестве по категории C_1);

- залежи характеризующиеся линзовидной, карманообразной, линейно вытянутой и неправильной конфигурацией, например связанные с карстом и локальными углублениями древнего рельефа залежи бокситов, огнеупорных глин, полезные ископаемые элювиального происхождения и переотложенных кор выветривания, а также тела полезных ископаемых, не имеющие четких литологических границ и выделяемые в разрезе на основе анализов(осветленные стекольные пески, образованные вторичным выщелачиванием железа вблизи угольных пластов и др.). Залежи полезных ископаемых этой группы в силу изменчивости параметров оценки и локального характера нахождения не могут быть оконтурены и полностью выявлены при проведении геологоразведочных работ на твердое

топливо, и попутная оценка их запасов возможна лишь по категории C_2 с подсчетом преимущественно статистическими методами.

3.2.2. Связь с условиями разработки месторождений твердых топлив. Основная масса сопутствующих твердым топливам полезных ископаемых, которые могут быть вовлечены в разработку как попутное минеральное сырье, представлена развитыми в покровных отложениях мощными, преимущественно хорошо стратифицированными пластами, залежами, иногда массивами горных пород с относительно стабильным составом и свойствами, пригодными в основном для производства строительных материалов. Возможности попутной добычи такого сырья имеются преимущественно на месторождениях угля (горючих сланцев), разрабатываемых открытым способом. Вскрышные породы во всех случаях должны быть изучены в мере, необходимой и достаточной для определения их количества и возможных областей использования в народном хозяйстве. При этом в первую очередь должна быть установлена возможность использования вскрышных пород (слагающих их горизонтов, слоев) для изготовления продукции, сырьевая база для производства которой в данном экономическом районе недостаточна, а также для производства продукции более ответственного назначения, к которой промышленностью предъявляются наиболее высокие требования. Мощности оцениваемых залежей попутного сырья должны быть увязаны с применяемой на аналогичных месторождениях технологией удаления пород вскрыши (системы отработки и транспорта, мощность вскрышных уступов). Предельная минимальная мощность тел полезных ископаемых при необходимости и целесообразности селективной отработки дефицитных или особо ценных их видов обосновывается специальными технико-экономическими расчетами. К таким полезным ископаемым относятся вторичные каолины, огнеупорные и тугоплавкие глины, формовочные пески, рудные и россыпные концентрации благородных, цветных, черных и редких металлов и др.

На месторождениях твердого топлива, разрабатываемых подземным способом, полезные ископаемые, заключенные в покровных отложениях и не попадающие в зоны нарушения под влиянием отработки углей (горючих сланцев), рассматриваются как объекты независимого (от твердого топлива) промышленного освоения. Разведка их производится в общем установленном для соответствующих видов полезных ископаемых порядке.

Попутные полезные ископаемые, заключенные в угленосных и сланцесодержащих толщах на месторождениях твердого топлива, разрабатываемых подземным способом, обычно имеют четкие литологические границы, слагают пластообразные или линзовидные тела. Разработка наиболее ценных из них – графитов, флюсовых известняков, огнеупорных глин, строительного камня и других осуществляется обычно независимо от разработки угля (горючего сланца) на площадях (участках), исключающих возможность подработки пластов угля (сланца), или после

их отработки, и только в редких случаях возможна их совместная комплексная разработка.

Изучение полезных ископаемых, выявленных при разведке месторождений твердых топлив, в подстилающих угленосные (сланцесодержащие) формации отложениях на глубине или за контурами установленной промышленной угле- сланценосности (например, бокситов, фосфоритов, железных руд, первичных каолинов и др.) проводится по специальным программам в общем установленном порядке.

3.2.3. Общие методические принципы изучения. Границы разведки. Изучение и оценка сопутствующих твердым топливам полезных ископаемых осуществляется в границах, принятых для геологического изучения угленосных (сланценосных) площадей при поисковых и поисково-оценочных работах, в контурах предварительной и детальной разведок месторождений твердых топлив (частей крупных месторождений, полей шахт и разрезов). В случаях, когда пласты (залежи, рудные тела) дефицитных сопутствующих полезных ископаемых распространяются за принятые границы поисковых и разведочных работ на уголь (горючие сланцы), возможные площади их распространения прогнозируются и отражаются на геологических картах и разрезах (по имеющимся данным), даются перспективная оценка их промышленного значения и рекомендации по проведению дальнейших геологоразведочных работ.

Стадийность и задачи изучения по стадиям. Комплексное изучение месторождений твердых топлив осуществляется в тесной увязке с установленной стадийностью производства геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые [22].

При поисковых работах на уголь (горючие сланцы) фиксируются проявления и признаки наличия в районе работ всех других полезных ископаемых, состав и свойства пород, указывающие на возможность выявления самостоятельных месторождений или объектов попутной добычи.

При поисково-оценочных работах в естественных и искусственных обнажениях и в выработках, проходимых с целью изучения выявленного месторождения угля (горючего сланца), производятся визуальные наблюдения, замеры и опробование обнаруженных проявлений всех других видов полезных ископаемых, определение в них (так же как и в углях или сланцах) содержаний тех ценных компонентов, которые характерны для определенных формационных (генетических) типов соответствующих полезных ископаемых. В отчете по результатам поисково-оценочных работ производится общая оценка перспективности промышленного значения выявленных сопутствующих полезных ископаемых и разрабатываются технико-экономические соображения (ТЭС) о целесообразности дальнейшего их изучения.

На предварительной стадии разведки месторождений твердого топлива осуществляется изучение выявленных в их контурах других полезных ископаемых, потенциально пригодных для извлечения и использования

при независимой (от разработки твердого топлива) или попутной добыче. Оно проводится во всех выработках, проходимых для разведки углей (горючих сланцев), путем визуального петрографического изучения керна, изучения данных ГИС, обработки геологической документации и попутного опробования. Пространственное расположение выработок, по которым производится отбор проб для лабораторных исследований состава и свойств пород с потенциальной пригодностью для народно-хозяйственного использования, способ отбора проб и их обработки, номенклатура анализов и характер изучения устанавливаются в зависимости от вида полезных ископаемых и с учетом требований действующих стандартов и технических условий к качеству сырья и общепринятых методик исследований, изложенных в методических руководствах и инструкциях (см.пункт 3.I). Объем и содержание проведенных исследований должны обеспечить получение предварительных данных о размерах вскрытых тел полезных ископаемых, основных чертах их морфологии, пространственной распространенности, условиях залегания, позволяющих приближенно геометризовать и ориентировочно подсчитать запасы (ресурсы) этих полезных ископаемых, определить основные показатели их состава и свойств для установления возможного направления народно-хозяйственного использования. Для оконтуривания тел используются материалы инженерно-геологических, геофизических и геохимических исследований, проводимых при разведке твердого топлива. Объем исследований должен обеспечить получение информации, необходимой для разработки ТЭО детальной разведки месторождений твердого топлива и временных кондиций. Временными кондициями должны устанавливаться параметры для подсчета запасов попутных полезных ископаемых, получивших при предварительном изучении положительную оценку как объекты попутной добычи сырья, пригодного для использования в народном хозяйстве. При решении этого вопроса и установлении параметров кондиций для попутных полезных ископаемых учитываются возможности извлечения в увязке с намечаемым способом вскрытия и отработки запасов твердого топлива, дефицитность сырья, наличие конкретных его потребителей или перспективная в нем потребность (возможные объемы использования).

На стадии детальной разведки месторождений твердых топлив проводится дополнительное изучение лишь тех попутных полезных ископаемых, которые в результате работ на предварительном и начальном этапе детальной стадии разведки признаны объектами возможной попутной добычи и последующего использования. Методика такого изучения в части: плотность сети и пространственное размещение точек наблюдений (замеров), способы опробования проходимых для разведки углей (горючих сланцев) выработок, а также способы использования геофизических материалов, должна быть подчинена задаче получения максимально возможных по полноте данных для окончательной геолого-экономи-

ческой оценки каждого из исследуемых попутных полезных ископаемых. Применяемые способы отбора и обработки проб, перечень, характер и объем аналитических работ и технологических исследований сырья должны обеспечить установление промышленных сортов сырья, возможных направлений наиболее рационального использования его в народном хозяйстве.

В общем случае получаемая информация должна соответствовать задачам предварительной стадии разведки месторождений аналогичных видов полезных ископаемых с оценкой разведанных балансовых запасов по категориям C_1 и C_2. Наибольшая детализация изучения обычно достигается на участках, намечаемых к первоочередной отработке. В случаях, когда эти участки не характерны для всего месторождения, детальное изучение попутных полезных ископаемых производится также на наиболее благоприятных для отработки частях.

Породы вскрыши, для использования которых установлены конкретные потребители, разведываются детально (при необходимости дополнительно проходимыми для этой цели выработками) в границах, обеспечивающих разведанными запасами предприятие-потребитель и увязанных с размещением площадей вскрытия и очередностью разработки углей (горючих сланцев). Степень разведанности запасов попутных полезных ископаемых в этих границах должна соответствовать нормативам по соотношению категорий, установленным классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых для соответствующих видов минерального сырья.

На разрабатываемых месторождениях осуществляются:

- дополнительное изучение выявленных ранее попутных полезных ископаемых в связи с появлением новых потребителей, созданием новой технологии их переработки, уточнением условий добычи;
- выявление сопутствующего сырья на объектах, где его изучение не было своевременно проведено. В основном исследования проводятся путем опробования горных выработок, текущих отходов и отвалов, скважин доразведки; при необходимости могут проходиться специальные скважины или горные выработки.

Кондиции для подсчета запасов попутных полезных ископаемых (в том числе содержащихся во вскрыше) утверждаются ГКЗ СССР(или ТКЗ) одновременно с утверждением кондиций для подсчета запасов основных полезных ископаемых.

Величина запасов попутных полезных ископаемых (в том числе вскрышных и вмещающих пород, на которые имеется потребность) подсчитывается и утверждается по результатам их детального изучения в соответствии с требованием классификаций запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и инструкциями по ее применению к соответствующим видам минерального сырья.

Величина запасов вскрышных и вмещающих пород, на которые

потребность отсутствует, подсчитывается и утверждается при достигнутой степени их разведанности (по категориям C_1 и C_2) и изученности, позволяющей определить направление их возможного использования

4. ПОПУТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ, ВЫДЕЛЯЕМЫЕ В САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ

К попутным полезным компонентам твердых топлив, выделяемым в самостоятельные продукты при обогащении и переработке (II группа), относятся серный колчедан (как серосодержащее сырье), воскосодержащие битумы (сырье для получения буроугольного воска) и гуминовые кислоты (сырье для получения углещелочных реагентов и других гуминовых препаратов). К этой группе могут быть также отнесены крупные древесные целлюлозосодержащие включения в мягких бурых углях, выделяемые перед их брикетированием и используемые в некоторых странах как целлюлозосодержащее сырье.

4.I. Серный колчедан

4.I.I. Сульфиды железа (пирит, реже марказит) - постоянный компонент угольных пластов многих месторождений. Они образуют налеты и прожилки по напластованию слоев и эндогенным трещинам, конкреции различной формы и размеров, называемые "серным колчеданом". Высокие содержания пирита в угольных пластах характерны для Донецкого, Подмосковного, Кизеловского бассейнов, где сера сульфидная (S_s^d) составляет 50-60% от серы общей (S_t^d). При обогащении углей значительная часть сульфидной серы уходит в хвосты обогащения, из которых крупные фракции серного колчедана (в Подмосковном бассейне +6 мм и более) могут быть извлечены в самостоятельный продукт. Более мелкие фракции и рассеянный пирит из углей или хвостов обогащения не выделяются.

Проведенными в Подмосковном бассейне исследованиями установлено, что содержание в рядовом угле серного колчедана фракций +6 мм колеблется в пределах I,2-3%, извлечение его из хвостов обогащения достигает 70%. Извлекаемый при обычном обогащении серный колчедан по содержанию серы (менее 40%) и содержанию углерода (более 8%) обычно не удовлетворяет техническим требованиям сернокислотного производства и требует дополнительной переработки (перечистки). В настоящее время серный колчедан, выделяемый из хвостов обогащения подмосковных углей на Кимовской обогатительной фабрике, используется в никелевом производстве. Имеется опыт его использования в сернокислотном производстве. Возможны и другие направления его использования.

4.I.2. Методические принципы оценки серного колчедана как попутного компонента в углях разработаны для Подмосковного бассейна [16, 17]. Они могут быть использованы с определенной корректировкой в

других бассейнах и месторождениях, содержащих высокосернистые (S_t^d > 3%) колчедансодержащие угли, требующие обогащения, в которых колчедан находится в достаточно крупных конкрециях и из хвостов обогащения могут быть получены его концентраты необходимого качества, рентабельные для промышленного использования.

При разведке месторождений углей с высоким содержанием извлекаемого колчедана должно быть проведено изучение его содержания по рядовым пробам, технологическое опробование, дана оценка закономерностей колчеданоносности углей, запасов извлекаемого колчедана и содержащейся в нем серы.

4.I.3. Рядовое опробование имеет целью дать оценку содержания и качества извлекаемого колчедана в углях. Основные затруднения при такой оценке обусловлены низкой представительностью керновых проб в части содержания крупных конкреций серного колчедана и, как следствие, необходимостью привлечения к оценке статистических методов.

Содержание извлекаемого колчедана необходимой крупности по керновым пробам рекомендуется определять путем ручной выборки конкреций при обработке проб с последующим взвешиванием отобранного колчедана с точностью до I г. Масса колчедана и его содержание определяются в целом по пластопересечениям. При объемном выходе керна не ниже 90% и наличии данных о его естественной влажности содержание колчедана в сухом угле (K^d) определяется как отношение массы колчедана ($P_к$) к полной массе керна ($P_у$), для чего определяется масса керна с точностью до I0 г и естественная влажность угля. Расчет производится по формуле:

$$K^d = \frac{P_к}{P_у} \frac{I00}{(I00 - W^r)},$$

При невозможности оценки естественной влажности угля, а также при недостаточном выходе керна или при невозможности его надежной оценки (что практически имеет место в большинстве случаев) с целью устранения влияния избирательного истирания, а также неизбежной трудноконтролируемой потери влаги, масса колчедана относится не к фактической, а к расчетной массе керна. Расчет производится по формулам:

$$K^r = \frac{P_к \cdot 100}{m \cdot 0{,}25\pi D^2 \cdot \gamma_у + (\gamma_к - \gamma_у) P_к / \gamma_у}, \quad K^d = K^r \frac{100}{(100 - W^r)},$$

где K^r , K^d – содержание колчедана в рабочем и сухом топливе, %; $P_к$, $P_у$ – масса колчедана и керна по пластопересечению, г; D –диаметр керна, см; m – суммарная мощность угольного пласта, принятая для подсчета, см; $\gamma_у$, $\gamma_к$ – объемная масса угля, не содержащего конкреций и колчедана.

При содержании колчедана менее 5% расчет может производиться по упрощенной формуле:

$$K^{г} = \frac{P_к 100}{0{,}25 \cdot \pi D^2 \cdot \gamma_у}.$$

Средние содержания колчедана желательно определять по керну с диаметром не менее 70 мм. При использовании керна малых диаметров снижается представительность проб в части содержания крупных конкреций и для достижения необходимой достоверности средних значений их содержания требуется увеличение объема опробования.

Опробованию не подлежат скважины с дефектной прорезкой пласта, но при выборе пластопересечений для опробования не следует ориентироваться только на выход керна, так как низкое его значение часто соответствует пластопересечениям с крупными конкрециями колчедана и исключение из опробования таких скважин (без анализа причин) может привести к систематическим ошибкам опробования.

Определение содержания колчедана путем ручной выборки по 2-5% проб должно контролироваться выделением его в тяжелых средах плотностью более 2,6 г/см^3. Для этого по исследуемым пробам колчедан, полученный ручной выборкой, после взвешивания возвращается в пробу, которая затем подвергается фракционному разделению. Полученные результаты сравниваются с результатами ручной выборки.

В керновых пробах, особенно при малых диаметрах бурения, воз - можно систематическое занижение содержания крупных конкреций колчедана за счет их вдавливания в стенки скважины при бурении. Величину этой ошибки можно определить только экспериментально. При выявлении систематических погрешностей, превышающих 10% (относительных), в средние значения содержания колчедана следует вводить соответствующие поправки.

На разрабатываемых месторождениях наряду с изучением содержания колчедана по керновым пробам производится опробование горных выработок.

Отобранный колчедан для оценки его качества объединяется в групповые пробы по 10-15 близлежащим пластопересечениям, по которым определяются: содержание в нем тяжелой фракции плотностью более 2,6 г/см^3 (при глубине дробления минус 6 мм), содержание серы и углерода в колчедане и его тяжелой фракции; содержание меди, свинца, цинка полуколичественным спектральным методом по районам с возможным гидротермальным оруденением и оруденением на восстановительных барьерах, содержание селена и мышьяка в тяжелой фракции.

С целью расчета содержания колчедана в горной массе, кроме определения его содержания в угле по отдельным пересечениям, дополни-

тельно определяют и содержание во внутрипластовых породных прослоях, не включаемых в подсчет запасов угля, но вынимаемых совместно с углем при добыче. Определение производится по методике, принятой для углей.

Углехимические исследования, в том числе и определение содержания серы общей, производятся по пробам после исключения из них конкреций колчедана. Полученные результаты относятся к обогащенному углю. Для оценки содержания серы и зольности необогащенного угля в средние содержания вводятся поправки:

$$\Delta S^d = K^d \frac{S^d_{колч} - S^d_{об}}{100}; \qquad S^d_t = S^d_{об} + K^d \frac{S^d_{колч} - S^d_{об}}{100};$$

$$\Delta A^d = K^d \frac{A^d_{колч} - A^d_{об}}{100}; \qquad A^d = A^d_{об} + K^d \frac{A^d_{колч} - A^d_{об}}{100},$$

где ΔS^d и ΔA^d – поправки к определенным значениям сернистости и зольности обогащенного угля; S^d_t, $S^d_{об}$, $S^d_{колч}$ – содержание серы общей в необогащенном, обогащенном угле и колчедане; $A^d_{об}$, A^d, $A^d_{колч}$ – зольность обогащенного, необогащенного угля и колчедана, K^d – содержание колчедана в угле.

4.I.4. Технологическое опробование и исследования проводятся с целью установления условий и режимов попутного получения при обогащении углей колчеданных концентратов, удовлетворяющих требованиям промышленности. Эти исследования совмещаются обычно с изучением обогатимости углей. Основные параметры, получаемые при исследованиях – выход и качество концентратов серного колчедана. При наличии горных работ исследования осуществляются по эксплуатационным пробам, а при их отсутствии – по групповым керновым пробам.

Технологические пробы из горных выработок составляются из эксплуатационных проб, отобранных в соответствии с ГОСТ I6094-78, или из пластовых проб, отобранных в соответствии с ГОСТ 98I5-75 при увеличенных размерах борозды (250хI50 мм). Масса технологической пробы определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 2093-82 (СТ СЭВ 26I4-80) к пробам для проведения ситового анализа.

Групповые пробы из керна разведочных скважин отбираются из I5--20 пластопересечений, равномерно размещенных по площади части месторождения (пласта, блока), характеризуемой данной пробой. Для обеспечения необходимого кускового состава проб диаметр керна должен быть не меньше 90-I00 мм. Керн по возможности должен иметь ненарушенную структуру. Минимальная масса пробы I50 кг. В пробы объединяются как угольные пачки, так и внутрипластовые породные прослои и ложная кровля, попадающие при добыче в рядовой уголь и не подлежащие по существующим нормативам раздельной выемке. Учитывая сравнительно длительный период накопления сборной пробы, во избежание растрескивания угля и потери естественной влажности, отбираемый керн помеща-

ется в непроницаемую плотно закрывающуюся тару (металлические ящики, бочки, полиэтиленовые мешки). Из угольного керна, используемого для составления технологических проб, предварительно должны быть отобраны дифференциальные пробы с целью определения качества угля.

Технологическое изучение обогатимости хвостов с целью выделения колчеданных концентратов, включает как исследования самих концентратов, так и исследования, необходимые для оценки глинистой части хвостов как сырья для производства огнеупоров, кирпича и керамзита. Программы и испытания технологических проб разрабатываются институтами и лабораториями, проводящими исследования, применительно к методам обогащения и направлениям использования.

4.I.5. Стадийность изучения. Изучение серного колчедана как попутного компонента в углях осуществляется на предварительной, детальной стадиях разведки и при доразведке месторождений только для высокосернистых колчеданосодержащих углей.

На стадии предварительной разведки по рядовым пробам, отобранным для углехимических исследований, производятся повышенный объем определений массовой доли серы общей S_t^d и ее разновидностей: S_s^d, S_o^d и $S_{SO_4}^d$, изучаются формы нахождения пиритной серы и содержание в углях крупных классов серного колчедана (см.4.I.3). При благоприятных предпосылках (высокая сернистость и нахождение серы в крупных конкрециях) рядовое опробование на указанные показатели производится по скважинам, размещенным по сети не реже 500х х500 м, в целях выявления общих закономерностей в изменении сернистости и колчеданоносности углей и выделения пластов (участков месторождения) с резко повышенным содержанием серы (в том числе ее пиритной разновидности) и наличием крупных классов серного колчедана.

Для получения достаточно надежных средних для таких участков показателей содержание серы и колчедана должно быть изучено не менее чем по I5–20 пластопересечениям на участок (блок).

На стадии детальной разведки осуществляется дополнительное рядовое опробование по определению $S_{колч}^d$ и $S_{об}^d$ и содержания крупных классов серного колчедана в целях оконтуривания участков (пластов), для которых имеются положительные данные о возможной промышленной колчеданоносности угля, и получения более достоверных результатов такой оценки. При необходимости по групповым пробам керна скважин или по пробам, отобранным из горных выработок (при их наличии), проводятся технологические исследования, совмещаемые с изучением обогатимости углей.

4.I.6. Оценка закономерностей колчеданоносности углей включает определение распределения содержания серы и колчедана на площади месторождений и в разрезе угольных пластов. Содержания колчедана K^d и в меньшей степени серы S_t^d из-за неравномерности их распределения в угольном пласте и недостаточной представительности кер-

новых проб в отдельных пластопересечениях могут иметь большие случайные отклонения от фактических значений. Для выявления закономерных (координированных) изменений S_t^d и K^d по площади на фоне больших случайных изменений в случае необходимости производится усреднение ("сглаживание") данных по пластопересечениям, путем одно-двухкратного сглаживания их методом "скользящего статистического окна". Рекомендуемый радиус "окна" усреднения - 500 м. По данным "сглаживания" значений содержаний серы и колчедана могут быть построены изолинии и выделены площади (блоки) с различной сернистостью угля (до 3%, от 3 до 5% и свыше 5%), что учитывается в блокировке для подсчета запасов колчедана.

4.I.7. Оценка запасов и ресурсов колчедана. На месторождениях или крупных его участках с углями, обогащенными серным колчеданом в виде конкреций с размерами, обусловливающими их переход в хвосты обогащения при надлежащем качестве колчедана, подсчитываются запасы извлекаемого колчедана и содержащейся в нем серы. В границах распространения колчеданосодержащих углей запасы подсчитываются в блоках, выделенных для общего подсчета балансовых запасов угля. С целью обеспечения необходимой достоверности расчета средних показателей содержания колчедана может производиться объединение нескольких блоков в единый объект подсчета. При равномерном распределении в пласте содержаний колчедана расчет средней величины этого показателя и подсчет запасов колчедана (серы) может производиться в целом на оцениваемой площади без подразделения ее на блоки.

Запасы извлекаемого колчедана подсчитываются в расчете на условный колчедан с содержанием серы 45% по формуле:

$$P_{колч} = Q \frac{K^d_{усл}}{I00} \cdot \frac{I00 - W^r}{I00} = Q \frac{K^d \cdot S^d_{колч}}{45 \cdot I00} \cdot \frac{I00 - W^r}{I00},$$

где $P_{колч}$ - запасы условного колчедана, тыс.т; Q - запасы угля, тыс.т; $K^d_{усл}$ - содержание условного колчедана в сухом угле, %; K^d - среднее массовое содержание колчедана по блоку, %; $S^d_{колч}$ - фактическое содержание серы в сухом колчедане по групповым пробам, %; W^r - рабочая влажность угля, %. Подсчет производится с точностью до 0,I тыс.т.

Расчет средних содержаний колчедана (K^d) по блокам производится по данным рядового опробования. При незначительных колебаниях мощности угольных пластов или содержаний колчедана средние величины по блокам рассчитываются методом среднего арифметического, в противном случае - с взвешиванием на мощность пластов в пересечениях. Средние (по блоку, пласту) содержания колчедана пересчитываются на условный колчедан с содержанием серы 45%:

$$K^d_{усл} = K^d \frac{S^d_{колч}}{45},$$

где $К^{d}_{усл}$ – содержание условного колчедана; $К^{d}$ – среднее содержание колчедана; $S^{d}_{кслч}$ – среднее содержание серы в колчедане по групповым пробам, %.

В связи с наличием значительных случайных вариаций в содержании колчедана, определенных по керновым пробам (вследствие недостаточной представительности керновых проб в части содержания крупных конкреций колчедана), для оценки средних значений содержания колчедана в подсчетных блоках запасов колчедана категории $С_I$ должны быть усреднены данные не менее 15–20 пластопересечений.

4.2. Буроугольный воск

4.2.1. Буроугольный воск (монтан-воск) – сырье, получаемое экстракцией мягких бурых углей органическими растворителями (бензин, бензол, их смеси, дихлорэтан). Получаемый при экстракции воскосодержащий битум (битум-экстракт) состоит из восковой смоляной части, последняя является нежелательной примесью. Восковая часть состоит из карбоновых кислот $С_{22}$–$С_{30}$ (15–25%), спиртов $С_{24}$–$С_{30}$ (15–25%) и сложных эфиров (50–60%).

Промышленностью выпускается и используется сырой буроугольный воск (продукт прямой экстракции, состоящий из воска и смол), и модифицированные воска, получаемые обессмоливанием сырого воска и его переработкой. Ценные свойства буроугольного воска – влагостойкость, химическая стойкость по отношению к кислотам и щелочам, механическая прочность и способность давать твердые блестящие покрытия, высокая температура плавления, низкая электропроводность, хорошая растворимость в органических растворителях, способность давать стойкие композиции с парафином, стеарином, пчелиным воском и озокеритом. Буроугольный воск не оказывает канцерогенного действия. Это дает возможность применять его и продукты переработки в бытовой химии и других сферах деятельности человека.

Все сказанное выше обусловливает его широкое использование более чем в 40 направлениях. Наибольшее количество буроугольного воска применяется в лакокрасочной, бумажной, электротехнической, кожевенной промышленности, тонком литье, для производства копировальных бумаг. Состав сырого воска (битума) зависит от состава органической части угля, степени ее преобразования, растворителя и условий растворения. Качество получаемого сырого, обессмоленного и модифицированных восков регламентировано техническими условиями.

Оставшийся после экстракции уголь используется для прямого пылевидного сжигания, брикетирования и производства углещелочных реагентов. Использование углей после экстракции осложнено их взрывоопасностью вследствие остаточного содержания растворителей.

4.2.2. Оценка углей как сырья для извлечения буроугольного воска производится по выходу бензольного экстракта (битума) по ГОСТ

10969-74 и по содержанию в экстракте смол по ацетону (основные показатели). В настоящее время для производства буроугольного воска используются угли БI некоторых месторождений Днепровского бассейна. Требования к качеству углей как технологического сырья для производства буроугольного воска: влажность (W^r) 55-58%, зольность (A^d) не более 32%, содержание серы (S_t^d) до 4,9%, выход гуминовых кислот ($НА^d$) не менее 60%, средний выход битума (по бензолу) ($Б^d$) не менее 6%, содержания смол в битуме (по ацетону) до 25%.

Для других месторождений бассейна качество угля, пригодного для экстракции буроугольного воска, подлежит согласованию с потребителем (заказчиком). Угли других регионов СССР для производства буроугольного воска пока не используются в связи с низким выходом битум--экстракта или высоким содержанием в нем смол.

4.2.3. Мягкие бурые угли СССР характеризуются выходом бензольного экстракта ($Б^d$) I-20%. Наиболее высокий выход (7-20%) установлен в углях некоторых месторождений Днепровского и Южно-Уральского бассейнов с средним содержанием воска в битуме соответственно 75 и 50%. На остальных буроугольных месторождениях страны выход бензольного экстракта не превышает 6%. В бензольном экстракте из плотных бурых и каменных углей восков нет.

Высокий выход битумов характерен для некоторых мягких бурых углей ГДР, широко используемых для производства буроугольного воска. ГДР является основным мировым производителем буроугольного воска. Изучению и оценке в качестве сырья для производства буроугольного воска подлежат бурые угли технологической группы БI с выходом бензольного экстракта не менее 5%.

4.2.4. На изученных месторождениях угли с высоким выходом битума слагают невыдержанные прослои в относительно мощных изменчивых по строению буроугольных залежах. Объединение битумсодержащих прослоев в слои со средневзвешенным значением $В^d$, удовлетворяющим требованиям кондиций (для месторождений Днепровского бассейна не менее 6%), позволяет выделить и оконтурить относительно выдержанные в разрезе и по площади слои (участки, блоки) битумсодержащих углей, пригодные для селективной отработки. Запасы битумсодержащих углей при средних значениях $В^d > 7$, составили около 45% от общих балансовых запасов углей разведанных участков оцененных месторождений. В отдельных случаях при разработке месторождений возможно визуальное выделение битумсодержащих углей.

4.2.5. Методические принципы изучения и оценки битумсодержащих углей разработаны для условий Днепровского бассейна. Они могут быть использованы при разведке других месторождений (бассейнов) бурого угля технологической группы БI, содержащего промышленные концент -

рации воскосодержащих битумов с учетом геологических особенностей этих объектов.

Изучение и оценка битумсодержащих углей включает:

- рядовое опробование с целью изучения выхода битума и оконтуривания залежей углей, пригодных для извлечения;

- технологические исследования по уточнению технологии и параметров извлечения буроугольного воска, качества получаемого битум-экстракта и его соответствия требованиям промышленности, качества остаточного угля;

- технико-экономическое обоснование рентабельности извлечения и нормативов для подсчета запасов битумсодержащих углей;

- оценку морфологии и условий селективной отработки битумсо - держащих углей;

- оценку запасов битумсодержащих углей и содержащегося в них битума.

Рядовое опробование бурых углей с целью их оценки как сырья для получения буроугольного воска включает определение выхода бензольного экстракта (битума) по ГОСТ 10969-74 по дифференциальным пробам, отбираемым для углехимических исследований, дополнительно по групповым пробам определяется среднее значение содержания смол в битуме по ацетону (ГОСТ 10969-74).

Технологическое опробование осуществляется по групповым пробам, характеризующим среднее качество углей по объекту или его частям. По пробам производится определение выходов битум-экстракта различными растворителями и их сопоставление, группового состава полу - чаемых битумов, технологических свойств буроугольного воска (температура каплепадения, содержание смол по ацетону, число кислот - ности, число омыления, сплавляемость с парафином). Для оставшегося после экстрагирования угля изучается содержание в нем гуминовых кислот, брикетируемость, дается его оценка как энергетического топлива.

4.2.6. Стадийность изучения. При поисково-оценочной стадии разведки для углей технологической группы БI должно быть выявлено на - личие битумсодержащих углей с выходом воскссодержащих битумов, представляющих промышленный интерес. Изучение проводится определением при углехимических исследованиях выхода бензольного экстракта (битумов) B^d. При выходе бензольного экстракта более 5% по групповым пробам определяется содержание смол в битум-экстракте по ацетону.

На предварительной стадии разведки месторождений при выявлении битумсодержащих углей, представляющих интерес как сырье для получения буроугольного воска, по всем дифференциальным углехимическим пробам производится определение выхода бензольного экстракта, а по групповым пробам - дополнительно определение содержания смол в экстракте. По данным дифференциального опробования выделяются части

разреза пласта как объекты селективной выемки угля с последующим его использованием для извлечения. Для этих частей пласта рассчитываются средневзвешенные значения выхода битума по пластопересечениям. Как правило, выделяемые для селективной отработки части пласта ограничиваются слоями угля с бортовым значением B^d, устанавливаемым для краевых проб (6%); в расчетах средневзвешенных значений показателей качества этих частей учитываются данные по содержащим и не содержащим битум внутренним слоям угля.

Полученные по пересечениям данные используются для ориентировочной параллелизации выделенных битумсодержащих частей пластов (залежей) и их площадного оконтуривания со статистическим подсчетом средних содержаний и запасов битумсодержащих углей и битума.

Объем исследований должен обеспечить при составлении ТЭО детальной разведки месторождений решение вопроса о целесообразности использования углей для производства буроугольного воска и разработку временных кондиций на битумсодержащие угли.

На стадии детальной разведки месторождений (участков) опробование углей на битум осуществляется по дифференциальным пробам по всем скважинам, проходимым на площадях распространения битумсодержащих углей, выделенных как пригодные для извлечения битума в ТЭО целесообразности проведения детальной разведки месторождения (участка). При необходимости по групповым пробам проводятся технологические исследования по извлечению буроугольного воска и оценке его качества.

По результатам проведенных работ разрабатываются постоянные кондиции и производится подсчет разведанных запасов битумсодержащих углей и битума.

При доразведке разрабатываемых и ранее детально разведываемых неосвоенных промышленностью месторождений, где оценка возможностей извлечения буроугольного воска не была ранее проведена, в первую очередь изучается выход и состав битумов в товарной продукции, осуществляется поисковое опробование углей на битум с определением его выхода и качества. Исследования проводятся по пробам угля, отбираемым из скважин, которые проходятся с целью доразведки месторождения (участка), и из горных выработок шахт (разрезов). При положительных результатах определяется возможное промышленное значение углей как сырья для производства буроугольного воска, и по согласованию с заинтересованными организациями разрабатывается программа необходимых дальнейших исследований.

Ревизионно-оценочные работы. На детально разведанных месторождениях, перспективных для выявления битумсодержащих углей, где их изучение как сырья для производства буроугольного воска не производилось или осуществлялось в объеме, не позволяющем установить практическую ценность выявленного битумсодержания, целесообразно прове-

дение ревизионных, поисковых и оценочных работ, которые осуществляются по специальным программам, учитывающим особенности изучаемых объектов.

4.2.7. Применяемая для разведки бурых углей на месторождениях Днепровского бассейна и аналогичных месторождениях плотность разведочной сети 400х400 м при предварительной и 200х200 м на детальной стадиях разведки (со сгущением до 100х100 м на участках первоочередной разработки) при соблюдении приведенных в пунктах 4.2.5 и 4.2.6 основных принципов попутного изучения битуминозности обеспечивает необходимую для геолого-промышленной оценки степень изученности запасов битумсодержащих углей и битума, а при положительных результатах - проектирование их отработки и последующего использования. На месторождениях более простого геологического строения, разведываемых более редкой сетью скважин, при выявлении в углях промышленных содержаний воскосодержащих битумов, на стадии детальной разведки может определиться необходимость проходки дополнительных выработок со специальным назначением получения информации, необходимой для обоснования кондиций и подсчета запасов битумсодержащих углей и битума. Необходимый объем и размещение таких выработок обосновываются в проекте детальной разведки соответствующего угольного месторождения (участка).

4.2.8. Особенности подсчета запасов. При оценке углей как сырья для экстракции буроугольного воска подсчитываются запасы пригодного для извлечения угля и извлекаемого бензолом битума. Подсчет производится по специально разрабатываемым кондициям, которыми кроме обычных для углей параметров должны предусматриваться: минимально промышленный и бортовой (для оконтуривания) выход бензольного битума, предельное среднее содержание в нем воска, минимальная мощность битумсодержащего угля для селективной его отработки.

Запасы битумсодержащих углей подсчитываются по блокам, выделяемым на основе величин выхода битума и мощности битумсодержащих пачек. Желательно совмещение границ блоков подсчета запасов энергетических и битумсодержащих углей с их объединением или выделением подблоков. Запасы битумсодержащего угля подсчитываются при естественной влажности принятыми для подсчета запасов соответствующих углей методами.

Оценка запасов извлекаемых битумов производится умножением величины запасов битумсодержащих углей по блокам подсчета на величину среднего выхода бензольного экстракта и коэффициента на влажность (метод определения коэффициента см.в разделе 7.2.4). В случаях определения выхода экстракта другими нестандартизированными методами (по спиртбензолу, бензину, дихлорэтану, бензин-бензолу) использование этих данных возможно с применением экспериментально определенных для данного объекта пересчетных коэффициентов. Степень

разведанности битумсодержащих углей и содержащегося в них битума определяется изученностью угля как топлива и сырья для производства буроугольного воска.

5. ЦЕННЫЕ КОМПОНЕНТЫ В УГЛЯХ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦАХ

5.I. Комплекс компонентов, подлежащих оценке

5.I.I. К ценным и потенциально ценным компонентам твердых топлив (Ш группа) относятся некоторые редкие и радиоактивные элементы, цветные, благородные, черные металлы. Содержания большинства этих компонентов в углях и горючих сланцах обычно близко к кларковым значениям (см.прил.3) и лишь в отдельных случаях они образуют высокие (рудные) концентрации. В дальнейшем эти элементы именуются "малыми"[1], в отличие от основных главных элементов, слагающих органическую (C, H, N, S) и минеральную (Si, Al , Fe, Ca, Mg , K , Na) части твердых топлив. Под малыми элементами в твердых топливах понимаются элементы со средним фоновым содержанием в сухом угле (сланце) менее 0,I%. Малые элементы рекомендуется подразделять на: собственно малые с содержанием 0,I–0,00I%; редкие – 0,00I%–0,0000I% и ультраредкие с содержанием менее 0,0000I%.

Группы малых элементов	Интервал содержаний, г/т	Ориентировочный перечень малых элементов	
		в углях	в горючих сланцах
Собственно малые	I000–I0	B,F,P,Cl,Ti,V, Cr,Mn,Ni,Cu, Zn,As,Zr,Ba,Pb	Li,B,V,Cr,Mn,Ni, Zn,As,Cu,Co,Rb,Sr, Y,Zr,Mo,Cs,Ba,Pb
Редкие	I0–0,I	Li,Be,Sc,Co,Ga, Ge,Se,Sr,Br,Rb, Y,Nb,Mo,Cd,Sn, Sb,I,Cs,La,Yb, W,Bi,U	Be,Sc,Ga,Ag,Sn, Sb,La,Re,Hg,Bi
Ультраредкие	менее 0,I	Ag,In,Re,Au,Pt, Ir,Hg	Au, Pt

[1] Для рассматриваемой группы элементов иногда используются термины: элементы-примеси и микроэлементы, применение которых не рекомендуется, т.к. они имеют в отдельных случаях другое применение.

Малые элементы изучаются в целях установления возможности их попутного извлечения и народнохозяйственного использования, а также оценки значения этих элементов как токсичных, технологически вредных или полезных компонентов, в частности как микроэлементов полезных или вредных при использовании углей, углистых пород и горючих сланцев в сельском хозяйстве.

Ценные компоненты. Промышленное значение в углях в настоящее время имеют германий и уран. Запасы этих элементов при содержаниях, соответствующих кондициям, подсчитываются и утверждаются в установленном порядке. Одновременно при необходимости (при наличии и совместном извлечении с германием или ураном) подсчитываются запасы галлия, свинца, цинка, молибдена, селена. Имеются предпосылки для выявления повышенных (потенциально пригодных для извлечения) концентраций золота, серебра и платиноидов, ванадия, хрома, никеля (в комплексе), вольфрама, бора, ртути. Эти элементы рассматриваются как потенциально ценные.

В горючих сланцах известны локальные промышленные концентрации урана, меди, серебра, молибдена. Возможно проявление высоких концентраций рения, свинца, цинка, ванадия, золота.

Токсичными (с позиций создания при сжигании твердого топлива опасных концентраций в атмосфере, водах и почвах) в настоящее время считаются сера, ртуть, мышьяк, бериллий, фтор при концентрациях выше предельных, указанных в графе 5 таблицы . Эти же элементы, а также свинец, ванадий, никель, хром и марганец при концентрациях ниже указанных в таблице относятся к потенциально токсичным.

К технологически вредным элементам относятся сера, фосфор в углях, используемых для получения доменного и литейного кокса, мышьяк в энергетических углях, используемых для производства германия, хлор в энергетических углях и некоторые другие элементы.

Технологически полезными элементами в углях являются молибден, никель, кобальт, олово и цинк как катализаторы при использовании углей для производства жидкого топлива.

К микроэлементам, подлежащим изучению и оценке при использовании углей, углистых пород, горючих сланцев и их золы в сельском хозяйстве, относятся молибден, бор, цинк, марганец и др.

5.I.2. По уровню содержания и методам изучения малых элементов различают фоновые и близкие к ним содержания, характерные с различными вариациями для всех углей месторождения (см.прил.5) и локальные высокие "рудные" концентрации, развитые в отдельных обогащенных зонах. Первые оцениваются преимущественно как ценные компоненты для возможного попутного извлечения (например, германий в углях, предназначаемых для коксования); вторые - как возможные объекты селективной добычи и специального извлечения.

Содержания малых элементов в твердых топливах, подлежащих количественной оценке при разведке месторождений (в г/т сухого топлива)

Элемент	Фоновые содержания в		Требуемая чувствительность поисковых методов	Содержания, подлежащие количественной оценке
	углях	горючих сланцах		
I	2	3	4	5
Барий	I50 (?)	I00	I00	I000 (3)
Бериллий	2,5	0,I	I	50 (2)
Бор	80 (?)	50	I0 (7)	200 (I)
Ванадий	30	I00	5	I00 (I,2,9)
Висмут	0,2 (?)	I (?)	I	20
Вольфрам	I,5	-	I0	50 (I)
Галлий	I0	I0	I0	20 (I)
Германий	I,5	I,5	I	3,I0 (4)
Золото	0,0I	0,03	0,05 (7)	0,I (I)
Индий	0,02	-	I0 (7)	I0 (8)
Иттрий	I0	I0	I0	(6)
Иттербий	0,9 (?)	-	3	(6)
Кадмий	I0	I0 (?)	? (7)	I0 (8)
Кобальт	5	I0	I0	I00 (2)
Лантан	I,5	5 (?)	I0	(6)
Литий	6	I0	30 (7)	I00 (3,I0)
Медь	I0	I0	I	I00
Молибден	2	50	5	I00 (I)
Мышьяк	25	30	I0 (7)	300 (2)
Марганец	I50	500	I0	I000 (2)
Никель	I0	20	I0	I00 (2)
Ниобий	I,2 (?)	-	I (7)	I00 (8)
Олово	I	5	7 (7)	50 (I)
Рубидий	I7	30	I0	I00 (3,I0)
Рений	0,06	2	0,I (7)	I (I)
Ртуть	0,05	0,5	0,05 (7)	I-0,5(2)
Свинец	I5	I0	I0	50 (I,2)
Серебро	0,I	0,2	0,I	2 (I)
Скандий	I,8	I0 (?)	30	(6)
Стронций	80	50	I0	I000 (3)
Сурьма	2 (?)	I0 (?)	I00 (7)	300
Селен	5 (?)	-	5 (7)	50
Таллий	0,5	-	(7)	I0
Тантал	0,2	-	30 (7)	(8)
Титан	I600(?)	I500(?)	I0	(5)
Фтор	I00 (?)	-	I00 (7)	500 (2)

Таблица (окончание)

I	2	3	4	5
Хром	I8	50	30	I00 (2)
Церий	-	-	I00 (7)	(6)
Цинк	35	30 (?)	I00	I00 (I)
Цирконий	50	30	I0	500 (3)
Цезий	I,5	30		I00 (3,I0)

Примечания: I. Прочерк означает отсутствие данных, вопросительный знак - данные требуют уточнения.

2. Задачи количественного изучения: (I) - как ценные и потенциально ценные компоненты; (2) - как токсичные и потенциально токсичные элементы; (3) - в геолого-геохимических аспектах; (4) - $Ge \geqslant$ 3 г/т для углей для коксования, $Ge \geqslant$ I0 г/т для энергетических углей; (5) - при технологическом изучении состава зол; (6) - количественное изучение производится совместно для La, Y, Yb, Ce, Sc с при $\sum TR + Sc \geqslant 500$ г/т; (7) элементы, не определяемые с достаточной чувствительностью при массовых спектральных полуколичественных анализах; (8) - высокие (рудные) концентрации элементов в твердых топливах не установлены; (9) - при содержаниях ванадия $\geqslant$ 500 г/т производится одновременное количественное определение никеля и хрома; (I0) - количественное определение лития, рубидия и цезия производится одновременно.

Минимальные содержания малых элементов, при которых рекомендуется количественная их оценка, приведены в таблице. Такая оценка проводится в углях (горючих сланцах), заключенных в пластах рабочего значения, а при наличии положительных предпосылок - в пластах с некондиционными (по мощности или качеству) параметрами, а также в углистых (обогащенных керогеном) породах, которые при высоких концентрациях ценных компонентов могут иметь промышленное значение как комплексное сырье.

Результаты количественных определений на первых этапах исследований являются основой оценки технико-экономической возможности извлечения малых элементов[I], расчета оптимальных минимально-промышленных содержаний, установления целесообразности детального изучения этих элементов при разведке месторождений твердых топлив. В последующем (при положительных результатах исследований) они служат

[I] Вопросы изучения сопутствующего углям радиоактивного оруденения излагаются в специальных инструкциях, здесь они не рассматриваются.

базой для разработки кондиций и подсчета запасов тех компонентов, которые могут быть извлечены на рациональной экономической основе, а также для количественной оценки прогнозных ресурсов и запасов потенциально ценных компонентов.

Количественной оценке подлежат также элементы, оказывающие положительное или вредное технологическое влияние при намечаемом направлении использования содержащих их твердых топлив. Методика изучения токсичных компонентов в данном разделе не рассматривается, она регламентирована действующей инструкцией [II].

5.2. Формы нахождения "малых" элементов, их генезис и общие закономерности обогащения ими углей (горючих сланцев)

5.2.I. Малые элементы в углях в зависимости от их геохимических особенностей, типов углей и стадий их метаморфизма, могут входить в состав органической части угля (горючего сланца) или его минеральных компонентов. В первом случае они могут находиться в сорбированном состоянии в виде солей органических кислот или входить в состав комплексных соединений, во втором - находиться в виде обменных катионов, изоморфных примесей и образовывать собственные минералы. Основной метод изучения форм нахождения малых элементов в твердых топливах - их фракционирование по плотности с изучением их содержания во фракциях различной плотности (зольности).

Основными показателями форм нахождения элемента при этом являются:

- коэффициент сродства с органическим веществом $F = C_{<I,4} / C_{>I,6}$ отношение содержания элемента в фракциях плотностью $d < I,4$ г/см^3 и $d > I,6$ г/см^3;

- приведенная концентрация элемента в фракции плотностью i: $Yi = Ci / C_0$ - отношение содержания элемента в фракции плотностью i (Ci) к содержанию в исходном угле (Co);

- приведенное извлечение элемента в фракцию плотностью i : $Ui = Yi \cdot Ei$ - произведение приведенной концентрации на извлечение элемента в оцениваемую фракцию (Ei).

На основе величины коэффициента сродства экспериментально устанавливается ряд сродства малых элементов с органическим веществом. Для низких стадий метаморфизма углей указанный ряд сродства имеет вид:

(Ge,W,Be)>Nb>Ga>1>(Hg,Ag,F,As,Mn,Sb)>Sc>Y>Se>La>Zn>Pb>Cs>Re.

Элементы, преимущественно связанные с органической частью угля | Элементы, преимущественно связанные с минеральной частью угля

В зависимости от условий угленакопления и стадий метаморфизма, соотношения в приведенном ряду могут меняться.

С органической частью угля всегда связаны высокие концентрации германия, бериллия, вольфрама; с минеральной частью - свинца,

цинка, рубидия, цезия; преимущественно с минеральной частью – высокие концентрации ртути, серебра, мышьяка, сурьмы, скандия, лантана. Переменное значение преобладания (F как больше, так и меньше единицы) характерно для молибдена, урана, кобальта, хрома, никеля, рения. Для отдельных месторождений ряд сродства может существенно отличаться от приведенного выше.

Приведенная концентрация и приведенное извлечение элемента характеризуют его поведение при обогащении. Для элементов, связанных с минеральной частью, при технологических исследованиях проводится минералогическое изучение породной фракции с целью выявления рудных минералов.

5.2.2. Повышенные концентрации малых элементов могут быть следствием процессов, сингенетичных или эпигенетичных по отношению к угле- или сланценакоплению. В основном они возникают на сорбционных, восстановительных и сероводородных барьерах, в значительно меньшей степени – за счет биогенных процессов или осаждения на барьерах других типов.

Накопление на сорбционных барьерах, связанное с сорбцией малых элементов органическим веществом из вод, поступающих в торфяник или пласт, характерно для элементов, преимущественно связанных с органической частью угля, и в первую очередь для германия, ванадия, бериллия, вольфрама.

Накопление на восстановительных барьерах характерно для элементов, обладающих высокой контрастностью миграции в окислительно-восстановительных обстановках (уран, цинк, рений, селен, молибден), и проявляется при поступлении кислородсодержащих вод в пласты угленосных и содержащих горючие сланцы формаций, обладающих высокой восстановительной емкостью вследствие высокого содержания органики.

Накопление на сероводородных барьерах характерно для элементов, образующих нерастворимые сульфиды.

Концентрация на термодинамических барьерах является результатом гидротермальной деятельности, часто сопровождающей образование угленосных формаций и постинверсионные тектонические процессы. К оруденению такого типа относится ртутное оруденение в углях Донбасса.

Существенная роль биогенной концентрации установлена для ряда элементов в горючих сланцах морского происхождения.

Источником поступления малых элементов в угольный пласт является: а) выщелачивание их в областях сноса; б) поступление с глубинными водами гидротермального происхождения; в) перераспределение вследствие миграции элементов внутри формации; г) вулканогенное (эксгаляционно-осадочное) поступление.

В первом случае (а) наблюдаются широкие, но сравнительно низкие, во втором (б) – локальные, высокие концентрации малых элемен-

тов в углях. Накопление германия в угольных пластах происходит в основном на стадии торфонакопления и раннего диагенеза и обусловливается поглощением германия органикой из вод, поступающих в торфяник или пласт. В связи с этим основным фактором, предопределяющим повышение концентрации германия, является п р и в н о с германия. С точки зрения привноса установлено два типа оруденения: локальное крайне высокое оруденение, обусловленное привносом германия гидротермами или за счет других локальных источников и относительно низкое, но развитое на больших площадях, обусловленное поступлением германия за счет поверхностного выщелачивания в областях сноса.

5.2.3. Общие закономерности распределения элементов наиболее детально изучены для германия. Германий в углях в основном связан с органической их частью и находится в виде германийорганических соединений. Связь германия с органическим веществом угля может быть солеобразной, внутрикомплексной. Форма его нахождения зависит от степени метаморфизма угля.

Распределение германия в угольных пластах неравномерное, как по площади, так и в разрезе угольного пласта. Довольно часто наблюдается повышение его концентрации в припочвенных и прикровельных частях угольных пластов и в периферических частях месторождений. Отмечается повышение концентрации германия в маломощных угольных пластах по сравнению с мощными пластами и особенно в углистых включениях.

Четкой зависимости средних содержаний германия от петрографического состава угля проведенными исследованиями не отмечено. Повышенные концентрации отмечаются в углях всех типов. Но в пластах полосчатого строения германий в основном связан с наиболее гелифицированными компонентами. Максимальные концентрации германия отмечаются в структурном витрене, где его содержания иногда в 10-20 раз превышают средние содержания в угле.

Германиеносность угля четко зависит от степени его метаморфизма. При прочих равных условиях наиболее германиеносными являются угли низких стадий метаморфизма. Высокие концентрации германия в антрацитах и тощих углях неизвестны.

Отмечена приуроченность месторождений с высокими содержаниями германия к угленосным формациям, образование которых сопровождалось сингенетическим вулканизмом и термальной деятельностью, что, по-видимому, обусловливало повышенный гидротермальный привнос германия в области торфонакопления.

5.3. Опробование углей (горючих сланцев) на содержание "малых" элементов

5.3.1. Основой изучения содержаний малых элементов в углях и горючих сланцах и оценки их промышленного значения как ценных ком-

понентов, подлежащих попутному извлечению (использованию), или токсичных, технологически полезных или вредных компонентов при использовании твердых топлив, является опробование. Оно производится по керну буровых скважин или в выработках, пройденных для изучения качества углей и горючих сланцев. Специальные скважины (выработки) для изучения компонентов, имеющих промышленное значение, осуществляются только на комплексных месторождениях (например, угольно-германиевых), где эти компоненты имеют определяющее значение для народнохозяйственной ценности таких месторождений.

5.3.2. Методы отбора и обработки проб. При изучении малых элементов применяется линейное, преимущественно дифференциальное (по керну и бороздовым пробам в горных выработках) опробование. Размеры и выбор дифференциально опробуемых интервалов согласуются с методикой опробования угля и горючего сланца как топлива (см.прил.4).

Специальное опробование осуществляется по опорным пластопересечениям в целях определения закономерностей распределения малых элементов в разрезе пластов. Размеры индивидуально опробуемых пачек при специальном опробовании устанавливаются в зависимости от закономерностей оруденения и возможностей селективной добычи. Рекомендуемые интервалы опробования при специальном изучении германиеносных углей приведены в табл.4.2 (прил.4).

Обработка проб осуществляется обычными для твердого топлива методами по типовым схемам. Пробы угля по характеру распределения малых элементов, связанных с органической частью, характеризуются высокой контрастностью по содержанию и низкой контрастностью механических свойств. Методы обработки, предусмотренные ГОСТ 10742-78 (надежная масса проб 0,5 кг при глубине дробления - 3 мм и 0,125 кг при - 1 мм), практически приемлемы для изучения всех малых элементов за исключением элементов, связанных с крупными конкрециями (пирита, сидерита и др.).

При использовании нетиповых схем следует руководствоваться надежными массами, указанными в табл.4.3 (прил.4). При отсутствии данных о равномерности распределения следует пользоваться надежными массами для весьма неравномерного распределения. При использовании проб для определения нескольких компонентов обработку следует производить исходя из наиболее "контрастных" компонентов.

5.3.3. Аналитические исследования. Методы анализов. Содержания малых элементов в твердых топливах определяются полуколичественными, приближенными количественными и количественными спектральными, колориметрическими, атомно-абсорбционными, радиометрическими, рентгено-флюоресцентными, активационными и другими методами, требуемая чувствительность и точность которых указана в прил.5. Содержания должны выражаться в процентах по массе (%) или граммах на тонну

(г/т). Коэффициенты для пересчета из других единиц приведены в табл. 5I (прил.5).

Результаты анализов обычно даются в расчете на сухое топливо или его золу и при необходимости пересчитываются из другого состояния топлива по формулам, приведенным в табл.2(прил.5). Условные обозначения результатов анализов должны соответствовать СТ СЭВ 750-77. Необходимая чувствительность анализов при поисковых исследованиях и значения содержаний, при которых необходима количественная оценка, приведены в таблице (с.37).

Подготовка проб для анализов. Большинство анализов проводится в золах после разложения органических соединений путем озоления, окисления или сплавления. Наиболее распространенным методом является озоление навесок угля, при котором часто имеют место потери легколетучих элементов. Ряд элементов (селен, ртуть и некоторые другие) при озолении теряются почти полностью, и проведение анализов зол углей на эти элементы практически бесполезно. Другие элементы при обычных режимах озоления (800°С) теряются частично, а при применении специальных режимов и методов озоления могут быть переведены в золу почти полностью. Основными мероприятиями в этом направлении являются снижение температуры озоления, обеспечение избытка кислорода с целью перевода соединений элементов в менее летучие оксидные формы, медленный нагрев проб. В настоящее время озоление для массовых анализов на малые элементы осуществляется помещением проб в холодный муфель и медленным нагревом в течение 2 ч. до $t = 550^{\circ}C$ и последующим нагревом в течение I,5 ч. при $t = 600 \pm 25^{\circ}C$ при свободной циркуляции воздуха в муфеле. Методика разработана применительно к сохранению в золе германия и менее летучих элементов, достаточно надежна в отношении германия, однако при озолении малозольных углей (концентратов) даже при таком режиме могут иметь место существенные его потери.

В целях уменьшения потерь, а также перевода в золу более летучих элементов, отдельными исследователями применяются:

- озоление с использованием окислителей и буферных смесей (нитраты и оксиды кальция и магния);
- спекание угля с содой, смесью Эшка, перекисью натрия и др.;
- мокрое сжигание серной кислотой и др.

Однако большинство этих методов весьма трудоемки, неприемлемы для массовых анализов и используются при экспериментальных, методических и контрольных исследованиях.

Существенно отличаются методы подготовки проб для атомно-абсорбционных, рентгено-флюоресцентных и некоторых других методов анализа. Методика подготовки проб для этих видов анализа определяется индивидуально. В последние годы стали применятся методы спектрального анализа углей без их озоления(полуколичественный спектральный

анализ по методике ИМР, количественное определение элементов по ГОСТ 25694-83).

Аналитические поисковые исследования. Основным методом для выявления и приближенной оценки содержания в твердых топливах германия, галлия, бериллия, скандия, ванадия, хрома, никеля, кобальта, иттрия, иттербия, лантана, титана, циркония, молибдена, олова, вольфрама, свинца, висмута, цинка, меди, серебра, мышьяка является полуколичественный эмиссионный спектральный анализ, методы и чувствительность которого приведены в прил.5. Применяемая аппаратура и методы анализов должны обеспечивать чувствительность определений не ниже указанной в таблице (с.37) и расшифровку спектра по градации содержаний:

I. Не обнаружено[I]	5. 0,001-0,003%	9. 0,03-0,06%
2. 0,0001-0,0003%	6. 0,003-0,006%	I0. 0,06-0,I %
3. 0,0003-0,0006%	7. 0,006-0,0I%	II. 0,I -0,3 %
4. 0,0006-0,00I %	8. 0,0I -0,03%	I2 свыше 0,3 %

Наиболее распространенным методом является эмиссионный спектральный анализ на спектрографах средней дисперсии с испарением навески золы из канала электрода в дуге постоянного тока 20-40А. Возможно применение и других методов, обеспечивающих необходимую чувствительность и точность воспроизводимости определений. Часто в практике оценки малых элементов расшифровка спектра проводится для 30-45 элементов, что в большинстве случаев является излишним, поскольку чувствительность полуколичественного спектрального определения таллия, лития, рубидия, цезия, тантала, индия, кадмия, церия, гафния, тория ниже возможных их содержаний в углях, а определение основных породообразующих элементов Si, Al , Fe , K, Na, Mg , Ca полуколичественным методом лишено смысла, так как эти элементы в золе углей содержатся в количестве более I% и оцениваются количественными методами по ГОСТ I0538-72.

В последние годы в поисковых целях стал применяться рентгенофлюоресцентный количественный анализ. Высокопроизводительная автоматическая аппаратура, возможности определения содержаний непосредственно в угле без озоления и многократного использования проб и эталонов для повторных определений и определений других элементов обусловливают перспективность этого метода. Для изучения в углях золота, селена, ртути, рения, бора, а при необходимости и других элементов, не определяемых в ходе полуколичественного спектрального анализа с достаточной чувствительностью или заведомо теряемых при озолении, применяются специальные методы (см.прил.5), обеспечивающие чувствительность не ниже указанной в таблице (с.37).

[I] Ниже предела чувствительности анализа.

Количественная оценка содержания малых элементов производится при их концентрациях, превышающих пределы, указанные в таблице (с.37). Элементы, представляющие промышленный интерес, изучаются количественными методами с чувствительностью и точностью не ниже указанных в таблице и прил.5.

Количественные определения содержания малых элементов производятся для германия:

а) в углях, используемых для коксования

- по единичным пробам вне зависимости от содержания;

- в объеме, необходимом для расчета средних содержаний по шахтопластам с точностью до 10% (относительно) при промышленных его концентрациях;

б) в энергетических углях

- по всем пробам в районе устойчивых содержаний свыше 10 г/т сухого угля и в контурах подсчета промышленных запасов вне зависимости от содержания;

- по всем пластопересечениям в районе выявленных единичных содержаний свыше 20 г/т сухого угля в объеме, необходимом для оконтуривания высокогерманиеносных углей по площади, а при мощных пластах и в разрезе угольных пластов;

Для элементов, сопутствующих германию и технологически с ним комплексируемых, производятся количественные определения в объеме, обеспечивающем расчет средних содержаний в контурах подсчета промышленных запасов германия. Перечень элементов, подлежащих количественной оценке, и уровень содержаний, при которых необходима количественная оценка, устанавливаются индивидуально для объектов в зависимости от комплекса содержащихся элементов и технологии извлечения. Для энергетических углей в качестве попутчиков германия подлежат рассмотрению галлий, молибден, свинец, цинк и другие летучие элементы.

В комплексе производится количественное изучение и оценка :

- ванадия, никеля, хрома, кобальта;

- лантана, иттрия, иттербия, церия, скандия;

- лития, рубидия, цезия;

- ртути и мышьяка.

Для количественной оценки малых элементов, в целях корреляции и изучения закономерностей распространения в пласте, может быть использован приближенный количественный спектральный анализ. Выражение результатов в виде непрерывного ряда значений отличает этот метод от полуколичественного анализа,что обусловливается применением фотометрирования или других количественных приемов для оценки интенсивности спектральных линий. Для приближенного спектрального анализа используются методы усиления и проявления спектральных линий, ступенчатого ослабления их интенсивности или оба метода в

комплексе. Применение приближенных количественных методов дает наилучшие результаты при использовании дифракционных спектрографов высокой дисперсии (типа ДФС-8, ДФС-13). В связи с ограничениями спектрального диапазона у спектрографов этого класса, анализ труднолетучих элементов производится для трех наборов элементов, поэтому в заказах на анализы в зависимости от требуемой чувствительности необходимо указывать, в какой части спектра (в каком наборе элементов) следует проводить определения.

Контроль анализов. Определения содержания малых элементов при их промышленной оценке должны быть проведены внутренним и внешним геологическим и лабораторным контролем по методике и в объеме, предусмотренном соответствующими инструкциями /16, 48/. Рекомендуемый объем контроля, допустимые расхождения и формы обработки результатов приведены в прил.6. В результате контроля должны быть оценены: средние значения случайных расхождений парных определений; систематические расхождения парных определений; число определений с расхождениями, превышающими допуски; возможные ошибки единичных определений с доверительной вероятностью 95%.

5.3.4. Технологические исследования по извлечению малых элементов из твердых топлив включают:

- изучение поведения малых элементов при обогащении, сжигании и пиролизе твердых топлив с оценкой возможностей их концентрации в продуктах и отходах переработки топлива, коэффициентов концентрации и извлечения элемента в пригодные для извлечения продукты (концентраты). Для этих целей производится определение содержания элементов в исходном топливе и всех продуктах его переработки на промышленных или опытнопромышленных установках для оцениваемого объекта или его эксплуатируемых аналогов;

- то же при технологических исследованиях твердого топлива на стендовых, модельных и лабораторных установках;

- изучение режимов, благоприятствующих концентрации, предусматривает исследование поведения элементов при различных режимах процессов (температурах, избытке воздуха), системах золоулавливания и других особенностей технологии;

- разработку технологии извлечения из продуктов концентрации, в основном оценку возможности применения существующих технологических схем извлечения к оцениваемому сырью, лабораторную проверку извлечения и получения необходимых параметров для технико-экономических расчетов.

В результате технологического изучения должен быть составлен баланс распределения элементов по продуктам и отходам, даны рекомендации по наиболее благоприятным режимам переработки.

Основными параметрами технологической оценки являются: извлечение, коэффициент концентрации и расчетные издержки на извлечение.

Одновременно с основными ценными компонентами (например, германием), подлежит оценке комплекс элементов, извлечение которых может производиться совместно с основным.

С точки зрения возможностей комплексирования при извлечении содержащиеся в углях малые элементы могут быть подразделены на ряд групп, из которых практическое значение в ближайшее время могут иметь следующие.

I. Легколетучие элементы, преимущественно связанные с органической частью топлива, избирательно концентрирующиеся в летучих продуктах переработки. Возможный комплекс совместно извлекаемых элементов этой группы: германий, галлий, свинец, цинк, молибден. Основными полупродуктами, используемыми для извлечения и переработки, являются летучие золы. Основные способы обогащения полупродуктов пирометаллургические, метод извлечения - гидрометаллургия.

2. Элементы, легко извлекаемые непосредственно из углей кислотными, щелочными и другими методами экстракции. К этой группе могут быть отнесены уран, рений, молибден.

3. Элементы, концентрирующиеся в отдельных продуктах передела; например, при коксовании германий осаждается в надсмольных водах и смолах, ртуть оседает с фракцией легкого масла.

4. Нелетучие элементы, концентрирующиеся после сжигания в золе.

Технологические исследования при оценке германиеносных углей. Промышленное извлечение содержащегося в углях германия может осуществляться как попутно - при энергетическом или технологическом использовании угля на обычных установках, так и комплексной переработкой обогащенного германием угля по специальным схемам. При энергетическом использовании углей извлечение происходит из летучих зол (улавливаемых электрофильтрами или рукавными фильтрами), обогащенных германием по сравнению с золой исходного угля в 5-I0 раз. Одновременно с германием при переработке летучих зол может извлекаться галлий, а при достаточно высоких концентрациях - молибден, свинец, цинк. При коксохимическом производстве извлечение германия осуществляется из надсмольных вод и смол.

Для попутного использования промышленный интерес могут представлять содержания германия в энергетических углях более I0-I5, в углях для коксования - более 3 г/т сухого угля. Предельные содержания для специально разрабатываемых комплексных германий-угольных месторождений устанавливаются в индивидуальном порядке, в зависимости от экономики добычи и транспортировки угля из конкретных объектов.

В связи с достаточно хорошо освоенной технологией извлечения германия из углей полузаводские и заводские технологические исследования по его извлечению при проведении геологоразведочных работ обычно не требуются. Комплекс технологических исследований включает только лабораторные испытания по выяснению баланса распределения

германия при изучении обогатимости угля как топлива, повышенных по сравнению с обычными энергетическими углями исследований по изучению плавкостных характеристик (t_I, t_2, t_3) и вязкости зол углей в жидкоплавком состоянии. Для новых районов коксующихся углей в случае выявления содержаний германия более 3–4 г/т при опытных коксованиях подлежит изучению баланс распределения германия в продуктах коксования. Методика отбора и масса технологических проб принимаются в соответствии с требованиями к технологическому изучению углей как энергетического и технологического топлива.

Для других малых элементов единая технология извлечения не разработана, и для промышленной оценки их запасов необходимы специальные исследования по индивидуальным программам.

Технологические исследования выполняются специализированными институтами по заказам предприятий, выполняющих разведку. Для элементов, извлечение которых освоено промышленностью (при доказанной аналогии топлива), проведение технологических исследований для каждого объекта не требуется.

5.4. Основные принципы изучения "малых" элементов при разведке месторождений твердых топлив

5.4.1. Изучение малых элементов, имеющих промышленное значение, включает: определение их содержаний, изучение форм нахождения, генезиса, закономерностей распределения, поведения при переработке топлив. При концентрациях, потенциально пригодных для промышленного извлечения, изучаются технологические возможности и экономика извлечения, при необходимости оцениваются их запасы и прогнозные ресурсы.

5.4.2. При планировании проведения работ по изучению малых элементов анализируются благоприятные и отрицательные критерии возможного обнаружения и наличия повышенных концентраций этих элементов.

Б л а г о п р и я т н ы м и к р и т е р и я м и являются:

- выявленные высокие концентрации и геохимические аномалии в регионе, на аналогичных объектах или на разведываемом месторождении;
- размещение объекта в соответствующих геохимических провинциях (германиеносных, золоторудных, вольфрамовых и т.д.);
- наличие зон, благоприятных для концентрации, – восстановительных барьеров на контактах красноцветных (пестроцветных) и сероцветных пород, глубоких современных и древних зон окисления, зон повышенной гамма-активности, крупных тектонических зон и признаков гидротермальной деятельности (см.пункт 5.2.2)

О т р и ц а т е л ь н ы м и к р и т е р и я м и являются:

- приуроченность разведываемых месторождений к бесперспективным по концентрациям малых элементов регионам;
- высокие стадии метаморфизма (углефикации) твердых топлив.

На поисковой и предварительной стадиях разведки месторождений твердого топлива должны быть обеспечены ориентировочная оценка среднего содержания малых элементов по пластам и участкам и выявление наличия локальных высоких концентраций, представляющих интерес для дальнейшего изучения. Объем и детальность изучения должны обеспечить решение при составлении ТЭО детальной разведки месторождения вопросов дальнейшего попутного или специального изучения ценных компонентов. Для этого на поисковой стадии геологоразведочных работ осуществляется спектральный полуколичественный анализ дубликатов углехимических проб с расшифровкой содержания комплекса малых элементов. В неизученных на малые элементы регионах, а также в районах, перспективных для выявления, представляющих интерес концентраций, изучение содержаний проводится по всем отобранным пробам твердого топлива. В районах, достаточно изученных, малоперспективных на малые элементы, количество анализируемых проб может быть сокращено до объема, обеспечивающего подтверждение бесперспективности.

На предварительной стадии разведки месторождений твердых топлив продолжаются опробования на малые элементы по сети поисковой разведки на недоизученных ранее площадях, горизонтах и пластах. При этом плотность сети опробования должна соответствовать сети поисковой разведки (ориентировочно 25% пластопересечений предварительной разведки) и может быть увеличена при наличии геолого-геохимических предпосылок образования повышенных концентраций или уменьшена при установленном отсутствии повышенных концентраций малых элементов в районе (регионе). При попутных поисках на предварительной стадии разведки по отобранным на малые элементы пробам, кроме полуколичественных спектральных анализов на комплекс элементов, проводится определение элементов, не определяемых спектрально. По опорным скважинам производится также геохимическое изучение всех разновидностей вмещающих пород. Дополнительно опробуются зоны, благоприятные для образования высоких концентраций (при их наличии). При выявлении попутными поисками концентраций, требующих детального изучения (см.таблицу, с.37), опробование на малые элементы в зонах таких концентраций проводится по всем скважинам предварительной разведки.

При детальной разведке месторождений твердых топлив осуществляются дальнейшие работы по выявлению высоких концентраций малых элементов на ранее неизученных площадях, горизонтах и угольных пластах. При обнаружении таких концентраций осуществляются следующие мероприятия:

- дополнительное опробование для оконтуривания зон предположительно промышленных концентраций и расчета средних значений содер-

жания с точностью, обеспечивающей подсчет запасов по категориям C_1 и C_2;

- количественное определение оцениваемых элементов по всем дубликатам углехимических проб в пределах предполагаемого контура распространения оруденения;

- детальное изучение оцениваемых элементов по отдельным пластопересечениям по специально отбираемым тонкослойным дифференциальным пробам с целью изучения распределения элементов в разрезе пластов;

- изучение форм нахождения малых элементов путем определения их содержания количественными методами во фракциях, выделенных по плотности от I,2 до I,8 через 0,I (попутно с фракционным анализом проб);

- изучение приближенными количественными или количественными методами содержаний остальных элементов, не пригодных для извлечения, с оценкой их средних содержаний;

- изучение баланса распределения оцениваемых элементов при обогащении, а при отсутствии аналогии в других технологических процессах с оценкой возможных коэффициентов извлечения по технологическим операциям;

- разработка кондиций для оценки запасов элементов, имеющих попутное значение (при отсутствии бассейновых кондиций);

- подсчет запасов ценных компонентов.

5.4.3. На разрабатываемых месторождениях, не изученных или недостаточно изученных на малые элементы при разведке, выполняются поисково-ревизионные работы. Основным их методом является определение содержания малых элементов по дубликатам проб товарной продукции среднемесячных, пластовых, участковых и других проб, отбираемых геологической службой и ОТК шахт и углеразрезов в соответствии с ГОСТ 9815-75, I6094-78, I0742-78, СТ СЭВ 752-78. При необходимости дополнительно осуществляется специальное опробование угольных и горючесланцевых пластов и вмещающих углистых пород в горных выработках, естественных обнажениях, и скважинах эксплуатационной разведки. Бурение скважин и проходка тяжелых горных выработок в поисково-ревизионных целях допускается в порядке исключения при наличии достаточно обоснованных геологических предпосылок или выявлении высоких концентраций.

На разрабатываемых объектах, где установлены концентрации элементов, требующие более детального изучения, проводятся ревизионно-оценочные работы. С указанной целью осуществляются следующие мероприятия:

- специальное бороздовое дифференциальное опробование горных выработок через 50-I00 м на выявленных поисками участках с потенциально представляющими промышленный интерес концентрациями и через 200-500 м на остальной части месторождения с определением содержания подлежащих извлечению элементов количественными, а остальных - приближенными количественными методами;

- опробование на малые элементы дубликатов проб скважин эксплуатационной разведки;

- при отсутствии в необходимом объеме данных разведки или дубликатов проб по ранее пробуренным скважинам за пределами контура горных работ осуществляется бурение специальных скважин, по которым выполняются опробование и количественное изучение содержания малых элементов;

- изучение содержания малых элементов в товарной продукции количественными методами с оценкой стабильности их содержания и коэффициентов разубоживания товарного твердого топлива;

- опробование концентратов, промпродуктов и "хвостов" обогащения на обогатительных фабриках, шлаков и золовых уносов (раздельно по полям фильтров) на электростанциях и технологических потоков при специальном использовании с оценкой баланса распределения продуктов;

- изучение форм нахождения, генезиса и закономерностей выявленного оруденения;

- проведение лабораторных технологических исследований по попутному или специальному извлечению элементов, представляющих промышленный интерес;

- технико-экономическое обоснование целесообразности извлечения или соответствие качества получаемой продукции ТУ на соответствующее оцениваемое попутное сырье.

При положительных результатах изучения производится подсчет запасов полезных компонентов, пригодных для промышленного извлечения.

6. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ

6.I. Общие положения

6.I.I. Геолого-экономическая оценка выявленных на месторождениях твердых топлив попутных полезных ископаемых и компонентов производится в увязке с принятой стадийностью геологоразведочных работ. Целью ее является установление экономической целесообразности извлечения и использования этих полезных ископаемых и компонентов при добыче и переработке углей (горючих сланцев) и кондиций для подсчета их запасов.

Содержание, оформление и порядок утверждения постоянных кондиций на минеральное сырье регламентированы Инструкцией ГКЗ СССР [2.18], геолого-экономической оценки попутных полезных ископаемых и компонентов -Требованиями [2.19].Излагаемые ниже рекомендации и методические указания развивают положения этих документов применительно к месторождениям твердых топлив.

6.I.2. Геолого-экономическая оценка и разработка кондиций для подсчета запасов попутных полезных ископаемых и компонентов твердых

топлив осуществляются одновременно с разработкой ТЭО кондиций для подсчета запасов углей (горючих сланцев) и являются составной частью последних: временных - устанавливаемых по результатам предварительной разведки месторождений твердых топлив при составлении ТЭО обоснования целесообразности их детальной разведки - и постоянных - после завершения детальной разведки этих месторождений.

6.I.3. При разработке временных кондиций определяется возможное промышленное значение выявленных попутных полезных ископаемых и целесообразность их дальнейшего изучения при детальной разведке. При разработке постоянных кондиций окончательно устанавливается промышленная ценность полезных ископаемых и компонентов и порядок подсчета запасов тех из них, извлечение и использование которых в народном хозяйстве признано экономически целесообразным в настоящее время или в ближайшей перспективе.

6.I.4. В технико-экономическом обосновании кондиций наряду с попутным сырьем рассматривается промышленная ценность выявленных сопутствующих полезных ископаемых, имеющих самостоятельное значение, разработка которых может осуществляться независимо от разработки подсчитанных запасов углей (горючих сланцев). Выводы и рекомендации о целесообразности их промышленного освоения или продолжения геолого - разведочных работ для их детального изучения согласовываются с соответствующими министерствами (ведомствами, организациями) - возможными потребителями данного вида минерального сырья.

6.2. Попутные полезные ископаемые вскрышных и вмещающих пород

6.2.I. Основой геолого-экономической оценки попутных полезных ископаемых (I группа) являются:

- возможные и наиболее рациональные (с учетом качества продукции) направления народнохозяйственного их использования, соответствие требованиям действующих государственных, отраслевых стандартов и технических условий к качеству минерального сырья и получаемой из него продукции;

- потребность в каждом виде полезного ископаемого: направление использования, возможные годовые объемы добычи, количество запасов, необходимое для обеспечения сроков работы действующих или новых предприятий по добыче и переработке сырья, в том числе предприятий, осваивающих разведанное (разрабатываемое) месторождение твердого топлива, на котором оцениваются попутные полезные ископаемые;

- технологическая изученность полезных ископаемых, промышленные типы и сорта сырья по заданному и другим возможным направлениям его использования;

- технология добычи каждого из попутных полезных ископаемых с учетом пространственного нахождения и размеров тел этих полезных ископаемых, особенностей их морфологии и условий залегания и в

увязке с намеченным способом разработки на оцениваемом месторождении запасов углей (горючих сланцев), технологией их добычи, предварительными планами и сроками развития горных работ;

- технико-экономические расчеты, определяющие экономический эффект разработки той части запасов, в которой имеется потребность, а также общего количества, подсчитанного по предполагаемым параметрам кондиций.

6.2.2. Потребность в каждом виде попутных полезных ископаемых устанавливается по согласованию с министерствами (ведомствами) - потребителями сырья, а для общераспространенных полезных ископаемых и для предприятий местного подчинения - с плановыми органами республики (края, области) и конкретными потребителями. Ресурсы многих видов попутных полезных ископаемых на месторождениях твердых топлив часто значительно превышают потребность в них на ближайшие годы. Поэтому при разработке ТЭО кондиций и расчетах показателей эффективности основного производства (по добыче и использованию твердого топлива) учитываются технико-экономические показатели добычи и использования попутно добываемого сырья только на согласованную в нем потребность. Эти показатели определяют обоснование рекомендуемых параметров кондиций. Для остальной части выявленных запасов промышленная из значимость и параметры кондиций для подсчета запасов устанавливаются сопоставлением фактических данных о геологических, горно-геологических особенностях, составе и свойствах попутного полезного ископаемого на намечаемых к освоению и перспективных для этой цели площадях, а также на основе укрупненных технико-экономических расчетов.

Для полезных ископаемых, потребность в использовании которых в настоящее время отсутствует, кондиции для подсчета балансовых запасов устанавливаются на основе укрупненных технико-экономических расчетов с учетом опыта добычи и использования такого сырья на аналогичных месторождениях.

6.2.3. Параметры кондиций по мощности тел попутных полезных ископаемых, залегающих во вскрыше, должны быть увязаны с технологией удаления вскрышных пород. Необходимость и экономическая целесообразность селективной выемки каких-либо частей разреза вскрышных пород, величины минимальной их мощности (так же, как попутных полезных ископаемых, залегающих в продуктивных отложениях месторождений твердых топлив, разрабатываемых подземным способом) должны быть обоснованы специальными технико-экономическими расчетами.

6.2.4. При наличии конкретных потребителей состав и технологические свойства полезных ископаемых, запасы которых выделены для удовлетворения потребности в них на планируемый срок обеспечения соответствующих предприятий по переработке минерального сырья, долж-

ны быть изучены с детальностью, обеспечивающей проектирование технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, которые имеют промышленное значение. При отсутствии потребности состав и свойства полезных ископаемых во вскрышных и вмещающих породах характеризуются по данным химических анализов, физико-механических испытаний проб, отобранных при разведке на основные полезные ископаемые, и при необходимости - ограниченного количества лабораторных и технологических исследований. Результаты проведенных работ должны обеспечивать установление областей возможного использования оцениваемых полезных ископаемых.

6.2.5. В случаях, когда использование оцениваемых полезных ископаемых возможно только при условии шихтовки с другими видами полезных ископаемых, должны быть охарактеризованы источники получения остальных компонентов шихты.

6.2.6. Во всех случаях вскрышные и вмещающие породы (так же,как и основные полезные ископаемые) должны быть подвергнуты количественному спектральному анализу, а по его результатам должна быть дана оценка промышленного значения содержащихся в них ценных компонентов.

6.2.7. Вскрышные породы должны быть изучены с позиций их использования для рекультивации земель с их классификацией в соответствии с ГОСТ I7.5.03-78(см.3.I.II).

6.3. Попутные полезные компоненты

6.3.I. Основными критериями промышленного значения попутного компонента (II и III группы) являются: потребность в нем народного хозяйства; наличие разработанной технологической схемы извлечения его из продуктов и отходов переработки угля (горючего сланца) и степень концентрации в этих продуктах, обеспечивающая извлечение на рациональной основе; возможность селективной добычи обогащенных попутным компонентом частей (участков) угольных (сланцевых) пластов; экономическая эффективность попутного извлечения полезного компонента, определяемая на основании технико-экономических расчетов, обосновывающих дополнительные затраты на такое извлечение или на получение самостоятельных концентратов для последующего извлечения полезного компонента (строительство специальных цехов или установок, расход реагентов и т.п.). При экономических расчетах учитывается лишь та часть запасов попутного компонента, которая может быть извлечена и в которой имеется потребность.

6.3.2. Балансовые запасы попутных компонентов, имеющих промышленное значение, подсчитываются в балансовых запасах углей (горючих

сланцев [I]. В кондициях для подсчета запасов углей (горючих сланцев) и содержащихся в них полезных компонентов предусматриваются:

- перечень попутных полезных ископаемых раздельно для марок, технологических групп и других подразделений углей (горючих сланцев), запасы которых подлежат подсчету как балансовые, и раздельно по направлениям использования;

- для условий раздельной (селективной) выемки: минимальные мощности пластов (частей пласта), минимальные содержания попутных полезных компонентов для оконтуривания (бортовые) и минимальные промышленные содержания в подсчетных блоках, пластах (или их частях);

- для условий валовой выемки: требования к содержанию попутных полезных ископаемых в рядовых или групповых пробах (в минералах или в концентратах) в целом для месторождения, или для отдельных пластов (подсчетных блоков);

- условия подсчета запасов углей и горючих сланцев (в необходимых случаях - вмещающих их пород), в которых подсчитываются запасы попутных полезных компонентов;

- запасы попутных полезных компонентов, накапливающихся в концентратах углей (горючих сланцев), в продуктах или отходах их переработки, подсчитываются в недрах - валовые при необходимости выделяются в извлекаемые запасы, находящиеся в минералах или формах, переходящих в продукты или отходы переработки;

- в балансовых запасах углей (горючих сланцев) забалансовые запасы попутных полезных компонентов не подсчитываются; забалансовые запасы этих компонентов могут быть подсчитаны (при необходимости) в забалансовых запасах углей (горючих сланцев).

6.3.3. В ТЭО постоянных кондиций для месторождений твердых топлив устанавливается также перечень компонентов, являющихся вредными примесями в технологии переработки и использования углей и горючих сланцев, или оказывающих вредное воздействие на окружающую среду.

7. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

7.1. Попутные полезные ископаемые (I группа)

7.1.1. Запасы попутных полезных ископаемых, имеющие промышленное значение, подсчитываются в недрах без учета разубоживания и

[I] Запасы твердых топлив, не удовлетворяющих кондициям для подсчета балансовых запасов при высоких содержаниях ценных компонентов, могут оцениваться как комплексное сырье по специально разрабатываемым кондициям.

потерь при добыче, обогащении и переработке, с разделением по степени разведанности на общепринятые категории: А, В, C_1, C_2 с выделением марок, сортов и технологических групп сырья, предусмотренных государственными и отраслевыми стандартами, техническими условиями, установленными кондициями и специальными требованиями потребителей. При необходимости подсчитываются прогнозные ресурсы попутных полезных ископаемых.

7.I.2. Оценка разведанности попутных полезных ископаемых производится в соответствии с действующими инструкциями по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых для соответствующих видов сырья /2.2-2.I6/. Оценка разведанности торфа - в соответствии с Инструкцией /I2/.

7.I.3. Запасы попутных полезных ископаемых по народнохозяйственному значению подразделяются на б а л а н с о в ы е и з а б а л а н с о в ы е, подлежащие раздельному учету. Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в случаях, если в технико-экономическом обосновании кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

7.I.4. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых осуществляется общепринятыми методами, изложенными в соответствующих методических руководствах и инструкциях.

7.I.5. Запасы в пределах установленной и согласованной с плановыми органами или потребителями сырья потребности, подсчитываются в границах, установленных по согласованию с заинтересованными организациями (заказчиками, а также осуществляющими руководство разработкой оцениваемого месторождения твердого топлива). За пределами этих границ и на месторождениях, где при выявлении попутных полезных ископаемых, имеющих промышленное значение, потребность в них не установлена, подсчет их запасов производится в границах месторождения (участка), принятых в ТЭО кондиций для подсчета запасов углей (горючих сланцев).

7.I.6. Запасы попутных полезных ископаемых подсчитываются одновременно с подсчетом запасов углей (горючих сланцев). Раздельный (во времени) подсчет запасов допустим в случаях, когда попутные полезные ископаемые были выявлены и получили промышленную оценку в результате ревизионных работ или специальной доразведки в связи с выявившейся в них потребностью или по другим причинам.

7.2. Попутные полезные компоненты

7.2.I. Запасы попутных полезных компонентов, промышленное значение которых установлено утвержденными кондициями, подсчитываются раздельно в контурах балансовых и забалансовых запасов содержащих

их углей (горючих сланцев) или попутных полезных ископаемых и относятся к той же группе запасов.

7.2.2. Категории разведанности запасов попутных полезных компонентов определяются степенью их изученности, характером распределения, формами нахождения и изученностью технологии извлечения.

Подсчет запасов попутных компонентов при валовой отработке содержащих их полезных ископаемых (например, серного колчедана в высокосернистых углях, германия в германиеносных углях, направляемых на коксование) производится по блокам, выделенным для подсчета запасов. При подсчете запасов попутных ценных компонентов по категориям C_1 и C_2 допускается укрупнение блоков подсчета содержащих их запасов твердого топлива вплоть до подсчета по шахтопластам в целом. Запасы попутных компонентов в контурах подсчета запасов содержащих их полезных ископаемых, разведанных по категориям А,В и C_1, оцениваются, как правило, не ниже чем по категории C_1. При чрезвычайно резкой неравномерности их распределения категория запасов компонента может быть снижена до C_2. В этом случае следует обосновать возможность использования запасов категории C_2 при проектировании предприятия по добыче полезного ископаемого и переработке минерального сырья.

Подсчет запасов попутных полезных компонентов для условий селективной выемки содержащих их полезных ископаемых (например, битумов в битумсодержащих углях) производится методами, применяемыми для подсчета запасов углей и горючих сланцев (геологических блоков, ближайшего района и др.), с учетом геологической, горно-геологической или технологической однородности (различия) объектов подсчета в части полезного компонента. Запасы попутных компонентов могут быть отнесены к тем же категориям, что и запасы содержащего их полезного ископаемого, если степень равномерности распределения этих компонентов и полнота их опробования примерно одинаковы.

7.2.3. Запасы углей (горючих сланцев) и попутных полезных ископаемых, содержащие попутные полезные компоненты, оконтуриваются и подсчитываются в соответствии с установленными кондициями отдельно от запасов, не содержащих эти компоненты, с подразделением по выделенным технологическим сортам (маркам, технологическим группам угля и установленным его сортам по полезным компонентам).

7.2.4. Запасы попутных полезных компонентов (Р) в углях (горючих сланцах) определяются на основе запасов соответствующего вида твердого топлива (Q), подсчитанных при рабочей (или естественной) влажности (W^r), среднего содержания (или выхода) ценного компонента в % или г/т в расчете на сухое топливо (C^d) и коэффициента учитывающего влажность топлива ($K_w = \frac{100 - W^r}{100}$) по формуле: $P = QC^dK_w \cdot 100$.

Средние содержания попутных компонентов рассчитываются по данным лабораторных анализов (или выходу продукта). В случаях, когда содержания определялись в расчете на золу, другой продукт или в других единицах, данные пересчитываются на сухое топливо. Средние содержания по пластопересечениям при дифференциальном опробовании рассчитываются как средневзвешенные на мощность опробованных пачек, а по блокам или шахтопластам - в основном как среднеарифметические по пластопересечениям, входящим в блок. При наличии четкой корреляции между содержанием элемента и мощностью пласта расчет производится с взвешиванием данных по пластопересечениям на мощность пластов по ним. При наличии четкой корреляции между содержанием и зольностью топлива и резких колебаниях значения зольности в отдельных случаях при расчете средних значений по пластопересечениям и блокам может возникнуть необходимость взвешивания данных на зольность топлива. При расчете средних значений содержания ценных компонентов подлежат исключению ураганные и недостоверные значения содержаний. Для расчета коэффициента K_w принимается влажность, при которой подсчитаны запасы твердого топлива. Учитывая, что значение кажущейся плотности (объемной массы) d_a, используемой для подсчета запасов твердого топлива, подлежит приведению к рабочей влажности, в большинстве случаев для расчета K_w используются средние значения влажности рабочего топлива (W_t^r), определенной по ГОСТ 11014-81 (СТ СЭВ 751-77) на эксплуатируемых месторождениях. Для углей Б2, Б3 и каменных для этих целей может быть использована также величина максимальной влагоемкости (W_{max}), определенная по ГОСТ 8858-79. При использовании для подсчета нескорректированных определений d_a используется естественная влажность проб, для которых определялась кажущаяся плотность по сопряженным ее определениям. При ограниченном числе определений влажность рекомендуется оценивать по графикам зависимости W^r от A^d.

Запасы металлоносных углей подсчитываются при естественной влажности (в тыс.т) с точностью до 0,1 тыс.т, запасы Ge - в тоннах с точностью до 0,1 т.

В таблицах подсчета приводятся запасы металлоносного угля (породы) по группам балансовых и забалансовых, с естественной влажностью, с разбивкой по категориям, и запасы оцениваемого элемента (также по категориям). Величины содержаний элементов даются в г/т сухого угля (породы), а для энергетических углей - дополнительно в г/т золы.

8. ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ

8.1. На месторождениях твердого топлива, подготовленных для промышленного освоения, запасы попутных полезных ископаемых должны быть изучены и оценены в степени, достаточной для определения их

количества и возможного направления народнохозяйственного использования. При наличии потребителя эти запасы в количестве, обеспечивающем потребность, должны быть разведаны и подсчитаны в соответствии с требованиями классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых /2.1/ и инструкций по применению указанной Классификации к соответствующим видам полезных ископаемых /2.2/.

8.2. Формы нахождения попутных компонентов на месторождениях твердых топлив, подготовленных для промышленного освоения, и технология их извлечения из содержащего их полезного ископаемого (угля, горючего сланца, попутных полезных ископаемых) должны быть изучены в степени, достаточной для обоснования промышленной ценности разведанных запасов этих компонентов. Извлечение попутных компонентов, запасы которых отнесены к балансовым на основании принятых при утверждении постоянных кондиций технико-экономических расчетов, проектируется, исходя из степени их изученности.

При этом для компонентов II группы должен быть обоснован выбор принципиальных технологических схем извлечения их в самостоятельные концентраты и промпродукты или в концентраты основных компонентов. Целесообразность и рентабельность извлечения компонентов III группы должны быть обоснованы фактическими данными об их извлечении при металлургическом и химическом переделе или при энергетическом использовании минерального сырья на действующих предприятиях или технико-экономическими расчетами по прогрессивным технологическим схемам.

8.3. Попутные компоненты в контурах запасов категорий А, В, C_I содержащего их твердого полезного ископаемого, как правило, подсчитываются по категории не ниже C_I. Для запасов этих компонентов категории C_2, обусловленной чрезвычайно резкой неравномерностью их распределения, должна быть обоснована возможность использования их при проектировании предприятия по добыче твердого топлива и его последующей переработки.

9. ОТХОДЫ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

9.1. Отходы добычи и обогащения твердых топлив представляют собой природные образования, складируемые на поверхности, получаемые в процессе извлечения углей и горючих сланцев из недр (отвальные породы) за исключением относимых к попутным полезным ископаемым I группы и их обогащения (хвосты, шламы).

9.2. Различия в гранулометрическом и вещественном составе и свойствах пород, удаляемых при вскрытии и отработке месторождений

твердых топлив открытым способом, горной массы, извлекаемой на поверхность при проходке капитальных и подготовительных горных выработок при подземном способе разработки, определяют в целом изменчивый и нестабильный состав отходов добычи.

Отходы добычи углей (рис.1), обожженные в результате самовозгорания и длительного горения в отвалах попутно извлекаемых углей, в основном используются в дорожном строительстве и для планировки поверхности, необожженные слабоуглистые породы - для рекультивации земель и как закладочный материал. Необожженные повышенно углистые породы используются для получения вторичного топлива (углемойки, Халдекс) и как топливосодержащие добавки при производстве строительных материалов, а также могут быть утилизированы как топливо для сжигания в специальных установках (в кипящем слое, газификацией и др).

9.3. Отходы обогащения углей характеризуются более стабильным составом и свойствами, что расширяет возможности их использования в народном хозяйстве (рис.2). Этому способствуют:

- сосредоточение таких отходов на крупных по масштабу предприятиях в промышленно-освоенных районах;
- усреднение и, как следствие, относительное постоянство состава отходов каждой обогатительной фабрики, а также принципиальная возможность его регулирования на групповых обогатительных фабриках;
- равномерное распределение топливной составляющей;
- разнообразие химико-минералогического состава, обеспечивающее получение ряда ценных продуктов.

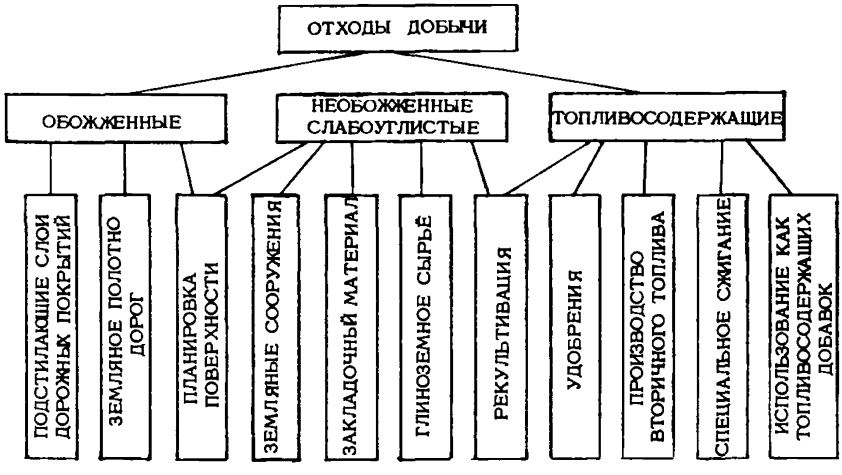

РИС. 1. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ УГЛЕЙ

Наиболее перспективными направлениями их утилизации являются использование в производстве строительной керамики, пористых заполнителей для легких бетонов (аглопорита), для дорожного строительства и как серосодержащего сырья (см.раздел 4). Для некоторых направлений использования имеются технические условия на поставку сырья (прил.8), для других разработаны рекомендации [6, 13, 30, 31].

9.4. В последние годы расширяется использование топливосодержащих отходов добычи и обогащения углей как энергетического и технологического топлива и органо-минерального сырья. Утилизация таких отходов осуществляется в следующих направлениях:

- производство вторичного топлива путем его сепарации из отходов (технологический процесс "Халдекс ВНР и ряд других технологических схем, освоенных в СССР);
- специальное сжигание высокозольных топливосодержащих отходов в энергетических целях с использованием минеральной части;
- использование как топливосодержащих добавок в различных энергосберегающих технологических процессах, преимущественно при производстве стройматериалов;
- для рекультивации почв (преимущественно отходы бурых углей).

9.5. В целях обоснования возможных и выбора наиболее рациональных направлений использования отходов добычи и обогащения углей Институтом горючих ископаемых Минуглепрома СССР разработана их классификация, которая рекомендуется для использования при разведках месторождений углей и проектировании угледобывающих предприятий (прил.7).

9.6. Отходы добычи и обогащения горючих сланцев в зависимости от их состава и свойств находят применение для производства щебня, в качестве карбонатного сырья для производства вяжущих (карбонатные породы Прибалтийского бассейна), аглопорита, термоизоляционных изделий (легкоплавкие глинистые породы Волжского сланцевого бассейна).

9.7. Требования к изучению и оценке запасов отходов добычи и обогащения углей регламентированы ГКЗ СССР (см.прил.9).

9.8. Возможность использования отходов добычи и обогащения твердых топлив изучается при ведении геологоразведочных работ путем:

- изучения состава и свойств пород основной и внутренней вскрыши, пород в разрезе угленосных (сланцесодержащих) толщ, в которых будут проходиться капитальные и подготовительные подземные выработки, а также пород ложной кровли и почвы, прослоев в угольных (сланцевых) пластах, извлекаемых совместно с углем (горючим сланцем);
- прогноза возможного состава и свойств отвальных пород;
- изучения и опробования отходов текущей добычи и имеющихся старых отвалов на разрабатываемых месторождениях [19];

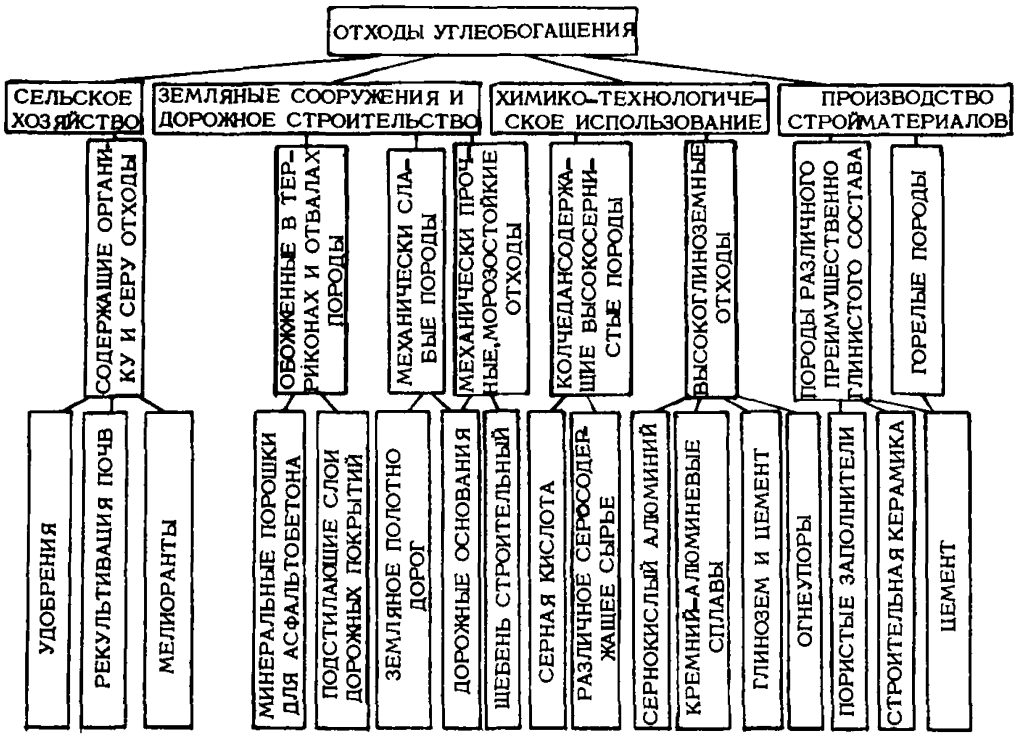

РИС. 2 . НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

- изучения баланса обогащения, состава и свойств хвостов обогащения при проведении технологических исследований на обогатимость углей вновь разведанных месторождений ; на разрабатываемых месторождениях - опробования хвостов обогащения, добываемых углей (горючих сланцев).

При наличии на месторождении (в угленосном районе) углесланцедобывающих предприятий, разрабатывающих те же угольные (сланцевые) пласты, обобщаются и анализируются результаты исследований и опыт использования отходов добычи, сортировки и обогащения добываемых углей (горючих сланцев), проводится их изучение, как аналогов.

По результатам проведенных исследований прогнозируются характер и выход отходов добычи, сортировки и обогащения на оцениваемом месторождении, возможный их состав и его стабильность, определяются направления использования отходов по соответствию их качества установленным требованиям.

9.9. Детальное изучение и оценка углеотходов производятся по специальным заданиям только для перспективных направлений их утилизации, при достаточной выдержанности состава и свойств сырья, обеспеченности запасами предприятия по переработке, с учетом его потребности в сырье на амортизационный срок. При количестве отходов, существенно превышающем потребность, их детальное изучение и оценка производятся в пределах потребности для наилучших с позиции утилизации углеотходов.

Программы изучения и оценки отходов углеобогащения составляются дифференцированно с учетом видов потребления, стадий изучения, способов обогащения и обеспечения получения показателей, необходимых для проектирования и сооружения предприятий по переработке углеотходов. Необходимым условием на этой стадии являются технологические испытания сырья в полузаводских условиях.

9.10. Ресурсы отходов для специальных направлений их использования (например, пригодных для извлечения углистого колчедана как серосодержащего сырья, в качестве сырья для производства глинозема, ферро- и кремний-алюминиевых сплавов, высококачественных огнеупоров и т.д.), для получения которых необходима селективная добыча, раздельная выдача и складирование и, как следствие, учет спецуглей в недрах, изучаются и оцениваются как попутные полезные ископаемые и ценные компоненты.

10. ОТХОДЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

10.1 Отходами энергетического использования твердых топлив являются золы и шлаки. Они образуются при полном окислении и прокаливании топлива и его минеральных компонентов при температурах

1100-1300°С. Выход и состав золы и шлаков зависят в основном от содержания и состава минеральных примесей и их плавкостных характеристик (в меньшей степени от золообразующих компонентов, находящихся в угле в органических соединениях), условий сжигания, систем улавливания и золоудаления. Золообразующие компоненты в зависимости от условий сжигания могут претерпевать различные изменения: иметь различную летучесть, образовывать различные минеральные формы в зависимости от температур и режимов сжигания и охлаждения, что отражается как на количестве, так и на составе золы. Зольная часть твердого топлива при сжигании выше температур плавления образует после охлаждения оплавленные крупнокусковые шлаки. При температурах сжигания ниже температур плавления в основном образуются дисперсные золы, крупность которых зависит от глубины помола (дробления) топлива, типов топок (слоевые, пылеугольные, факельно-слоевые, циклонные) и систем газоочистки. В процессе сжигания происходит дифференциация золообразующих компонентов между шлаком и золовыми уносами различной крупности с концентрацией легкоплавких компонентов в шлаке, тугоплавких, тонкодисперсных и летучих - в наиболее тонком уносе. Промышленные золы и шлаки в отличие от лабораторных содержат определенное количество невыгоревшей органики (недожог). Выход и состав зольных отходов в промышленных установках могут значительно отличаться от зольности и состава золы, определяемых в лабораторных условиях, что следует учитывать при оценках.

10.2. При оценке зольности и состава зол различают: внутреннюю золу, образованную за счет химически связанных с органическим веществом и находящихся в тонкодисперсном состоянии золообразующих компонентов; внешнюю золу, образованную за счет минеральных включений, породных прослоев и вмещающих пород, попадающих в товарный уголь при добыче. Первая практически не устраняется при обычном обогащении и может быть только частично удалена путем глубокого обогащения и кислотной деминерализацией; вторая может быть частично или полностью устранена при обогащении. Количество внутренней золы зольность легкой фракции колеблется от 2 до 10% (A^d). Состав внешней золы обычно соответствует составу вмещающих пород и в большинстве случаев является алюмосиликатным. Внутренняя зола по составу весьма разнообразна и часто отличается от внешней. Для бурых углей низких стадий углефикации она иногда имеет известковый состав, для каменных углей обычно алюмосиликатный, реже железистый и высокоглиноземный. В связи с различиями в составе внутренней и внешней золы общий состав золы закономерно изменяется с изменением зольности, что необходимо учитывать при оценке месторождений и поэтому давать оценку состава и плавкостных характеристик золы следует в виде графиков зависимости.

I0.3.Основные параметры золы, подлежащие о ц е н к е :

- содержание основных компонентов (ГОСТ I0538-72) - SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, TiO_2, Na_2O, K_2O, SO_3, ппп (потери при прокаливании). Содержания даются в расчете на оксиды для золы в целом и в пересчете на бессульфатную массу. Для промышленных зол и шлаков дополнительно оценивается "недожог";

- плавкостные характеристики золы (ГОСТ 2057-74): температуры начала деформации - t_I, размягчения - t_2 и начала жидкоплавкого состояния - t_3. Для топлив с легкоплавкой золой, сжигаемых в топках с жидким шлакоудалением, дополнительно подлежит определению вязкость зол в жидкоплавком состоянии;

- содержание углекислоты карбонатов (ГОСТ I3455-66, 7752-74) для топлив с $CO_2 > 2\%$.

Рассчитываются соотношения основных золообразующих компонентов (модули):

Силикатный модуль = $SiO_2/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$,

Глиноземный модуль = Al_2O_3/Fe_2O_3,

Кремневый модуль = Al_2O_3/SiO_2,

Гидравлический модуль = $CaO/(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3)$.

I0.4. Соответственно указанным в пункте I0.3 параметрам, золы подразделяются:

- по плавкостным характеристикам (t_3): на легкоплавкие - до I200°С, среднеплавкие - I200-I350°С, тугоплавкие - I350-I500°С и неплавкие - более I500°С;

- по химическому составу - соотношению $(Fe_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O):(SiO_2+Al_2O_3+TiO_2)$: на кислые (соотношение менее I) и основные (более I). К основным относятся золы горючих сланцев и некоторых малозольных бурых углей. Золы каменных углей относятся к кислым.

I0.5. Получаемые при сжигании твердых топлив золы и шлаки находят широкое применение преимущественно в промышленности строительных материалов (рис.3). Основные направления использования: производство цемента, в качестве инертных наполнителей для асфальтобетона и др., кирпичное производство, производство золошлаковых изделий. Легкоплавкие золы и шлаки находят применение для производства изделий из расплавов. Шлаки широко используются в качестве теплоизолирующих заполнителей и дорожного балласта. Имеются положительные

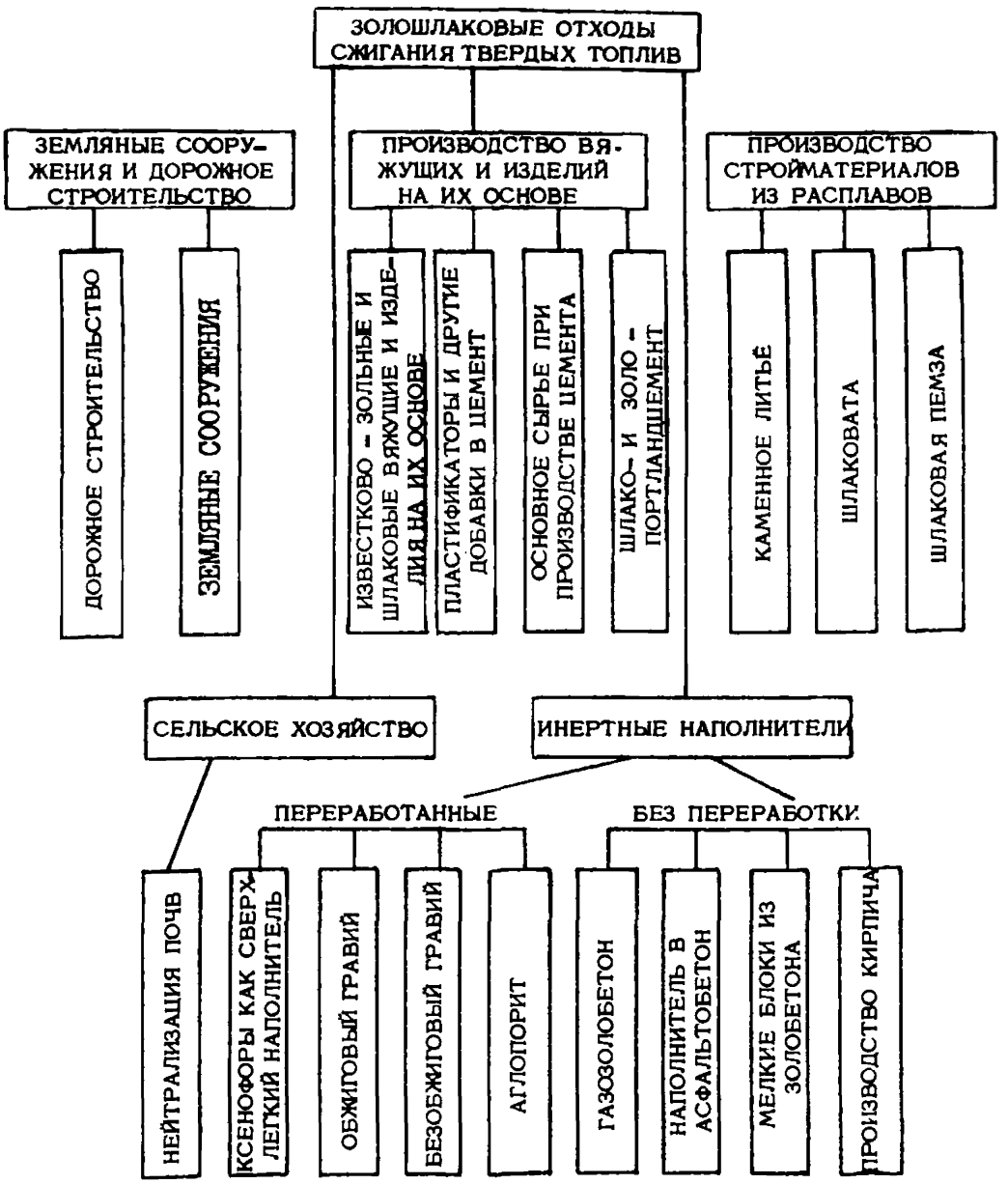

РИС. 3 . ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

результаты исследований по использованию высокоглиноземных зол для производства глинозема и глиноземцемента. Высококальциевые золы горючих сланцев используются для производства вяжущих и раскисления почв в сельском хозяйстве.

10.6. Оценка возможных направлений использования зол и шлаков осуществляется на основе требований промышленности или по аналогии с существующими технологическими процессами. Оценка соответствия качества зол этим требованиям производится в основном по параметрам, указанным в пунктах 10.3 и 10.4, на основе лабораторного испытания физико-механических свойств изделий, изготовленных с использованием зол и шлаков, а также опыта промышленного использования зол определенных типов. Специальные заводские и полузаводские технологические исследования применительно к топливам отдельных месторождений в задачи геологоразведочных работ не входят и выполняются при необходимости по специальным заданиям и индивидуальным программам.

10.7. Единых нормативов по качеству зол энергетических топлив как попутного сырья не создано. Качество используемых золошлаковых отходов регламентировано государственными стандартами и техническими условиями только для отдельных направлений использования (см. прил.1). Для большинства направлений оценка производится на основе нестандартизированных требований или путем испытания опытных образцов. Ориентировочно направления использования определяются следующими требованиями.

<u>В качестве потенциального комплексного сырья для получения глинозема и цемента</u> методом спекания трехкомпонентной шихты могут рассматриваться золы с содержанием более 35% Al_2O_3. Наличие в золах CaO и органики (недожога) повышает, а Fe_2O_3 снижает ценность зол в качестве глиноземного сырья.

<u>Для цементного производства</u> в качестве компонентов шихты вместо глинистой составляющей и добавок в цементный клинкер при его размоле может использоваться широкий диапазон зол, однако наиболее эффективно использование зол с высоким содержанием CaO или Al_2O_3.

<u>Для сельского хозяйства</u> (производство углетуков и для раскисления почв) могут использоваться известковистые золы с высоким содержанием CaO. Перспективными в этом отношении являются золы прибалтийских горючих сланцев, углей Канско-Ачинского бассейна и некоторых других буроугольных месторождений.

<u>Для производства зольного кирпича</u> без добавки извести пригодна зола, в которой содержания CaO превышает 10%.

<u>Для каменного литья</u> и производства шлаковаты, гранулированных шлаков и других изделий используются легкоплавкие золы.

10.8. Изучение золы и шлаков углей и горючих сланцев как отходов,

подлежащих утилизации, производится одновременно с изучением технологических свойств минеральной части топлива. Состав и свойства золы определяются по результатам опробования чистого угля. Оценка состава и свойств зол товарного угля осуществляется пересчетом по формулам, приведенным в прил. 5 (для показателей, изменяющихся аддитивно) или графически на основании эмпирически построенных графиков зависимости состава зол, температур плавления и других показателей от зольности или содержания породы. Состав, свойства и выход золы и шлаков при сжигании оцениваются для топок определенных типов по аналогии или введением коэффициентов.

II. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, КОМПОНЕНТОВ И ОТХОДОВ

II.I. Содержание разделов, излагающих результаты работ по изучению попутных полезных ископаемых и компонентов, а также отходов добычи, обогащения и переработки твердых топлив, зависит от назначения выполненных исследований, их детальности и промышленного значения оцениваемого сырья.

Результаты работ по полезным ископаемым и компонентам, не получившим промышленной оценки, излагаются в разделах отчета "Качество твердого топлива", "Прочие полезные ископаемые" и в специальных приложениях к отчету.

Результаты работ, содержащие промышленную оценку и подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, а также сопутствующих полезных ископаемых, имеющих самостоятельное значение, излагаются в специальных разделах комплексных отчетов, посвященных соответствующим видам сырья, оформляемых в виде отдельных томов или в виде самостоятельных отчетов.

II.2. Материалы по оценке запасов попутных полезных ископаемых оформляются и представляются на утверждение ГКЗ СССР (ТКЗ), как правило, одновременно с материалами по подсчету запасов твердого топлива.

Результаты специальных ревизионных работ, выполненных на ранее разведанных объектах с утвержденными запасами твердого топлива, могут оформляться и при необходимости представляться на утверждение ГКЗ СССР (ТКЗ) в виде самостоятельных отчетов.

II.3. В специальных разделах комплексных отчетов, посвященных оценке и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов, а также сопутствующих полезных ископаемых, имеющих самостоятельное значение, и основных полезных ископаемых комплексных месторождений должны быть освещены следующие вопросы:

- геологическое, горно-геологическое, технологическое и эконо-

мическое обоснование, положенное в основу оценки их балансовой принадлежности и произведенного подсчета запасов;

- методика и объем выполненных исследований по изучению попутного или сопутствующего сырья: технические средства, плотность сети замеров, наблюдений, опробования, объем выполненных исследований по специальным видам работ;

- методика опробования: способы отбора проб, их пространственное размещение, объем, оценка представительности, охват пластопересечений специальным опробованием;

- номенклатура, объем и методика аналитических работ, оценка их достоверности;

- методика и объем технологических исследований;

- характеристика морфологии тел попутного сырья, закономерностей его распределения на месторождении;

- генезис сопутствующих полезных ископаемых и компонентов;

- качество полезного ископаемого, содержание полезных компонентов, соответствие качества требованиям промышленности; закономерности изменения содержания полезных и вредных компонентов;

- условия разработки твердых топлив, содержащих полезные компоненты, и попутных полезных ископаемых;

- соответствие мощностей тел и особенностей их залегания принятой технологии разработки твердого топлива или удаления вскрышных пород; необходимость и целесообразность селективной выемки твердого топлива или каких-либо частей вскрышных пород;

- данные о потребности (конкретных потребителях) в сырье (попутных полезных ископаемых), степень ее удовлетворения;

- характер распределения попутных полезных компонентов, наличие зональности, корреляционных связей с вмещающими их полезными ископаемыми, наличие участков, обогащенных попутными компонентами, возможность и условия селективной выемки и переработки полезных ископаемых (пород) таких участков (частей пластов);

- баланс распределения полезных компонентов в твердом топливе: по минералам, промышленным (технологическим) типам и сортам, в продуктах их переработки;

- применяемые в промышленности и намечаемые к внедрению технологические схемы извлечения попутных полезных компонентов, рекомендуемые более рациональные и прогрессивные схемы;

- кондиции для подсчета запасов;

- подсчет запасов, его методика, результаты.

В систематизированном виде должны быть представлены таблицы основных и контрольных анализов проб на попутные полезные ископаемые и компоненты, средних показателей по месторождению, пластам, а при необходимости по блокам.

В сводных таблицах отражаются итоговые цифры подсчета запасов попутных полезных ископаемых и компонентов по промышленным типам

и сортам руд основного компонента, по категориям и группам запасов.

На графических материалах (планах, профилях и др.) должны быть показаны места отбора рядовых, групповых и технологических проб, полученные по ним данные о качестве попутных полезных ископаемых и компонентов, содержаниях полезных компонентов, контуры блоков, в пределах которых произведен подсчет запасов, средние значения по ним основных показателей.

П.4. Информация об отходах добычи, обогащения и использования твердых топлив и возможностях их утилизации в зависимости от выполненных исследований и полученных результатов излагается в разделах "Технологические исследования твердого топлива", "Сопутствующие полезные ископаемые" и в специальных заключениях, прилагаемых к отчетам. Материалы соответствующих разделов должны содержать сведения о прогнозируемом составе и выходе отходов: характер, объем, результаты выполненных специальных исследований, оценку качества, технологических свойств и возможных направлений утилизации отходов, соответствие их качества требованиям промышленности.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПЕРЕЧЕНЬ ГОСТОВ, НОРМИРУЮЩИХ КАЧЕСТВО И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ СОПУТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ, ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ ПО СОСТОЯНИЮ НА I.OI.86

	Сырье	Классификация сырья и изделий	Требования промышленности		Методы отбора проб и испытаний	
			к сырью	к изделиям	сырья	изделий
	I	2	3	4	5	6
ГЛИНИСТОЕ	Кирпичное	9I69-75 2295I-78	-	530-80 7484-78 8426-75	2I2I6-8I	6427-75 7025-78 8462-75
	Формовочное	3226-77	3226-77	-	3494-77	-
	Огнеупорное	I7630-72	2I287-75	39I0-75 390-83	2409-80 2642-8I	2642-8I 4069-69
		ОСТ I4-46-79		23037-78	4069-69	
	Каолины	-	6I37-60 I2500-77 I9285-73 I9607-74 I9608-84 2I286- -2I288-82	-	I6286-77 I6680-79 I9283-8I I9609-79 I9636-77	-
	Керамическое	9I69-75		6787-80	2I282-	6787-80
	Бентонит	-	7032-75	-	-2I284-75	I3996-84
	Каолин	2I286-82	2I286-82	I3996-84	7032-75 I9609-79	
	Керамзитовое	9757-83	25264-82	9759-83	25264-82	9758-77
	Аглопоритовое	9757-73	-	II99I-83	-	-

Таблица (окончание)

	Сырье	Классификация сырья и изделий	Требования промышленности		Методы отбора проб и испытаний	
			к сырью	к изделиям	сырья	изделий
	I	2	3	4	5	6
Песчано-гравийное	Строительное	8736-77	8736-77	-	8735-75	-
	Формовочное	2I38-84	2I38-84	-	2I89-82	23409-78
	Гравий	-	7394-77	-	6I39-78	-
			8268-82		7394-77	
			23735-79		8269-76	
	Полевошпатовое и кварц-полевошпатовое	23034-78	I345I-77		20544-75	-
			I5045-78		20543-75	
			7030-75			
	Стекольное	2255I-77	2255I-77		20545-75	
	Заполнители для тяжелого бетона	8736-77	I0268-80	I30I5-75	8269-76	I2730-78
					8735-75	22690-77
					22552-77	22690-77
Карбонатное	Для портландцемента	I0I78-76		I58I-78		3I0-76
				I0I78-76		5382-73
	Для глиноземцемента	-	-	969-77	-	9552-76
	Для цветных цементов	-	-	I5825-70	-	-
				965-78		
	Мел	-	-	I2085-73	2II38-75	
	Для производства строительной извести	2544-76		9I79-77		9I79-77
	Минеральные порошки для асфальтобетона			I6557-78	I2784-78	I2784-78

	1	2	3	4	5	6
Каменные строительные материалы	Камни штучные:	–	9479–84	4001–84	6427–75	23342–78
	стеновые, бортовые блоки, плиты и др.		15884–79	6666–81 9480–77 23342–78	7025–78 7076–78	8462–75 13087–81 22023–76
	Камень бутовый	–	–	22132–76	–	–
	Щебень	–	23845–79	7392–78 23254–78 8267–82 10268–80 10260–82	–	7392–78 8269–76
Золы, шлаки, отходы обогащения, горелые породы	Порошок минеральный для асфальтобетона	16557–78	16557–78	9128–84	10538–72 12784–78	12801–77
	Заполнители пористые, аглопорит и др.	9757–83	9757–83	11991–83	9758–77	12852–77
	Боксит	972–82	972–82	6912–74	14657–78	23201–78
	Германий	–	–	16154–70	10175–75	–
	Галлий	–	–	12797–77	12711–77	–
	Графит	17022–81	5279–74 5420–74 7478–75	4404–73 4596–75	13144–79 17818–75	– –

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ СОПУТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Таблица 2.I

Программы испытаний песков

Испытываемый параметр		Масса навесок для проб, г	Для всех направлений использования		Для бетона и строительных растворов		Для дорожного строительства	Для силикатного кирпича		Кварц-полевошпатовых для керамики и стекла	Формовочных		Стекольных	
			Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные		Сокращенные	Полные		Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные
I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Минералогический состав		25	–	x	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+
Гранулометрический состав		2000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Содержание частиц	глинистых и пылеватых	I000	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+
	глинистых	250	–	x	–	x	–	–	–	+	–	–	–	–
Химический состав	SiO_2, ппп		–	x	–	–	–	–	+	+	x	+	–	+
	Al_2O_3		–	–	–	–	–	–	–	+	–	x	–	+
	Fe_2O_3		–	x	–	–	–	–	–	+	x	x	+	+
	CaO, MgO	200	–	x	–	–	–	–	–	+	x	x	–	+
	K_2O, Na_2O		–	–	–	–	–	–	+	+	–	x	–	+
	Cr_2O_3, TiO_2		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
	S сульфидная		–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	SO_3		–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–

Таблица 2.I Программы испытаний песков

I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Физические и физико-химические исследования	Насыпная масса	5000	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
	Реакционная способность		–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
	Органические примеси	250	–	+	+	+	–	–	+	–	–	+	–	+
	Коэффициент фильтрации		–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	Прочностные свойства при оптимальном увлажнении	I000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–
	Газопроницаемость	500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–
	Удельная поверхность	300	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–
	Огнеупорность		–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–
Обогащение сырья			–	–	–	x	–	–	–	x	–	–	+	+
Технологические исследования с изготовлением и испытанием лабораторных образцов			–	–	–	x	–	–	x	–	–	–	–	–

Примечание:

В табл.2.I–2.5 приведены рекомендуемые программы испытания песков, песчано-гравийных пород, глинистого, карбонатоного сырья, каменных строительных материалов в целях их оценки как сопутствующих твердым топливам полезных ископаемых. В таблицах выделены программы: сокращенные – для испытания массовых проб, полные – для испытаний по опорным разрезам и групповым пробам. Испытания по полным программам производятся для сопутствующих полезных ископаемых, потребность в которых установлена. Ориентировочный объем исследований – I0–I5% общего числа рядовых проб, испытания проводятся + – по всем пробам; x – факультативно и при наличии мешающих компонентов; – не производятся. ГОСТ, нормирующие методы испытания, приведены в прил.I.

Таблица 2.2

Программы испытаний гравия, галечников и щебня

Испытываемый параметр	Для всех направлений использования		Для тяжелого бетона		Балласт		Наполнитель в асфальтобетон
	Сокращенные	Полные	Гравий	Щебень	для автодорог	для железных дорог	
Минералого-петрографический состав	–	+	+	+	+	+	–
Гранулометрический состав	+	+	+	+	+	+	+
Содержание: пылеватых и глинистых примесей	–	+	+	+	+	+	+
зерен лещадной и игловатой форм	–	–	+	+	–	–	+
зерен слабых пород	–	–	+	+	–	x	+
органических примесей	–	–	+	x		–	–
Насыпная плотность и пустотность	–	–	+	+	+	+	+
Плотность зерен или камня	+	+	+	+	–	–	–
Реакционная способность	–	–	x	x	–	–	–
Морозостойкость*	–	x	x	x	x	x	x
Водопоглощение	+	x	+	+	x	+	+
Дробимость при сжатии в цилиндре	–	+	+	+	+	+	+
Испытания: на износ в полочном барабане	–	–	x	–	x	–	+
на удар в копре ПМ	–	–	x	–	–	x	+
Коэффициент фильтрации	–	–	–	–	x	–	–
Содержание водорастворимых солей	–	–	–	–	–	–	+

* Испытания на морозостойкость при водопоглощении менее I,5% могут не производиться.

Таблица 2.3

Программы испытаний глинистых пород

Испытываемый параметр	Масса проб, т	Для всех направлений использования		Огнеупорных и тугоплавких		Для тонкой керамики				Для бентонитов	Для грубой керамики		Формовочных		Для кирпича		Для керамзита и аглопорита		Для портландцемента		Для каолинов как наполнителей	
						Каолины		Пластичные															
		Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные		Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23
Минералогический состав	50	–	x	–	x	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Механический анализ																						
Сидементационный методом пипетки	I0	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Отмывка на ситах 0056 или 0063	I00	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–
Состав песчаной фракции	I00	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Содержание крупных включений	2000	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–
Содержание глинистой составляющей		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–
Химический состав:																						
SiO_2, Al_2O_3		–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
TiO_2		–	+	–	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fe_2O_3		–	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
CaO, MgO	200	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SO_3		–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 2.3 (окончание)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23
$S_{сульф.}$		–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Na_2O и K_2O		–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
ППП		–	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–
CO_2 карбонатов		–	+	–	–	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Физические и физико-химические свойства																						
Показатель адсорбции		–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	x	–	–	–	x	–	+	–	–	–	–
Коллоидальность, бентонитовое число, набухаемость	I0	–	+	–	–	–	x	–	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x
Пластичность	I00	+	+	+	+	–	+	–	+	–	–	x	–	+	–	+	–	+	–	–	–	+
Связующая способность	200	–	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+
Размокаемость		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+	–	–	+	+	–	+
Сумма обменных катионов	I00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–
Белизна глин или черепка		–	x	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Активная щелочность	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Содержание растворимых солей	20	–	–	–	+	+	–	+	+	+	–	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Усадка при сушке	500	–	–	–	+	+	–	+	–	x	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+	–
Порог структурообразования	500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Термические испытания																						
Огнеупорность		+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–
Спекаемость	3000	+	+	–	+	+	+	+	–	x	–	+	–	+	–	+	–	–	+	–	+	–
Коэффициент вспучивания		–	x	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Огневые испытания		+	+	+	–	+	–	+	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	+	+	+	+
Лабораторные технологические исследования с изготовлением и испытанием образцов		–	–	–	x	+	–	+	+	+	–	+	–	+	–	+	–	–	+	–	+	+

Таблица 2.4

Программы испытаний карбонатного сырья

Испытываемый параметр	Для всех направлений использования		Для цемента		Строительная известь		Для металлургии (флюсы)		Для стекольной промышленности	Для химической промышленности	Для сахарной промышленности	Минеральные порошки для асфальтобетона
	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные	Сокращенные	Полные				
Макроскопическое описание	–	+	–	+	–	+	–	+	+	–	–	–
Химический состав: CaO, MgO	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3	–	+	–	+	–	+	–	+	+	+	+	
P_2O_5	–	X	–	X	–	–	X	+	–	–	–	–
SO_3	–	+	–	+	–	+	X	+	–	–	+	–
TiO_2	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
Mn_3O_4, Cr_2O_3	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
$K_2O + Na_2O$	–	–	–	X	–	+	–	–	–	–	+	–
ППП	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–
Нерастворимый остаток	+	–	+	–	+	–	–	–	–	–		+
Кажущаяся плотность	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Временное сопротивление сжатию	–	+	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–
Технологические испытания	–	–	–	X	–	X	–	–	–	–	–	–

Таблица 2.5

Программы испытаний каменных строительных материалов *

Испытываемый параметр	Для всех направлений использования		Для камней штучных			Для камней рваных
			стеновых	декоративных	брусчатка, тротуарные плиты	
	Сокращенные	Полные	Полные программы			
Минералого-петрографическое описание	–	+	+	+	+	+
Плотность и объемная масса	+	+	+	+	+	+
Водопоглощение	+	+	+	+	+	+
Морозостойкость **	–	+	+	+	+	+
Временное сопротивление сжатию в состояниях:						
сухом	–	+	+	+	+	+
водонасыщенном	+	+	+	–	–	+
после замораживания	–	+	+	–	–	+
Сопротивление истиранию по Дори	–	–	–	–	+	–
Выход товарного камня	–	–	–	–	–	+
Коэффициент теплопроводности	–	–	+	–	–	–
Оценка декоративности	–	–	–	+	–	–
Влажность	–	–	+	–	–	–

* Испытания щебня из скальных пород проводятся по программам для гравия и щебня.

** При водопоглощении менее 1,5% испытания на морозостойкость не обязательны.

СРЕДНИЕ (ФОНОВЫЕ) СОДЕРЖАНИЯ "МАЛЫХ" ЭЛЕМЕНТОВ В УГЛЯХ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦАХ СССР

В настоящем приложении приведены средние (фоновые) содержания малых элементов в углях и горючих сланцах основных бассейнов СССР, земной коре и осадочных породах. Содержания даны в г/т сухого топлива или породы. Региональный фон предназначен для оценки степени обогащения малыми элементами углей и горючих сланцев изучаемых объектов. Для элементов, отсутствующих в таблице вследствие недостаточности информации для расчета регионального фона, рекомендуется пользоваться данными о среднем содержании в углях (горючих сланцах), рекомендуемые значения которых, приведены ниже (в г/т сухого угля):

Элемент		Среднее содержание	
		в углях	в горючих сланцах
9	Фтор	100 (?)	-
15	Фосфор	100	5000
17	Хлор	150 (?)	-
34	Селен	5 (?)	-
35	Бром	5 (?)	-
37	Рубидий	17	30
48	Кадмий	0,5	10 (?)
49	Индий	0,02	-
51	Сурьма	2 (?)	10 (?)
53	Йод	5 (?)	-
55	Цезий	1,5	30
72	Гафний	0,5	-
73	Тантал	0,2	-
75	Рений	0,06	2
79	Золото	0,01	0,03
81	Таллий	0,5	-
83	Висмут	0,2 (?)	1 (?)
92	Уран	2 (?)	-

Средние (фоновые) содержания малых элементов в твердых топливах, г/т сухого топлива

Регион и бассейн	Возраст	Марка угля	3 Li	4 Be	5 B	21 Sc
I	2	3	4	5	6	7
Земная кора	–	–	20	2,8	10	22
Осадочные породы						
песчаные	–	–	15	0,x	35	1
глинистые	–	–	66	3	100	1,3
карбонатные	–	–	5	0,x	20	1
Чувствительность анализов						
полуколичественных спектральных	–	–	30	1	–	30
специальных количественных	–	–	1	1	0,3	5
Т О Р Ф С С С Р	–	–	–	0,9	5	0,3
У Г Л И С С С Р	–	Все	6	2,5	80	1,8
Европейская часть						
Львовско-Волынский	C_1	Д,Г	–	2	–	–
Донецкий	C_1-C_3	Б3-А	–	3	–	2
Днепровский	P	Б1	–	0,4	–	0,3
Подмосковный	C_1	Б2	–	3,7	–	4,5
Печорский	P	Б3-Ж	–	1,5	–	3,9
Месторождения Закавказья		Б3-Г	–	2,1	–	7,6
Урал						
Кизеловский	C_1	Д-К	–	3,9	–	3,8
Челябинский	T	Б3	–	2,6	–	8
Южно-Уральский	P	Б1	–	0,8	–	1,4
Северо-Сосьвинский	J	Б2	–	1,0	320	6
Казахстан						
Майкюбенский	J	Б3	–	2,1	–	6
Карагандинский	C_1	Кам.	–	1,7	–	4,0
Экибастузский	C_1	СС	–	0,8	–	2,4
Сибирь						
Кузнецкий	C_1-P_2	Кам.	–	0,9	–	1,0
Минусинский	C_1	Д-Г	–	1,0	–	2,9
Канско-Ачинский	J	Б2	–	0,8	14	0,1
Иркутский	J	Б3-Г	–	1,8	–	0,5
Месторождения Забайкалья	J-K	Б2	–	1,8	–	1,0
Южно-Якутский		Г-К	–	2,3	–	25
Хабаровский край и Амурская область	P	Б	–	–	22	–

22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	3I Ga	32 Ge	33 As
8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
5700	I35	I00	950	25	75	55	70	I5	I,5	I,8
I500	20	35	x°I0	0,3	2	x	I6	I2	8	I
4600	I30	90	850	I9	68	45	95	I9	I,6	I3
400	20	II	II00	0,I	20	4	20	4	0,2	I
I0	5	30	I0	I0	I0	I	I00	I0	I	I00
I0	5	30	I0	5	5	5	5	I	0,5	I
250	I7	7	220	2,6	5	7	I6	2,8	0,I	-
I600	30	I8	I50	5	I0	I0	35	I0	I,5	25
780	25	8	60	6	9	24	I	8	5	I5
500	30	I5	-	7	20	I0	30	I2	3	80
I480	27	76	45	5	I0	5,3	0	I2	0,7	I0
I350	27	9	30	5	2I	9,5	I70	I7	I,4	-
920	28	I6	64	6	I7	5,6	I6	I3	I,0	9
I230	92	7	60	6	8	28,8	87	I8	I,5	-
I480	23	I2	I4	9	I6	33,9	285	I6	2	8
I560	55	26	230	5	I6	I5,3	48	I2	0,I	-
700	I8	40	32	I	7	2,4	5	8	0,7	-
I296	79	46	9I	8	I6	I9	5	8,6	8,6	7
500	2I	27		6	6	5	2	6	I,0	-
I250	26	3	63	2	I7,0	37	I3	0,2	0,2	6
3600	48	0	470	2	II	2I,8	I8I	27	0,0	-
370	8	2	-	3	6	2,4	I3	6	0,3	50
600	I4	6	I00	6	20	5,0	23	7	4,7	-
280	2	3	200	2	3	3,3	I5	2	0,5	5
300	6	I	40	2	6	3,9	33	I0	3,0	I6
600	I0	5	200	2	7	6,2	22	7	0,9	-
550	I4	2	277	2	4	4,7	I9	I0	0,6	2,5
500	I6	7	-	5	7	I0	8	5	-	-

Таблица (продолжение)

Регион и бассейн	Возраст	Марки угля	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb
I	2	3	I9	20	2I	22
Земная кора	-	-	375	33	I65	20
Осадочные породы						
песчаные	-	-	20	40	220	0,0х
глинистые	-	-	300	26	I60	II
карбонатные	-	-	6I0	30	I9	0,3
Чувствительность анализов						
полуколичественных спектральных	-	-	I0	I0	I0	70
специальных количественных	-	-	I0	I0	I0	5
Т О Р Ф			50	2,7	I5	-
УГЛИ С С С Р			80	I0	50	I,2
Европейская часть						
Львовско-Волынский	C_I	Д,Г	-	I	I5	
Донецкий	C_I-C_3	БЗ-А	-	5	I5	0,04
Днепровский	P	БI	-	4	I50	I,0
Подмосковный	C_I	Б2	-	I8	II6	2,3
Печорский	P	БЗ-Ж	-	5	28	0,4
Месторождения Закавказья	J	БЗ-Г	-	5	42	0
Урал						
Кизеловский	C_I	Д-К	-	II	I07	9,9
Челябинский	T	БЗ	-	5	34	0,I
Южно-Уральский	P	БI	-	I	30	I,8
Северо-Сосьвинский	J	Б2	62	I2	56	I4
Казахстан						
Майкюбенский	J	БЗ	-	6	20	0,5
Карагандинский	C_I	Кам.	-	4	26	-
Экибастузский	C_I	СС	-	22	85	-
Сибирь						
Кузнецкий	C_I-P_2	Кам.	-	-3	25	0,8
Минусинский	C_I	Д-Г	-	3	58	0,2
Канско-Ачинский	J	Б2	I20	3	I4	0,2
Иркутский	J	Д-Г	-	6	36	0
Месторождения Забайкалья	J-K	Б2	-	4	28	0,3
Южно-Якутский		Г-Ж	-	2	I04	5,8
Хабаровский край и Амурская область		Б	-	-	-	-

42 Mo	47 Ag	50 Sn	56 Ba	57 La	58 Ce	70 Yb	74 W	80 Hg	82 Pb
23	24	25	26	27	28	29	30	3I	32
I,5	0,07	2	425	30	60	3	I,5	0,08	I2,5
0,2	0,0x	0,x	x·I0	30	92	4	I,6	0,03	7
2,6	0,07	6	580	92	59	2,6	I,8	0,4	20
0,4	x·0,0I	0,x	I0	x	II,5	0,5	0,6	0,04	9
5	0,I	7	I00	I00	I000	3	I0	-	I0
I	0,0I	2	30	50	-	-	0,5	0,05	5
0,9	0,I	0,6	70	0,2	-	0,2	-	-	I,8
2	0,I	I	I50	I,5	-	0,9	I,5	0,05	I5
7,5	-	I,I	-	-	-	-	-	0,006	0
3	0,4	I,5	-	0,I	-	-	-	0,02	I0
2,9	-	0,9	-	0,8	-	-	-	0,003	-
2,I	0,6	2,3	-	6,3	-	-	-	0,004	27
2,I	-	0,7	-	5,4	-	-	-	0,005	5
2,3	0,4	0	-	-	-	-	-	-	9
I,9	0,2	0,6	-	-	-	-	-	-	II
2,6	0,0	0,3	-	-	-	-	-	0,006	4
0,7	0,6	I,6	-	-	-	-	-	0,03?	2
I,4	0,8	2,3	I64	29	39	I,4	8,3	-	3
-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	3
I,8	0,I	0,I	-	-	-	-	-	0,005	4
3,3	I,7	0	-	-	-	-	-	0,0I	I4
I,0	0,0	0,7	-	I,8	-	-	-	0,03	5
I,7	0,2	0,3	-	I,7	-	-	-	-	3
0,4	0,00I	D,4	I40	2,0	-	0,3	-	0,I	2
I,3	0,0	6,I	-	0,2	-	-	-	-	6
5,6	0,4	2,0	-	I,8	-	-	-	0,03	5
2,5	-	0,I	-	5,2	-	-	-	-	20
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица (продолжение)

Регион и бассейн	Возраст	Марка угля	3 Li	4 Be	5 B	21 Sc
I	2	3	4	5	6	7
Приморье						
Все месторождения	P-N	Б	-	I,4	40	I,I
Партизанский	K	Г-Т	-	I,6	75	2,3
Угловской	P	Б3	-	I,5	65	2,5
Месторождения о-ва Сахалин	P-N	Б-кам.	-	0,I	-	0,3
Северные и восточные р-ны СССР						
Зырянский	K	-	-	-	6	-
Галимовский	K	-	-	-	20	-
Анадырская у.п.					37	-
Камчатка	N	-	-	-	33	-
Средняя Азия						
Все месторождения	J	Б2-Б3	-	I,3	I00	-
Южно-Ферганский	J	Б3	-	4	3	-
Узгенский	J	Кам.	4	3	-	-
Кавакский	J	Б2	I	6	-	-
Ю.Иссык-Кульский	J	Б2	-	2	-	-
ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СССР			I0	0,I	50	I
Прибалтийский бассейн (кукерситы)	O	-	-	0	-	8
Волжско-Печорская провинция	J	-	-	0	-	5
У С С Р						
Менилитовые сланцы	P	-	-	-	-	-
Болтышское месторождение	P	-	-	-	-	-
Новодмитриевское месторождение	P	-	-	-	-	-
Белорусская ССР	Д	-	7	I	-	I
Средняя Азия и Казахстан						
Байсунское	P	-	-	20(?)	-	-
Сузакское	P	-	30	-	-	-
Кендерлыкское	C	-		I	-	30

22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
500	25	12	80	5	7	21	14	12	1,1	10
800	29	20	-	8	10	24	15	12	1,1	-
700	25	6	50	5	6	20	5	13	0,6	-
330	10	3	-	1	4	2,9	30	3	0,1	7
300	15	2	-	5	4	14	9	2	-	-
600	24	13	-	5	10	13	15	8	-	-
200	12	11	-	2	4	5	1	2	-	10
325	45	2	-	1	1	26	11	4	-	-
700	27	10	90	4	14	10	70	7	2,0	-
760	85	47	160	5	25	18	80	-	2,0	17
280	20	20	-	3	10	33	130	-	2,0	-
540	20	10	-	12	19	8	40	-	3,0	-
150	6	10	-	6	6	-	10	-	2,0	-
1500	100	50	500	10	20	10	30	10	1,5	30
500	30	30	-	5	10	10	75	10	1,2	20
3000	150	50	-	20	50	50	150	10	2	-
-	200	100	-	20	50	170	300	-	-	-
-	50	60	-	8	20	50	50	15	-	-
-	100(?)	100	-	10	70(?)	50	40	6	-	-
3000	50	50	500	10	30	10	10	7	0,11	-
500	2900	200	-	120	1200	50	60	30	-	-
-	1500	160	-	30	1000	120	400	30	5	-
10(?)	5	30	-	10	10	1	100	10	1	-

Таблица (окончание)

Регион и бассейн	Возраст	Марка угля	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb
I	2	3	I9	20	2I	22
Приморье						
Все месторождения	P-N	Б	28	I0	32	2,2
Партизанский	K	Г-Т	-	3	36	0
Угловской	P	БЗ	-	5	35	0
Месторождения о-ва Сахалин	P	БЗ-Г	-	2	I2	-
Северо-восточные р-ны СССР						
Зырянский	K	Д-Ж	-	-	-	-
Галимовское	K	Т	-	-	-	-
Анадырская у.п.	P	Б	-	-	—	-
Камчатка	J	Б	-	-	-	-
Средняя Азия						
Все месторождения	J	Б2-БЗ	50	6	32	0,7
Южно-Ферганский	J	БЗ	I72	8	I6	0,I
Узгенский	J	Кам.		5	I2	0,2
Кавакский	J	Б2		I7	2I	0,4
Ю.Иссык-Кульский	J	Б2		4	4	
ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СССР						
Прибалтийский бассейн (кукерситы)	O		-	5	30	-
Волжско-Печорская провинция	J		-	5	50	-
УССР						
Менилитовые сланцы Карпат			-	-	-	-
Болтышское месторождение	P		-	-	-	—
Новодмитровское месторождение	P		-	-	-	-
Белорусская ССР	Д		70	I0	20	I
Средняя Азия и Казахстан						
Байсунское	P		-	30	50	-
Сузакские	P		-	-	-	-
Кендерлыкское	C		-	-	-	-

Примечание.

00; 0 - содержание ниже предела чувствительности анализов;

(?) - малодостоверные значения фона; - нет данных;

42 MO	47 Ag	50 Sn	56 Ba	57 La	58 Ce	70 Yb	74 W	80 Hg	82 Pb
23	24	25	26	27	28	29	30	3I	32
0,9	0,0I	0,7	57	7,9	-	I,2	I,2	-	6
I,I	0,02	0,9	-	3,2	-	-	-	-	6
0,9	0,02	0,I	90	-	-	-	-	-	I0
0,2	0,0	0,9	-	-	-	-	0	-	2
-	0,0I	0,5	-	-	-	-	-	-	I
-	0,02	I	-	-	-	-	-	-	2
-	0,02	0,4	-	-	-	-	-	-	I
-	0,0I	0,4	-	-	-	-	-	-	2
3,7	0,8	I,4		3,7					I6
3	0,6	0,5	3074	7		3	0,I		I9
2	0,3	2		5		I	0		83
4I	0,I	0,5		8	22	2	0		9
2	0,I	0,3				2	0,I		
50	0,2	5	I00	5	-	-	-	0,2	I0
I2	0,5	5	-	50	-	-	-	0,4	I0
60	0,2	5	-	-	-	-	-	0,4	40
I0	0,5	6	-	-	-	-	-	-	70
I,5	-	I0	-	-	-	-	-	-	40
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,I(?)	3	70	0,I	50	3	7	I	30
I800(?)	-	-	-	-	-	-	-	-	30
I200(?)	5(?)	6	-	-	-	-	I,7	-	50
-	-								

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПРОБОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ НА "МАЛЫЕ" ЭЛЕМЕНТЫ

Таблица 4.I.

Рекомендуемые мощности опробуемых пачек угля при отборе рядовых дифференциальных углехимических проб

Группировка пластов по мощности	Предельная мощность пачек, подлежащих дифференциальному опробованию		
	Максимальная при строении пласта		Минимальная
	однородном	неоднородном	
Подземные разработки			
Мощные, более 3,5	I,0	0,5	0,3
Средней мощности, I,3–3,5	0,7	0,5	0,2
Тонкие, до I,3	0,5	0,5	0,2
Открытые разработки			
Сверхмощные, более I5	5,0	2,0	I,5
Мощные, 3,5–I5	2,0	I,5	I,0
Средней мощности, 3,5–I,3	I,3	0,7	0,5
Тонкие, до I,3	На полную мощн.	0,5	0,2

Таблица 4.2

Рекомендуемые интервалы специального дифференциального опробования углей на малые элементы (применительно к поискам и разведке германиеносных углей), м

Группировка пластов по мощности	При изучении закономерностей распределения малых элементов		Рядовое опробование**			
	Приконтактовые интервалы*	Остальная часть пласта	Минимальная мощность опробуемых пачек	Максимальная мощность индивидуально опробуемых пачек		
				На стадии поисковой и предварительной разведок	На стадии детальной разведки при оруденении	
					на всю мощность пласта	отдельных пластов
1	2	3	4	5	6	7
	Подземная разработка					
Мощные, более 3,5	0,2	0,5	0,3	0,5	I,0	0,5
Средней мощности, 3,5–I,3	0,2	0,5	0,3	0,5	I,0	0,5
Тонкие, I,3–0,6	0,I	0,2	0,2	0,3	на полную мощность	0,3
Весьма тонкие, до 0,6	0,05	0,I	–	на полную мощность		
	Открытая разработка					
Особо мощные, более I5	0,2	I,0	I,0	I,0	2,0	I,0
Мощные, I5–3,5	0,2	0,5	0,5	I,0	I,5	I,0
Средней мощности, 3,5–I,3	0,2	0,5	0,3	0,5	на полную мощность	0,5
Тонкие, I,3–I,0	0,I	0,2	0,2	0,5	на полную мощность	0,5
Весьма тонкие, до I,0	0,05	0,I	–	на полную мощность		

* В тонких и особо тонких пластах в приконтактовых частях отбирается по I пробе, в остальных – по 2.

** Опробование осуществляется по литологическим разностям. При однородном строении пласта мощность опробованных пачек не должна превышать максимального предела (графы 5–7). При чередовании тонких прослоев мощностью менее нижнего предела (графа 4), отдельные тонкие прослои могут объединяться в одну пробу.

Таблица 4.3

Рекомендуемые величины надежных масс проб угля

Характер распределения золообразующих компонентов в угольных пробах			Надежные массы проб, кг					
			Большевесные пробы				Лабораторные пробы	
Тип распределения	Размах колебания зольности в зернах пробы, абс.% R	Дисперсия зольности в зернах	- 25мм	-I3мм	-I0 мм	- 6мм	-3 мм	-Iмм
I. Весьма равномерное	до I5	до 25	3	0,6	0,3	0,I	0,02	0,00I
2. Равномерное	I5-25	25-65	8	I,5	I,0	0,3	0,04	0,002
3. Относительно равномерное	25-30	65-I00	I2	2,4	I,4	0,4	0,06	0,003
4. Относительно неравномерное	30-45	I00-225	28	5,0	3,0	I,0	0,I5	0,005
5. Неравномерное	45-60	225-400	50	I0,0	6,0	I,6	0,25	0,008
6. Весьма неравномерное	> 60	> 400	80	I5,0	9,0	2,5	0,40	0,0I5

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ "МАЛЫХ" ЭЛЕМЕНТОВ В ТВЕРДЫХ ТОПЛИВАХ И ВМЕЩАЮЩИХ ИХ ПОРОДАХ

Малые элементы содержатся в углях и горючих сланцах в количестве I-0,00000I% и обычно выражаются в процентах по массе (%) или граммах на тонну (г/т). Данные даются в расчете на элемент или окислы и относятся к абсолютно сухой массе угля или горючего сланца или к их золе. Иногда значения содержаний выражаются в промилях (‰), граммах на литр (г/л), миллиграммах на литр(мг/л), гаммах на литр (γ/л), гаммах на грамм (γ/г) или метр кубический (γ/м^3), микрограммах на грамм (мкг/г, г/г). В зарубежной литературе содержания иногда выражаются в частях на миллион - р.р.м. Численное выражение содержаний, выраженных в г/т, γ/г, мг/л, мкг/г, р.р.м. одинаково (г/т = γ/г=мл/л=мкг/г=р.р.м.). Взаимоотношения между отдельными единицами приведены в таблице 5.I.

Таблица 5.I Соотношения между различными единицами содержания малых элементов в твердых топливах и продуктах их переработки

Единица измерения	Значение коэффициента для пересчета				
	в %	в г/т, γ/г, мкг/литр,	в г/л	в γ/л	в γ/м^3
%	I	10^4	10	10^7	10^{10}
г/т	10^{-4}	I	10^{-3}	10^3	10^6
г/л	10^{-1}	10^3	I	10^6	10^9
γ/л	10^{-7}	10^{-3}	10^{-6}	I	10^3
γ/м^3	10^{-10}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-3}	I

В большинстве случаев содержания даются в единицах массы в расчете на сухое топливо или его золу, при необходимости пересчитываются по формуле (см.табл.5.2.) При геохимических исследованиях данные иногда пересчитываются в атомные проценты.

Применяемые методы анализа по точности подразделяются на полуколичественные, приближенно-количественные и количественные.

Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов в соответствии с ОСТ 4I-08-2I2-82.

Для определения содержаний малых количеств элементов, содержащихся в твердых топливах, используются методы: фотометрические (колориметрические), объемные (титрометрические), эмиссионные спектральные, атомно-абсорбционные, фотометрии и спектрофотометрии пламени, радиометрические, активационные, рентгенорадиометрические, фотонейтронные, нейтронно-абсорбционные, рентгено-спектральные. Применение тех или иных методов зависит от наличия аппатуры,

уровня концентрации элементов, требуемой чувствительности и точности определений, наличия мешающих элементов. В СССР для полуколичественного и приближенно-количественного определения содержания малых элементов в твердых топливах в основном используются различные модификации эмиссионного спектрального анализа с расшифровкой спектра на 30–45 элементов; для количественных определений – различные колориметрические, в меньшей степени эмиссионные спектральные количественные методы.

Весьма перспективны высокопроизводительные, высокочувствительные и высокоточные атомно-абсорбционные и рентгено-спектральные методы анализов. Количественные методы определения отдельных элементов перечислены в табл.5.4. Требования к достоверности определения малых элементов в минеральном сырье для рядовых количественных анализов приведены в табл.6.7. Основные принципы указанных методов приведены ниже.

Озоление проб. При большинстве анализов исследования производятся после разложения органических соединений путем озоления, окисления, спекания или сплавления. Наиболее распространен метод озоления навесок угля, при котором часто имеют место потери легколетучих элементов. Ряд элементов, такие как селен, ртуть, бром, сурьма и некоторые другие, даже при низкотемпературном озолении теряются почти полностью, и проведение анализов зол углей на эти элементы практически бесполезно. Другие элементы при обычных режимах озоления (800°) теряются частично, а при применении специальных режимов и методов озоления могут быть переведены в золу почти полностью или с небольшими потерями. Основными мероприятиями в этом направлении являются снижение температуры озоления, обеспечение избытка кислорода с целью перевода соединений элементов в менее летучие оксидные формы, медленный нагрев проб. Изучение потерь при озолении углей, проведенное в СССР и США /59/ показало, что при высокотемпературном озолении ($700–800^{o}C$) существенны потери молибдена, никеля, титана, свинца, ванадия, хрома, бериллия, меди, бора, марганца. При температурах до $500^{o}C$ существенны потери свинца, марганца, ванадия.

В настоящее время озоление твердых топлив для массовых анализов осуществляется помещением проб в холодный муфель и медленным нагревом в течение 2 ч до температуры 550° и последующим нагревом в течение 5 ч при температуре 600 ± 25° и свободной циркуляции воздуха в муфеле. Методика разработана применительно к сохранению в золе германия и менее летучих элементов, достаточно надежна в отношении германия, однако при озолении малозольных углей (концентратов) даже при таком режиме могут быть существенные потери германия. ИСО рекомендована температура озоления до 500С.

В целях уменьшения потерь, а также перевода в золу более лету-

чих элементов отдельными исследователями применяются: озоление с использованием окислителей и буферных смесей (нитраты и оксиды кальция и магния); спекание угля с содой, смесью Эшка, перекисью натрия и др.; мокрое сжигание серной кислотой и др. Однако большинство этих методов весьма трудоемки, неприемлемы для массовых анализов и используются при экспериментальных, методических и контрольных исследованиях.

Эмиссионный спектральный анализ основывается на эмпирически устанавливаемой зависимости между концентрацией элемента и интенсивностью или появлением спектральных линий этого элемента, устанавливаемых визуально, фотоэлектрическим или фотографическим способом регистрации интенсивности линий. Для изучения содержания малых элементов в углях применяется эмиссионный спектральный анализ, обеспечивающий высокую чувствительность определения большинства элементов (10^{-2}-10^{-4}), возможность одновременного определения нескольких элементов по весьма малым навескам (0,03 г), значительно меньшую трудоемкость определения по сравнению с другими методами, особенно при массовых анализах. Существенным недостатком спектральных методов является зависимость результатов анализа от общего состава пробы, более низкая точность (воспроизводимость) анализов при высоком уровне содержаний, и, как следствие, необходимость контроля результатов другими методами. В связи с этим спектральный анализ незаменим при массовых полуколичественных определениях. При количественных анализах часто предпочтительнее оказываются другие методы. Спектральные анализы углей на малые элементы выполняются преимущественно на спектрографах средней дисперсии (ИСП-28, ИСП-30), реже на дифракционных спектрографах (ДФС-8, ДФС-13). Для возбуждения используется дуга постоянного или переменного тока 6–40 А, возбуждаемая между угольными электродами. Введение проб в дугу производится обычно испарением из канала электрода, иногда применяется просыпка, вдувание и другие аналогичные способы введения проб (приборы УСА, АВР), однако при этом для некоторых элементов часто ухудшается воспроизводимость результатов, хотя и повышается чувствительность определения летучих элементов.

Анализируются золы углей, полученные предварительно путем озоления и описанным выше методом, реже угли. Анализ углей без их озоления, как правило, дает плохую воспроизводимость вследствие затруднений введения проб в пламя дуги и применяется в основном для топлив с низким выходом летучих в специальных случаях, например, при анализе летучих компонентов углей в камерных электродах. По степени точности, в зависимости от способов регистрации и расшифровки в практике разведки спектральные анализы подразделяются на полуколичественные, приближенно-количественные и количественные. Первые два вида анализов обычно выполняются с расшифровкой спектра на

комплекс элементов, последний обычно проводится на отдельные элементы.

Полуколичественный спектральный анализ обычно осуществляется методом испарения навески золы из канала электрода с фотографической регистрацией спектра на спектрографах средней дисперсии и с визуальной расшифровкой спектра методом появления и усиления линий одновременно на 30–45 элементов. При изучении зол углей этим методом расшифровываются содержания Be, Ba, V, W, Ga, Ge, In, Y, Yb, Cd, Co, I, Li, Mn, Cu, Mo, Ni, Nb, Sn, Rb, Ag, Sc, Ti, Ta, Ti, Th, Cr, Ce, Zn, Cs.

При спектральном анализе непосредственно углей дополнительно могут быть определены Bi, As.

Ряд элементов, представляющих интерес в углях, к сожалению, не может быть определен в ходе общего полуколичественного спектрального анализа вследствие того, что чувствительность определения ниже возможных содержаний этих элементов в углях (Au, Re, Ce, Cs, B) вследствие высокой летучести или заведомой их потери при озолении (Hg, Se). Расшифровка спектрограмм на эти элементы при анализе золы бесполезна, и для их определения требуются специальные методы. Также бесполезна осуществляемая некоторыми лабораториями расшифровка спектрограмм на основные золообразующие элементы – Fe, Mg, Ca, Mn, Al. Низкая точность полуколичественного спектрального определения указанных элементов при их высоких содержаниях делает полученные данные бесполезными, поэтому указанные элементы при полуколичественном спектральном анализе определению не подлежат.

Результаты полуколичественного спектрального анализа выдаются в виде интервалов концентраций (в %): 0,001–0,003, 0,003–0,006, 0,006–0,01, 0,01–0,03 и т.д. В ряде лабораторий в целях упрощения написания указывается одна цифра в виде баллов (1, 2, 3, 4 и т.д.) или содержаний, что неверно истолковывается некоторыми геологами, которые принимают их за числовые значения – вне зависимости от способа выражения результатов полуколичественный спектральный анализ показывает только интервал содержаний.

Приближенный количественный спектральный анализ отличается от полуколичественного выражением результатов в виде непрерывного ряда значений, что обусловливается применением фотометрирования или других количественных приемов для оценки интенсивности спектральных линий.

Для приближенного количественного спектрального анализа применяются методы усиления и появления спектральных линий, ступенчатого ослабления интенсивности спектральных линий (М.М.Клер, 1952 г.), появления и усиления в комплексе со ступенчатым ослаблением. Наиболее распространен метод появления и усиления с использованием различных способов количественной оценки. Применение приближенных количественных методов дает наилучшие результаты при использовании спектрографов высокой дисперсии типа ДФС-13.

В связи с ограниченным диапазоном спектрографа ДФС-13 анализ труднолетучих элементов производится для трех наборов элементов и в заказах на анализы требуется в зависимости от необходимой чувствительности указывать , в какой части спектра (в каком наборе элементов) следует производить определения.

Приближенные количественные методы пока широко не применяются для изучения малых элементов в углях, однако они имеют большие перспективы. Чувствительность полуколичественных и приближенных количественных методов анализа зависит от особенностей методики определения (табл.5. 3). Точность (воспроизводимость) определений в зависимости от методики изменяется от 150 до 10%.

Количественный спектральный анализ основывается на фотоэлектрической или фотографической регистрации интенсивности спектральных линий и расшифровке данных по градуировочным графикам. Количественные методы спектральных анализов весьма разнообразны в зависимости от особенностей изучаемых элементов. Различаются они по методам подготовки проб (предварительное обогащение, спекание, состав и количество буферных смесей), методам введения проб в дугу (испарение из канала электрода, вдувание, камерные электроды с внешним обогревом), методам регистрации и способам расшифровки.

Фотометрические методы - количественные химические методы анализа, основанные на измерении степени поглощения или рассеяния света исследуемым веществом. По способам измерения и типам применяемых приборов различают:

- спектрофотометрию - определение количества вещества по поглощению монохроматического света, из измеряемому на спектрофотометрах;

- фотоколориметрию - определение количества вещества по поглощению полихроматического света, выделяемого светофильтрами и измеряемого на фотоколориметрах;

- нефелометрию - определение количества вещества по интенсивности светового потока, рассеиваемого взвешенными частицами;

- турбидометрию - определение количества вещества по поглощению света взвешенными частицами;

- флюориметрию - определение количества вещества по интенсивности флюоресценции. Разработанные фотометрические методы позволяют определять содержания большинства элементов с чувствительностью 0,001%, а для некоторых элементов - до 0,00001%.

Метод эмиссионной фотометрии пламени основан на излучении световой энергии определенных длин волн в результате возбуждения атомов определяемого элемента в пламени горящей смеси. Методы используются для определения содержания щелочных металлов стронция и кальция при содержаниях 0,00001-10%.

Атомно-абсорбционные методы основаны на способности свободных атомов в газах пламени поглощать резонансную световую энергию при характерных для каждого элемента определенных длинах волн. Атомно-абсорбционные методы обладают высокой селективностью и чувствительностью, быстротой измерения, простотой эталонирования, возможностью одновременного определения элементов в присутствии значительного числа других. Для определения каждого элемента требуется специальная лампа, излучающая линейный спектр этого элемента. Атомно-абсорбционные методы обеспечивают определение большинства элементов с чувствительностью 0,001-0,0001%. Специальной подготовкой проб можно повысить чувствительность на 1-2 порядка. Для атомно-абсорбционного анализа в СССР и за рубежом серийно выпускается как аппаратура общего назначения (например, отечественные атомно-абсорбционные спектрофометры С-302), так и специального, предназначенные для определения определенных элементов (например, спектрофотометр РАФ для атомно-абсорбционного определения ртути). Весьма совершенны, обладают высокой автоматизацией спектрофотометры, выпускаемые рядом зарубежных фирм. Например, "Перкин Элмер", модели 4000 и 5000.

Рентгеноспектральные методы анализа основаны на облучении исследуемого вещества рентгеновскими квантами или элементарными частицами достаточно высокой энергии для перевода электронов на внешние энергетические уровни с последующей регистрацией рентгеновских спектров и определениям по ним состава и содержания определяемых элементов. Рентгеноспектральные методы позволяют определять большое количество элементов, за исключением элементов с небольшими атомными номерами. Чувствительность определений для элементов с атомным номером выше 17 - 0,01-0,0001%, для более легких элементов чувствительность снижается. Точность количественных рентгеновских определений - на уровне анализов III категории.

В настоящее время широкое применение находят рентгено-флюоресцентные методы анализа, для выполнения которых используется автоматизированная отечественная и зарубежная аппаратура, позволяющая по малым навескам без озоления топлива с высокой производительностью определять содержания германия, тантала, олова, селена, свинца, циркония, мышьяка.

Существует также аппаратура для микрорентгеноспектрального анализа, позволяющая производить определения в точках и сканировать.

Следует отметить, что на определение содержаний рентгеноспектральными методами существенно влияет характер матрицы, в связи с чем необходимы эталоны с аналогичным составом основных компонентов.

Ядерно-физические методы основываются на ядерных реакциях в результате как естественного радиоактивного распада, так и искусственного облучения. К числу ядерно-физических методов относят радио-

метрический, активационный, рентгенорадиометрический, фотонейтронный, нейтронно-абсорбционный. Ядерно-физические методы используются для количественного определения олова, тантала, ниобия, вольфрама, молибдена, бериллия, бора, железа, марганца, тория, радия, урана, калия, цезия, мышьяка, золота, платины.

По условиям применения разделяются на методы, требующие стационарного оборудования (атомные реакторы, ускорители заряженных частиц) и предназначенные для любых условий, включая передвижные и полевые лаборатории (рентгенорадиометрический, фотонейтронный методы анализов, методы активационного анализа с применением ампулированных источников).

Радиометрические методы основаны на измерении альфа,-, бета- и гамма-излучений природных радиоактивных элементов - урана, радия, тория - с чувствительностью, недостижимой другими методами (Ra $5 \cdot 10^{-13}$%).

Активационные методы основаны на измерениях интенсивности излучения радиоактивных изотопов, образующихся в результате ядерных реакций при облучении проб потоком нейтронов, заряженных частиц или гамма-квантов. Наиболее распространен активационный анализ на тепловых нейтронах, применяемый для элементов с атомными номерами II и выше. Чувствительность определений - 0,0000I-0,000000I% при облучении проб в каналах реактора.

Фотонейтронный метод основан на измерении потока нейтронов в результате фотоядерной реакции при облучении проб гамма-квантами. Применяется для определения содержания бериллия.

Основные методы количественного определения малых элементов в твердых топливах и вмещающих их породах приведены в табл.5.4.

Таблица 5.2

Формулы для пересчета показателей качества твердого топлива

Содержание малых элементов (в расчете на компонент)	Значение коэффициентов для пересчета содержаний				
	на золу	на сухую беззольную (горючую) массу	на сухое топливо	на топливо аналитической влажности	на рабочее топливо
C_A (на золу)	C_A	$C^{daf}\frac{100-A}{A^d}$	$C^d\frac{100}{A^d}$	$C^a\frac{100}{A^a}$	$C^r\frac{100}{A^r}$
C^{daf} (на сухую беззольную массу)	$C_A\frac{A^d}{100-A^d}$	C^{daf}	$C^d\frac{100}{100-A^d}$	$C^a\frac{100}{100-W^a-A^a}$	$C^r\frac{100}{100-W^r-A^r}$
На сухое топливо C^d	$C_A\frac{A^d}{100}$	$C^{daf}\frac{100-A^d}{100}$	C^d	$C^a\frac{100}{100-W^a}$	$C^r\frac{100}{100-W^r}$
На топливо при аналитической влажности C^a	$C_A\frac{A^a}{100}$	$C^{daf}\frac{100-W^a-A^a}{100}$	$C^d\frac{100-W^a}{100}$	C^a	$C^r\frac{100-W^a}{100-W^r}$
На рабочее топливо C^r	$C_A\frac{A^r}{100}$	$C^{daf}\frac{100-W^r-A^r}{100}$	$C^d\frac{100-W^r}{100}$	$C^a\frac{100-W^r}{100-W^a}$	C^r
На влажное беззольное топливо C^{af}	$C_A\frac{A^r}{100-W^r}$	$C^{daf}\frac{100-W^r-A^r}{100-A^r}$	$C^d\frac{100-W^r}{100-A^r}$	$C^a\frac{(100-W^r)\,100}{(100-W^a)(100-A^r)}$	$C^r\frac{100}{100-A^r}$

Примечание. При содержании углекислоты карбонатов более 2% при пересчетах содержаний на сухое и влажное беззольное топливо и обратно к зольности добавляется содержание углекислоты карбонатов. При пересчетах на органическую массу вместо зольности A^d используют содержание минеральных компонентов М.

Таблица 5.3

Чувствительность полуколичественных и приближенных количественных спектральных анализов зол углей, горючих сланцев и вмещающих пород, г/т

Элемент	Фоновое содержание				Массовый полуколичественный (I)	Приближенный количественный на спектрографах ДФС-I3, ДФС-8				По методике М.М.Клера (4)	По методике ИМР (5)
	в углях	в горючих сланцах	в глинистых породах	в песчаных породах		для легколетучих элементов (2)	для труднолетучих элементов в частях спектра (3)				
							коротковолновой	средневолновой	длинноволновой		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Барий	I50	I00	580	x·I0	I00	-	I00	I00	I00	300	I00
Бериллий	3	0,I	3	0,x	I	-	0,3	0,3	0,3	I0	0,I
Ванадий	30	I00	I30	20.	5	I	-	-	-	I0	I
Висмут	0,2?	I?	0,I7		I0	0,3	-	-	-	30	I
Вольфрам	I,5	?	I,8	I,6	I0	3	-	-	-	I00	3
Галлий	I0	I0	I9	I2	I0	I	-	-	-	30	I
Гафний	?	?	2,8	3,9	300	-	3	I0	I0	I00	30
Германий	I,5	I,5	I,6	8	I0	0,3	-	-	-	I0	I
Золото	0,0I	0,03	0,00x		30	3	-	-	-	I0	-
Индий	?	?	0,I	0,0x	I0	I	-	-	-	30	I0
Иттрий	8	I0	26	40	I0	-	30	3	3	30	I0
Иттербий	2	?	2,6	4	3	-	3	3	3	-	0,I
Кадмий	?	?	0,3	0,0x	30	-	-	-	-	I00	2
Кобальт	5	I0	I9	0,3	I0	I	-	-	-	30	5
Лантан	I,5	5	92	30	I00	-	300	I0	I0	I00	I0
Литий	I0	I0	66	I5	300	3	-	-	-	300	3

Таблица 5.3 (окончание)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Марганец	I80	500	850	I0x	I0	I0	–	–	–		I0
Медь	I0	50	45	x	I	I	–	–	–	3	3
Молибден	2	50	2,6	0,2	5	0,3	–	–	–	I0	0,5
Мышьяк	25	30	I3	I	I00	30	–	–	–	300	70
Никель	I0	20	68	2	I0	I	–	–	–	I0	I
Ниобий	0,3	?	II	0,0x	70	3	3	3	3	I00	I0
Олово	I	5	6	0,x	7	I	–	–	–	I0	I
Свинец	5	30	20	7	I0	3	–	–	–	I0	I
Серебро	0,0I	0,I	0,07	0,0x	I	0,03	–	–	–	3	0,00I
Сканадий	I,8	I	I,3	I	30	–	3	300	I	–	I
Стронций	80	50	300	20	300	I00	–	–	–	300	200
Сурьма	2?	I0?	I,5	0,0x	300	30	–	–	–	300	50
Таллий	5?	?	I,4	0,8	I00	I	–	–	–	–	2
Тантал	?	?	0,8	0,0x	300	–	I00	I0	I00	I000	50
Титан	600	500	4600	I500	I0	3	–	–	–	30	3
Хром	I8	50	90	35	30	3				I00	I
Церий	3	?	59	92	I000	–	I00	I00	I00	I000	30
Цинк	30	50	95	I6	I00	I0	–	–	–	I000	I0
Цирконий	50	30	I60	220	I0	–	I	3	I	I00	I0
Минимальная масса навески, г					0,03	0,7	0,05	0,05	0,05		0,I25

Примечание. (I) – методом испарения из канала электрода на спектрографах ИСП-28, ИСП-30, КСА; (2)-методом просыпки с применением сильноточной трехфазной дуги; (3) – методом испарения из канала электрода с применением тока 40А; (4) – с применением ступенчатого ослабления; (5) – попеременным испарением пробы и эталона из канала электрода.

Таблица 5.4

Количественные методы определения содержания малых элементов в твердых топливах и вмещающих их породах

Элемент	Анализируемый материал	Метод анализа	Чувствительность метода, %	Класс анализа	Масса навески	Методика
I	2	3	4	5	6	7
Бериллий (Be)	Уголь (зола)	Спектральный	0,0001	II	0,2	ГОСТ 2329I-78
	Уголь	"	0,0001		2	ГОСТ 25694-83
		Фотоколориметрический	0,001		I-5	[22]
	Горные породы	Фотометрический с бериллоном II с отделением в виде фосфата	0,001		0,5-I,0	ВИМС, ВСЕГЕИ, УГ Тадж.ССР
		С экстракцией ацетилбериллия	0,00002		I,0	БГГЭ, ИМГРЭ
		Фотометрический с химанализарином	0,0004		I,0	УТПГО
		Флоориметрический с морином	0,0005		I,0	ВСЕГЕИ, ЮКТПГО
		Спектральный	0,0001		0,I-0,5	НСАМ I50-С и др.
Бор (B)	Уголь (зола)	"	0,001		0,2	ГОСТ 2329I-78
	Уголь	"	0,001	III	2	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	"	0,0004		0,I	НСАМ I59-С
			0,003			НСАМ 57- С
		Фотометрический с салицил-ионом	0,003		0,2	ИМР
		Люминесцентный	0,00003		0,2	ИМР
		Спектральный	0,003	III	0,5	НСАМ 57- С

Таблица 5.4 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7
Ванадий (V_2O_5)	Уголь	Колориметрический	0,003		I,0	[22]
	Уголь (зола)	Спектральный	0.0005		0,2	ГОСТ 24766-81
	Уголь	"	0,00I		2	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	Фотометрический с фосфорной кислотой и вольфраматом натрия с предварительной экстракцией	0,00I	Ш	0,5	НСАМ I7-Х и др.
		Атомно-абсорбционный	0,08		0,5	СЗТПГО
Висмут (Bi)	Горные породы	Спектральный	0,0005		2,0	БГГЭ, ИМГРЭ
		Колориметрический	0,005	Ш	0,2-2	НСАМ 2I-Х
		Атомно-абсорбционный	0,0025		I	НСАМ I55-ХС
		Спектральный	0,0003		2	БГГЭ и др.
Вольфрам (WO_3)	Уголь (зола)	"	0,00I			[22]
	Силикатные породы	Нейтронно-активационный	0,0006		2,0	КазИМС, БГГЭ
			0,00006		I,0	ВСЕГЕИ
			0,00I		0,2	ВИМС
			0,00002	Ш	0,I	НСАМ I48-ЯФ
			0,0004		0,5	ИМГРЭ
Галлий (Ga)	Уголь	Колориметрический	0,000I	Ш		ГОСТ I27II-77
		Спектральный (зола)	0,000I	Ш	0,2	[22]
	Горные породы	Фотометрический флюориметрический с экстракцией	0,000I	Ш	I,5	НСАМ 86-Х
Германий (Ge)	Уголь	Колориметрический с фенилфлуороном	0,000I	I	I,0	ГОСТ I0I75-75
		Спектральный	0,000I	Ш	0,2	[22]

1	2	3	4	5	6	7
Германий (Ge)	Горные породы	Колориметрический	0,0003	Ш	I,0	НСАМ 70-Х
		Флюориметрический	0,00005		I,0	НСАМ II7-Х
		Рентгено-флюоресцентный	0,00I		I,0	ВИМС
Золото (Au)	Уголь	Химико-спектральный	$4 \cdot 10^{-7}$	IУ	5	55, 56, 57
		Нейтронно-активационный	$I \cdot 10^{-7}$	IУ		ЛЯР ОИЯИ
Золото (Au)	Горные породы	Химико-спектральный	$2 \cdot 10^{-7}$	IУ	I0	НСАМ I40-С
		Пробирный	0,0000I		25-I00	
		Пробирно-активационный	0,000004		200	НСАМ I29 НФ
		Пробирно-атомно-абсорбционный	0,0000005		I00	НСАМ I62-С
		Атомно-абсорбционный	0,0000I	Ш	50	НСАМ I3I-С
		Гамма-активационный	0,0000I		250	ВНИИЯТ
		Нейтронно-активационный	$I \cdot 10^{-7}$	IУ	0,I	НСАМ I5I ЯФ
Индий (In)	Горные породы	Флюоресцентный с родамином С	0,000I	Ш	I,0	НСАМ 54-Х
		Фотометрический и флюоресцентный с родамином 6Ж	0,00002	Ш	0,I	НСАМ 54-Х
		Спектральный	0,0003			
		Кинетический	0,00002		50	ИМГРЭ
Иттрий (Y_2O_3)	Горные породы	Рентгено-флюоресцентный	0,002		I,0	ВИМС, ВСЕГЕИ
		Фотометрия пламени	0,00I		3,0	ИМГРЭ
		Спектральный	0,00I		0,I	
Кобальт (Co)	Угли (зола)	Спектральный	0,0003		0,2	ГОСТ 23291-78

Таблица 5.4 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7
Кобальт (Co)	Горные породы	Фотометрический с нитрозо-Р-солью	0,0I	Ш	I,0	НСАМ 39-Х
			0,005		0,5	ВСЕГЕИ
		То же, с предварительным концентрированием	0,0005	Ш	I,0	НСАМ 4I-Х
		Фотометрический с предварительным выделением рубеанатов	0,00I	Ш	I,0-2,0	ЭКИТТО
		Экстракционно-фотометрический	0,000I			
		Спектральный	0,0005	IУ		
		Атомно-абсорбционный	0,003		0,I-I,0	ИМГРЭ, ВСЕГЕИ
		Нейтронно-активационный	0,005		0,5	БГГЭ
			$I \cdot I0^{-5}$		0,I-0,5	УТИТО
Le_2O_3	Горные породы	Фотометрия пламени	0,005		I,0	ИМГРЭ
LiO_2	Горные породы	Фотометрия пламени	0,00I	Ш	0,5	НСАМ 6I-С
		Спектральный	0,000I		0,2	
Медь (Cu)	Уголь (зола)	Спектральный	0,0003	Ш	0,2	ГОСТ 24766-8I
	уголь	Спектральнний	0,000I		2	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	Полярографический с экстракцией дитизоном	0,00I	Ш	I,0	НСАМ 25-Х
		То же с выделением рубеанатов	0,00I	Ш	2,0	ЭКТИТО
		Фотометрический	0,0002		0,5-3	БГГЭ и др.
		Спектральный	0,000I		0,2	-„-
		Рентгено-флюоресцентный	0,005		0,5	ВИМС
		Атомно-абсорбционный	0,00I		I,0	ПТТО

1	2	3	4	5	6	7
Молибден (Mo)	Уголь	Колориметрический с роданидами	0,0001		1,0	[22]
	Горные породы	Фотометрический с роданид-ионом, с экстракцией	0,0001		1,0	ВКТШГО
		Фотометрический с цинк-дитиолом	0,0001		1,0-2,0	ВИМС, ВСЕГЕИ
		Спектральный	0,0001		0,1-0,5	ВСЕГЕИ и др.
			0,00005		0,1	ДВИМС, ВИМС
		Рентгено-флюоресцентный	0,005	III	5,0	НСАМ 11-РС
		Нейтронно-активационный с химподготовкой	0,0001		0,1	ВИМС
(Mn)	Уголь (зола)	Спектральный	0,001	III	0,2	ГОСТ 23291-78
	Уголь	"	0,001		2	ГОСТ 25694-83
Марганец (MnO)	Горные породы	Атомно-абсорбционный	0,005		0,1-0,5	ВСЕГЕИ
		Спектральный	0,001		0,1-0,5	ПТШГО
		Фотометрический по окраске марганцевой кислоты с окислением периодатом,	0,005	III	0,1-1,0	НСАМ 65-Х
		с окислением персульфатом	0,005		0,2-1,0	ЮКТШГО
		Фотометрический с формальдоксимом	0,01	III	0,2 и более	НСАМ 69-Х
			0,005		0,2-1,0	ЮКТШГО
			0,02			СЗШГО
Мышьяк (As)	Твердое топливо	Фотоколориметрический с молибденовой синью	0,0005		0,5	ГОСТ 10478-75
		То же с цинком				C SN 44162-60
		По молибденовой сини				B.S 1016 ч.10
		Хроматография на бумаге				"

Таблица 5.4 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7
Мышьяк (As)		Рентгено-флюоресцентный	0,001			
		Атомно-абсорбционный	0,0000п			/62/
	Горные породы	Полярографический	0,001	Ш	2,0	НСАМ 26-Х
		Колориметрический по реакции мышьяковистого водорода с бромидом двухвалентной ртути	0,0004	У	0,1-0,5	НСАМ 48-Х
		С предварительной экстракцией	0,001		0,5-2,0	
		Фотометрический по коллоидной окраске мышьяка	0,005		0,1-1,0	ВИМС
		Нейтронно-активационный с радиохимическим выделением	0,00006		0,1	ВИМС
		Рентгено-флюоресцентный	0,001		0,5	
Никель (Ni)	Уголь (зола)	Спектральный	0,0003		0,2	ГОСТ 24766-81
	Уголь	"	0,0005		2,0	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	"	0,01	У	0,05	НСАМ 76-С
			0,0003		2,0	БГГЭ, ПТШГО
		Атомно-абсорбционный	0,003		0,1-1,0	ВСЕГЕИ, ВИМС
Рений (Re)	Уголь (зола)	Спектральный	0,00005	Ш	0,25	НСАМ 110-С /53/
	Горные породы	Полярографический	0,0001	Ш	3,0	НСАМ 27-Х
		Фотометрический с бутилродамином С	0,0002		2,0	ЦКТШГО
		с α -фурилдиоксимом	0,00001		3,0	ВСЕГЕИ
		Кинетический	$1 \cdot 10^{-7}$	Ш	2,0	НСАМ 179-Х
Олово (Sn)	Горные породы	Спектральный	0,0002	Ш	0,1	ВСЕГЕИ и др.
		Экстракционно-флюориметрический	0,00005	Ш	1,0	БГГЭ

I	2	3	4	5	6	7
Ртуть (Hg)	Уголь, продукты его переработки,	Фотометрический с дитизоном	0,0002	–	I,0-5,0	СТГУ, ИМР /35, 42/
		Спектрографический (из камерных электродов)	$2 \cdot 10^{-6}$		3,0-6,0	ИМР, /36/
	Горные породы	Атомно-абсорбционный	0,0000I			/43, 46, 62/
		Атомно-абсорбционный (на приборах РАФ, АРП)	$I \cdot 10^{-6}$		0,I-2	/47/, ИМР
		То же с применением золотого сорбента	$I \cdot 10^{-8}$		0,5	ТПГО
		Экстракционный флюориметрический с бутилродамином	0,00003	Ш	0,ШI,0	НСАМ I6I-Х
Rb_2O	Горные породы	Фотометрия пламени	0,00I	Ш	0,5	НСАМ 6I-С
		Спектральный	0,0005		I,0	ИМГРЭ
Свинец (Pb)	Уголь (зола)	"	0,0005		0,2	ГОСТ 24766-8I
	Уголь	"	0,00I		2,0	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	Рентгеноспектральный	0,00I	Ш	2,0	НСАМ 80-РС
		Флюоресцентный	0,005		I,0	ВИМС
		Полярографический переменнотоковый	0,0005	I	I,0	НСАМ I2I-Х
		Спектральный	0,0005		0,I5	БГГЭ
		Рентгено-флюоресцентный	0,00I	Ш	2,0	НСАМ 80-РС
		Рентгено-флюоресцентный	0,002		I,0	ИМС
		Спектральный	0,005		0,4	ВСЕГЕИ
		Атомно-абсорбционный	0,005		0,5	ВСЕГЕИ
Серебро(Ag)	Горные породы	Спектральный	0,00005		I,0	БГГЭ
		Атомно-абсорбционный	0,00I	Ш	I,0	НСАМ I30-С
		То же с концентрированием	0,000002	Ш	I,0	
		Нейтронно-активационный	0,0000I		0,I	НСАМ I64-ХС

Таблица 5.4 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7
		Флюориметрический с бутил-родамином С	0,00005		2,0	САИГИМС
	Уголь	Фотоколориметрический	0,0001		I,0	/22/
Селен (Se)	Горные породы	Флюориметрический экстракционный с 2,3 диаминонафталином	$5 \cdot 10^{-6}$		0,5	НСАМ I60-Х
		Фотометрический по окраске коллоида селена	0,0I		0,I-I,0	ВИМС
		Хроматографический (на бумажных полосках)	0,000I		2,5-5,0	ТШГО
		Рентгено-флюоресцентный	0,002		I,0	ВИМС, ВСЕГЕИ
		Атомно-абсорбционный				/6I/
(Sc_2O_3) Скандий	Уголь (зола)	Спектральный	0,0005	Ш	I,0	/22/
		Фотометрический	0,00I		I,0	/22/
	Горные породы	Спектральный	0,00I		0,I	НСАМ I02-С
			0,0005		2,0	ВИМС
		Нейтронно-активационный	0,00005		0,5	БГГЭ
Стронций (Sr+O)	Горные породы	Спектральный	0,0I	Ш	0,5	НСАМ 88-С
			0,00I		0,5	БГГЭ
		Спектрофотометрия пламени	0,0I	Ш	I,0	НСАМ 60-С
			0,00I		I,0	ИМГРЭ
		Атомно-абсорбционный	0,005		0,5	ВСЕГЕИ
		Нейтронно-активационный	0,05		0,5	БГГЭ
		Нейтронно-активационный с радиохимическим выделением	0,00003		0,I	ВИМС
Sb	Уголь	Атомно-абсорбционный	0,0000			/6I/
		Нейтронно-активационный	0,000I			

1	2	3	4	5	6	7
TiO_2	Угли (зола)	Колориметрический			0,1	ГОСТ 10537-72
	Горные породы	Фотометрический с диантипирилметаном	0,005	Ш	1,5	НСАМ 56-Х
Р	Зола, уголь	Объемный, гравиметрический, фотоколориметрический	0,001		1г золы 10г угля	ГОСТ 1932-82 СТ СЭВ 2228-80
Фтор (F)	Уголь	Спектральный по спектру CaF 529,1 нм	0,01	У		"Донбассгеология" № 39-СП, НСАМ-114с
		С фторид-ион-селективным электродом	0,000п			НСАМ 193-Х, ВТИ
	Горные породы	Спектральный	0,005		0,2	ИМГРЭ
		Потенциометрический с фторид-селективным электродом				/37/
		Фотометрический с ализаринкомплексоном	0,005	I	I	НСАМ 139-Х
Хром Cr_2O_3	Уголь (зола)	Спектральный	0,0003		0,2	ГОСТ 24766-81
	Уголь	"	0,001		2	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	Фотометрический с дефенилкарбазидом	0,005	Ш	0,1-1,0	НСАМ 64-Х
		Спектральный	0,001		0,1-0,5	НТТТО
		Атомно-абсорбционный	0,005			
Хлор (Cl)	Твердое топливо	Меркуриметрическое титрование	0,01		I	ГОСТ 9326-77 ИСО 587-74
		Нейтронная активация	0,001			ЛЯР ОИЯИ

Таблица 5.4 (окончание)

I	2	3	4	5	6	7
Cl	Горные породы	Весовой с осаждением AgCl	0,I		0,5	ВСЕГЕИ
Cs_2O	Горные породы	Фотометрия пламени	0,0005		0,5	НСАМ 6I-С
		Рентгено-флюоресцентный	0,0I		I	ВИМС
		Нейтронно-активационный	0,000I	У	0,4	НСАМ I33-ЯФ
Цинк (Zn)	Уголь (зола)	Спектральный	0,I		0,2	ГОСТ 24766-8I
		"	0,005		2,0	ГОСТ 25694-83
	Горные породы	"	0,0005		0,4	БГГЭ, ТПГО
		Атомно-абсорбционный	0,0005		0,5	ИМГРЭ, ВИМС ВСЕГЕИ
Цирконий (ZrO_2)	Горные породы	Фотометрический с арсеназо Ш	0,00I		0,2	ТПГО
		Спектральный	0,0005		0,5	ВИМС и др.
		Рентгено-флюоресцентный	0,005	Ш	I,0	НСАМ 79-РС

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБЪЕМ И ДОПУСКИ КОНТРОЛЬНЫХ АНАЛИЗОВ

Рекомендуемые объемы контроля при количественной оценке содержаний

Таблица 6.I

Выборочный внутрилабораторный контроль и допустимое число расхождений, превышающих допуски

Число проб в анализируемой партии	Число контрольных анализов	Предельно допустимое число расхождений, превышающих допуски, при контроле	
		нормальном	жестком
2–8	2	0	0
9–I5	3	0	0
I6–25	5	0	0
26–40	7	I	0
4I–65	I0	I	I
66–II0	I5	2	I
III–I80	25	3	2
I8I–300	35	5	3
30I–500	50	6	4
50I–800	75	9	6
80I–I300	II0	I2	8

Таблица 6.2

Геологический контроль

Объем основных анализов	Объем контроля	
	внутреннего	внешнего
до 25	I0	8
26–I00	I2	I0
I0I–300	I5	I2
30I–400	20	I5
40I–500	25	20
> 500	30	20

Таблица 6.3

Внешний лабораторный контроль

Квартальный объем исследований	Объем выборки (в %) для методов	
	надежных	малонадежных
до I00	5	I0
I00–500	3	6
500–5000	2	4
> 5000	I	2

Таблица 6.4

Значения гарантийного коэффициента (t) при малом числе определений (n) для доверительных вероятностей 0,68 и 0,95

Доверительная вероятность	Значения коэффициента при числе определений n								
	3	4	6	8	I0	I2	I4	I8	20
0,68 t	I,3	I,3	I,I	I,I	I,I	I,0	I,0	I,0	I,0 -
0,95 t	4,5	3,3	2,6	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,I 2,0

Таблица 6.5

Необходимое число контрольных определений для выявления систематических расхождений с заданной точностью и доверительной вероятностью

Величина систематических расхождений в долях случайных расхождений		Доверительная вероятность, %				
		50	70	90	95	99
$\sigma\frac{x-y}{x-y}$	$\frac{x-y}{\delta}$	Число		контрольных	определений	
I	I,25	2	3	5	7	II
0,5	0,62	3	I6	I3	I8	3I
0,4	0,5	4	8	I9	27	46
0,3	0,37	6	I3	32	46	78
0,2	0,25	I3	29	70	I00	I70
0,I	0,I2	47	II0	270	390	700

$x-y = \sum x-y$ - требуемая или фактическая величина выявляемых систематических погрешностей;

x, y - среднее значение содержания по основным и контрольным анализам;

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}}$ - среднеквадратическое значение расхождения между параллельными определениями;

$\sigma = \frac{\sum |\Delta|}{n}$ - среднеарифметическое значение расхождений между параллельными определениями.

Таблица 6.6

Интервалы содержаний при внутрилабораторном контроле правильности и точности результатов анализа по ОСТ 41-08-262-86

№ интервала	Содержания, %	№ интервала	Содержания, %
IУ	0,50–1,9	УШ	0,001–0,0049
У	0,10–0,49	IX	0,00020– 0,00099
УI	0,20–0,099	X	0,000020–0,00019
УП	0,005–0,019	XI	менее 0,00002

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО КАЧЕСТВУ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ

I. Отраслевые стандарты Министерства геологии СССР

ОСТ 41-08-212-82 Управление качеством аналитических работ. Классификация точности результатов.

ОСТ 41-08-214-82 Управление качеством аналитической работы. Оперативный лабораторный контроль воспроизводимости результатов количественных анализов минерального сырья.

ОСТ 41-08-205-81 Управление качеством аналитической работы. Порядок и содержание работы по аттестации методик количественного анализа минерального сырья.

ОСТ 41-08-262-86 Управление качеством аналитической работы. Внутрилабораторный контроль правильности результатов количественных анализов твердых негорючих полезных ископаемых и продуктов их переработки.

II. Государственные стандарты СССР

ГОСТ 8.207-76 ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдения. Основные положения.

ГОСТ 15895-77 Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.

ГОСТ 8.326-78 ГСИ. Метрологическое обеспечение. Разработка, изготовление и эксплуатация нестандартизованных средств измерения. Основные положения.

ГОСТ 8.315-84 ГСИ. Проверка средств измерения. Организация и порядок проведения.

Таблица 6.7

Максимально допустимые среднеквадратические отклонения параллельных количественных определений малых содержаний элементов (для массовых определений III категории), отн.%

Элемент		0,5–0,99	0,2–0,499	0,1–0,199	0,05–0,099	0,02–0,049	0,01–0,019	0,005–0,0099	0,002–0,0049	0,001–0,0019	0,0005–0,00099
I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
Барий	BaO	I6,0	I9,0	2I,0	27,0	28,0	30,0	30	30	30	30
Бериллий	BeO	6,0	8,0	I0,0	I2,0	I6,0	20,0	30	30	30	30
Бор	B_2O_3	I2,0	I5,0	I9,0	24,0	27,0	28,0	30	30	30	30
Ванадий	V_2O_5	I0,0	I2,5	I6,0	I8,0	2I,0	25,0	30	30	30	30
Висмут	Bi	–	8,6	I0,0	I2,5	I6,0	2I,0	27	30	30	30
Вольфрам	W	8,6	I0,0	I2,0	I4,0	I8,0	23,0	28	30	30	30
Галлий	Ga	–	–	7,0	9,0	II,0	I2,0	I5	I8	2I	25
Германий	Ge	–	–	7,0	9,0	II,0	I3,5	I6	20	23	26
Золото	Au	–	–	–	–	–	–	3,2	5,4	8,2	I2,5
Индий	In	–	–	–	II,5	I4,0	I7,0	2I	24	28	30
Кадмий	Cd	5,7	7,5	I0,0	I3,5	I8,0	2I,0	25	30	30	30
Кобальт	Co	2,8	4,8	5,4	8,0	I4,5	30,0	30	30	30	30
Литий	Li_2O	8,5	II,0	I4,0	I8,0	22,0	25,0	26	28	30	30
Марганец	Mn	5,4	8,0	II,0	I7,0	2I,0	24,0	28	30	30	30
Медь	Cu	7,0	II,0	I4,0	20,0	25,0	30,0	30	30	30	30
Никель	Ni	7,I	9,6	I3,0	I6,5	20,0	23,0	25	30	30	30
Ниобий	Nb_2O_5	9,3	II,0	I3,0	I6,0	I9,0	22,0	27	30	30	30
Олово	Sn	7,5	9,6	I2,5	I6,0	20,0	24,0	30	30	30	30
Редкие земли	TR	8,5	II,5	I6,0	2I,0	25,0	30,0	30	30	30	30
Молибден	Mo	5,4	8,0	II,0	I5,0	I9,0	24,0	30	30	30	30

Таблица 6.7

I		2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
Мышьяк	As	5,4	8,0	I0,0	I3,0	I8,0	25,0	30	30	30	30
Ртуть	Hg	6,0	7,0	9,0	II,5	I4,0	I7,0	2I	26	30	30
Рубидий	Rb_2O	-	I4,0	I8,0	2I,0	25,0	30,0	30	30	30	30
Свинец	Pb	9,0	II,5	I4,0	I7,5	2I,0	25,0	30	30	30	30
Селен	Se	3,5	4,3	5,0	6,5	9,0	I2,5	I6	2I	28	30
Серебро	Ag	-	-	-	I,8	2,I	2,3	3,2	4,0	7,5	I0
Стронций	SrO	I3,0	I6,0	I9,0	23,0	29,0	30,0	30	30	30	30
Сурьма	Sb	I0,0	I3,0	I7,0	I9,0	24,0	28,0	30	30	30	30
Таллий	Tl	-	-	7,I	9,0	II,0	I3,0	I6	I8,5	2I	25
Тантал	Ta_2O_5	6,5	8,5	II,0	I4,0	I8,0	2I,0	26	30	30	30
Теллур	Te	3,5	5,0	5,7	8,0	II,0	I4,0	I8	2I	28	30
Торий	Th	4,3	5,0	6,0	7,5	9,0	II,0	I5	I8,5	24	30
У р а н	U	3,2	3,5	4,6	5,7	6,8	9,0	I2	I4	I6	I8
Фосфор	P_2O_5	6,I	8,2	9,3	I2,I	I6,I	2I,4	24,2	26,8	28,6	30
Фтор	F	I0,0	I2,0	I4,0	2I,0	20,0	22,0	25	27	27	30
Хром	Cr_2O_3	6,0	7,0	8,5	I0,0	II,0	I4,0	I8	2I	28	30
Цинк	Zn	9,0	II,5	I4,0	I8,0	2I,0	25,0	27	29	30	30
Цезий	Cs_2O	-	I4,0	I8,0	2I,0	25,0	30,0	30	30	30	30
Цирконий	$Zr\ O_2$	7,0	8,0	I2,5	I6,5	I8,5	2I,0	24	27	30	30

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ*

Разнообразие состава и свойств отходов, и возможных направлений их утилизации обусловили необходимость создания классификации углеотходов по направлению их промышленного использования. Проведенные исследования позволяют рекомендовать производить их классификацию в этом направлении по 10 основным параметрам с выделением от 3 до 9 групп углеотходов по каждому параметру (табл.7.1).

По происхождению (способу получения) твердые отходы угольной промышленности рекомендуется разделить на: 1) отходы угледобычи - вскрышные и шахтные породы; 2) отходы углеобогащения.

По гранулометрическому составу - на породу: крупную более 25 (или 13) мм, средней крупности - 1, (0,5) - 25(13) мм и мелкую 0-1(0,5) мм. Последняя в большинстве случаев представлена флотохвостами.

По литологическому и минералогическому составу целесообразно выделение глинистых, песчаных и карбонатных пород. Глинистые породы целесообразно в свою очередь разделять на три подгруппы. Минеральная часть первой представлена в основном каолинитом и кварцем (не более 15%). Минеральные компоненты второй подгруппы имеют сложный, главным образом гидрослюдистый состав, а в третьей подгруппе преобладает монтмориллонит(в виде примеси возможно присутствие каолинита) с включениями кварца, сидерита, пирита, кальцита и полевых шпатов.

По содержанию органического материала (C_o^a) целесообразно выделение пяти групп (см.табл.7.1). Содержание органического материала является важнейшей особенностью отходов угольной промышленности. Этот классификационный признак позволяет определить применяемость отходов в качестве сырья для процессов окислительной и восстановительной термообработки. В СССР имеются отходы угледобычи, относящиеся ко всем названным группам, а отходы углеобогащения - ко всем группам, кроме 1а.

Отходы группы 5 ввиду их значительного энергетического потенциала ($Q_i^r \geqslant 8{,}3$ МДж/кг или 2000 ккал/кг) целесообразно подвергать сжиганию, газификации или выделять из них топливную составляющую путем обогащения с последующей утилизацией вторичных золошлаковых отходов. В производстве аглопорита возможно использование отходов групп 2-4. Однако, если отходы группы 3 практически не требуют введения в шихту каких-либо добавок, то отходы группы 2 необходимо шихтовать с топливосодержащим материалом, а отходы группы 4 - с отощающими добавками. Для обжига во вращающихся печах в керамзи-

* Классификация разработана Институтом горючих ископаемых МУП СССР.

товом производстве наиболее целесообразно использование отходов группы I. Для большинства термовосстановительных процессов, связанных с использованием углеотходов, оптимальным является применение отходов групп 2 и 3. Производство изделий строительной керамики может быть осуществлено на основе отходов первых трех групп с введением топливосодержащей добавки в отходы группы I. Для производства облицовочной плитки можно рекомендовать отходы угледобычи группы I.

Степень углефикации органического вещества углеотходов позволит прогнозировать скорость процессов, основанных на термической переработке углеотходов, количество выделяющихся в газовую фазу смолообразных веществ, а также некоторые особенности аппаратурного оформления соответствующих производств. Показателями степени углефикации могут служить содержание углерода (C^{daf}) и показатель отражения витринита (R^o). Отходы по содержанию углерода в расчете на сухое беззольное топливо целесообразно разделить на три группы: $C^{daf} \leqslant 75$, $75 < C^{daf} < 90$ и $C^{daf} \geqslant 90\%$. Использование в производстве аглопорита отходов группы I позволяет достичь вертикальной скорости спекания 5-10 мм/мин (ниже, чем для традиционного глинистого сырья); отходов группы 2 - 10-15 мм/мин и 3 - 15-25 мм/мин. Применение отходов группы 3 в ряде случаев требует включения в технологический процесс некоторых дополнительных операций, связанных с охраной окружающей среды. Использование отходов группы 3 нецелесообразно в термовосстановительных процессах (например, в производстве кремний-алюминиевых сплавов).

Содержание соединений железа в минеральной части углеотходов иногда определяет области их возможной утилизации, а также технологические режимы термической переработки. По содержанию соединений железа в пересчете на содержание Fe_2O_3 в золе углеотходы подразделяются на низкожелезистые (менее 1,5%), маложелезистые (1,5-5,0%), среднежелезистые (5-12%), железистые (12-18%).

Для производства пористых заполнителей можно применять все отходы, кроме группы 5, а для получения огнеупорных заполнителей только отходы групп I и 2. Эти же отходы преимущественно каолинитового состава пригодны для производства огнеупоров и глинозема. В производстве изделий тонкой керамики, фарфоровых изделий пригодны отходы только группы I. Кирпичное производство может быть организовано на основе отходов групп 2-4.

Содержание серы имеет большое значение для правильной оценки отходов угольной промышленности как технологического сырья. По величине содержания (S_t^d) подлежат выделению пять групп: I - не более 0,5%; 2 - 0,5-2,0; 3 - 2,0-3,0; 4 - 3,0-4,0; 5 - более 4,0%. В производстве пористых заполнителей можно использовать отходы первых трех групп: для производства строительной керамики и огнеупорных материалов - групп I и 2; кремнеалюминиевых сплавов - только группы I.

Возможными областями применения отходов группы 4 является дорожное строительство (сооружение нижних слоев дорожных оснований, укрепленных неорганическими вяжущими) и в ряде случаев выделение колчедана с последующей его химической переработкой, а также использование отходов этой группы как компонента удобрений.

Кроме того, для ряда направлений использования целесообразна классификация отходов по содержанию Al_2O_3, сумме содержания CaO и MgO в золе, пластичности отходов. Для классификации отходов целесообразно использование кодового принципа с десятизначным кодом. Параметр классификации определяется его местом в кодовом числе, группа по параметру - числом кода. Кодовые обозначения параметров и групп приведены в табл.7.I.

Приведенная выше кодовая классификация может быть использована как для характеристики отходов, так и для оценки требований промышленности к отходам по направлениям использования. В случаях когда какой-либо параметр классификации не изучен или когда соответствующие требования к качеству сырья не нормируются, в соответствующем месте кода ставится "0".

Одним из обязательных условий использования отходов угольной промышленности в качестве основного сырья для производства каких-либо материалов является стабильность их состава. Наибольшее непостоянство состава свойственно, как правило, шахтным породам. Вскрышные породы обычно также отличаются нестабильностью состава, за исключением тех случаев, когда встречаются мощные пласты сопутствующих полезных ископаемых, хорошо выдержанные по глубине залегания и простиранию (например, в Канско-Ачинском бассейне, Ангренском месторождении). К наиболее стабильным по составу относятся отходы углеобогащения, так как сам технологический процесс обогащения дает возможность в определенных пределах регулировать их свойства.

Классификация отходов по содержанию в них ценных компонентов дает возможность установить направление их использования. Исходя из вещественного состава и качественной характеристики отходов, а также требований отдельных потребителей к сырью, можно определить область их применения.

Таблица 7.I

Индексация параметров и групп общей классификации отходов добычи и переработки углей

Обозначение групп параметра	Параметры и группы классификации	Цифровой код	
		Место в коде	Номер группы
A	Источник образования углеотходов		
	I. Отходы добычи		
	a. Вскрышная порода	I	I
	b. Шахтная порода	I	2
	2. Порода углеобогащения	I	3
	3. Порода терриконов	I	4
	4. Отходы термообработки		
	a. Золошлаковые отходы сжигания	I	5
	b. Золошлаковые отходы газификации	I	6
	c. Шламы гидрогенизации	I	7
z	Первичная характеристика углеотходов		
	I. Горелая порода	2	I
	2. Негорелая порода	2	2
	3. Отходы обогащения		
	a. Порода крупная > I3 мм или > 25 мм	2	3
	b. Порода средней крупности 0,5–I3 (25)мм	2	4
	c. Флотохвосты (< 0,5 мм)	2	5
	4. Золошлаковые отходы		
	a. Зольные уносы тонкодисперсные (> I000 см2/г)	2	6
	b. Зольные уносы грубодисперсные (< I000 см2/г)	2	7
	c. Шлак сухого удаления	2	8
	Шлак жидкого удаления	2	9
B	Литолого-минералогическая характеристика		
	I. Глинистые		
	a. Каолинитовые	3	I
	b. Гидрослюдистые	3	2
	c. Монтмориллонитовые	3	2
	2. Песчаные	3	4
	3. Карбонатные		
	a. Кальцитовые	3	5
	b. Сидеритовые	3	6
C	Содержание органического углерода (C_o^d)		
	I. Низкоуглеродистые < 4%		
	a. Менее 2%	4	I
	b. 2–4%	4	2
	2. Малоуглеродистые 4–8%	4	3
	3. Среднеуглеродистые 8–I2%	4	5
	4. Углеродистые I2–20%	4	6

Таблица 7.I

Обозначение групп параметра	Параметры и группы классификации	Цифровой код: Место в коде	Цифровой код: Номер группы
C	5. Высокоуглеродистые > 20%	4	7
D	Степень углефикации органической массы		
	I. Низкометаморфизованные $C^{daf} \leqslant 75\%$ $R^o \leqslant 0,49\%$	5	I
	2. Среднеметаморфизованные C^{daf} 75–90% R^o = 0,50–2,49	5	2
	3. Высокометаморфизованные $C^{daf} \geqslant 90\%$ $R^o \geqslant 2,5$	5	3
Fe	Содержание соединений железа (Fe_2O_3 в золе)		
	I. Низкожелезистые < I,5%	6	I
	2. Маложелезистые I,5–5%	6	2
	3. Среднежелезистые 5–I2%	6	3
	4. Железистые I2–I8%	6	4
	5. Высокожелезистые >I8%	6	5
S	Содержание серы (S_t^d)		
	I. Низкосернистые менее 0,5%	7	I
	2. Малосернистые 0,5–2,0%	7	2
	3. Среднесернистые 2,0–3,0%	7	3
	4. Сернистые 3,0–4,0%	7	4
	5. Высокосернистые более 4%	7	5
AI	Содержание соединений алюминия (AI_2O_3 в золе)		
	I. Малоглиноземные <I5%	8	I
	2. Среднеглиноземные I5–28%	8	2
	3. Высокоглиноземные >28%	8	3
M	Содержание соединений кальция и магния (ΣCaO + MgO в золе)		
	I. Низкокальциевые < 3%	9	I
	2. Среднекальциевые 3–6%	9	2
	3. Кальциевые 6–I2%	9	3
	4. Высококальциевые >I2%	9	4
P	Пластичность		
	I. Непластичные	I0	I
	2. Малопластичные	I0	2
	3. Среднепластичные	I0	3
Отсутствие данных или требований к изучению параметра		I–I0	0

ТРЕБОВАНИЯ К ОТХОДАМ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

Направление использования, параметры качества	Требования к сырью			
I	2			
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ				
I. Строительство дорог и искусственных земляных сооружений	для грунтов	для щебня ГОСТ 8267-75	для щебеночных смесей ВСН I84-75	для гравия ГОСТ 8736-77
Зерновой состав, мм	В соответствии с СН 449-722	фракции 5-I0 I0-20 20-40 40-70	-	Модуль крупности >I,5
Содержание зерен лещадной и игловатой формы, %		≤ 35	-	-
Прочность, кгс/см^2		>300	> 300	⩾200
Содержание зерен слабых пород, %		≤I5	-	≤I5
Морозостойкость		> Мрз I5	> I5	-
Содержание пылевидных, илистых и глинистых частиц, %		≤ 3	II и III климатическая зона <5; IУ и У зона <I0	≤ 5
Процент износа в барабане		< 60	-	-
II. Устройство оснований из материалов, обработанных вяжущим (неорганическим)	Щебень и щебеночные (гравийные) смеси СН и П I-Д2-70, или ВСН I84-75			
Зерновой состав, мм		< 70		
Содержание глинистых частиц, %		< 5		

ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

I. Искусственные пористые заполнители		для аглопоритового щебня и песка ТУ-0I4-84	для керамзитового гравия и песка ГОСТ 9759-76
Химический состав, %	SiO_2	45-65	
	Al_2O_3	I5-40	I0-25
	Fe_2O_3	≤ I8	5-I0
	CaO-MgO	< I2	≤ 8
	$Na_2 + K_2O$	< 5	

* По временному руководству [6] с дополнениями, Руководство утверждено заместителем министра угольной промышленности СССР Э.В.Поляком 20.02.83.

Таблица (продолжение)

I	2	
Зольность, A^d, %	65–90	
Содержание серы, S_t^d %	⩽ 2	⩽ 3 [8]
Содержание углерода, %	4–20	–
Влажность, % летом	⩽ 20	
зимой	⩽ 7	
Размер кусков, мм	⩽ I00	
Модуль плавкости	4–20	
II. Керамические материалы		
II.I. Керамические стеновые изделия и дренажные трубы ТУ I2-007-83	Отходы гравитационного обогащения	Отходы флотации
Химический состав, % Al_2O_3	⩾I5	–
$Ca+MgO$	⩽ 6	⩽6
Содержание серы, S_t^d %	⩽ 3	⩽3
Содержание органического углерода, %	⩾I0*	⩾I0
Содержание общей влаги, %		
летом	⩽I5	⩽25
зимой	⩽ 7	⩽ 7
Размер кусков, мм	⩽3	–
II.2. Сырье органоминеральное для керамических изделий из отходов угледобычи и углеобогащения РСТ УССР 5023-82	Основное сырье	Органоминеральные добавки
Химический состав, % SiO_2	⩽70	⩽80
Al_2O_3	⩽I2	⩽I0
S_t^d	⩽ 3	⩽ 4
Зольность, A^d	⩾73	
Влажность отходов W^p		
кусковых	⩽ 8	
измельченных	⩽I2	
флотохвост	⩽ 24	
Удельная теплота сгорания Q МДж/кг	⩽8,4	

ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД

I. Закладка выработанного пространства и профилактическое заиливание	Породы отвалов (закладка).	Отходы флотации (заиливание)
Крупность, мм	0–I50	-0,05⩾60%

Таблица (продолжение)

I		2	
	Содержание органических веществ, %	≤ 20	≤ 20**
	Выход летучих веществ, %	≤ 40	-
	Предел прочности, $\sigma_{сж}$ кгс/см2 при крупности 10–60 мм	100–1200	-
	0–10 мм	300–1800	
	Коэффициент фильтрации,	0,03≥К≥0,001	-
	pH	≥ 5	-
II.	Рекультивация земель	Вскрышные породы и породы отвалов ГОСТ 17501.03.78	
		Пригодные	Непригодные
	pH водный	5,5–8,4	≥ 6,5
	Сумма токсичных солей,%	≤ 0,4	≥ 0,8
	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ в солянокислой вытяжке, %	≤ 10	≥ 20
	$CaCO_3$, %	≤ 30	≥ 75
	Al подвижный,мг/100г	≤ 3	≥ 18
	Na от емкости поглощения,%	≤ 5	≥ 20
	Сумма фракции до 0,01 мм,%	10–75	
III.	Обогащение на энергетическое топливо	Вскрышные, вмещающие породы и породы отвалов	
	Зольность, %	≤ 65	
	Крупность, мм	≤ 150	
В ЧЕРНОЙ, ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ, ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ			
I.	Глинозем и другие кислородные соединения алюминия	Глиноземное сырье	
	Содержание углерода,%	≤25	
	Химический состав, %	Al_2O_3 ≥ 30 (в золе)	
		Al_2O_3 / SiO_2 ≥ 0,6	
II.	Кремнеалюминиевые сплавы, ферросплавы	Глиноземное сырье ГОСТ 6912-74	
	Содержание серы, %	≤ 0,5	
	Содержание фосфора, %	≤ 0,1	
	Химический состав, %	Al_2O_3 ≥ 25 ; Fe_2O_3 ≤ 6	
	Зольность, %	≤ 70	

* По согласованию с потребителем допускается отгрузка отходов с меньшим содержанием углерода.
** До 40% при использовании отходов в смеси с инертной добавкой (глина, суглинок, зола электростанций).

Таблица (окончание)

1	2	
III. Производство соединений серы	Концентраты углистого колчедана	
Содержание серы в колчеданном концентрате, %	> 35%	
Содержание углерода в колчеданном концентрате, %	< 8 %	
IУ. Сельское хозяйство	Удобрения	Нейтрализация почв
Содержание серы, %	≤ 9	-
Содержание углерода, %	≥ 8	-
Состав золы, %	-	CaO+MgO ≥ 30

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ГКЗ СССР

к изучению и порядку утверждения кондиций и запасов минерального сырья, представленного отходами основного производства (утверждены приказом ГКЗ СССР от 31.03.1986 г. № 13-орг.)

Порядок изучения отходов добычи, обогащения и переработки минерального сырья регламентируется "Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов" (М: ГКЗ СССР, 1982). Приведенные ниже дополнительные требования разработаны в соответствии с постановлениями Совета Министров СССР о дополнительных мерах по повышению эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов в народном хозяйстве и улучшению планирования геологоразведочных работ и подготовки месторождений полезных ископаемых к промышленному освоению.

1. Изучение отходов добычи, обогащения и переработки минерального сырья, установление их пригодности и целесообразности использования в народном хозяйстве производится на всех стадиях геологоразведочных работ и в процессе разработки месторождений в соответствии с "Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных ископаемых и компонентов", настоящими дополнениями к нему и действующим законодательством об охране недр и окружающей среды.

2. Степень изученности отходов производства независимо от наличия или отсутствия в них потребности должна обеспечить определение их количества и возможного направления использования.

В первую очередь должна быть установлена возможность использования отходов добычи, обогащения и переработки самостоятельно или как компонент шихты для изготовления продукции, сырьевая база для производства которой в данном экономическом районе ограничена, а также продукции, к качеству сырья для производства которой предъявляются наиболее высокие требования. При соответствии качества отходов производства этим требованиям дальнейшее их изучение с целью определения возможности использования для других назначений производится только в случае, если получаемое при разработке месторождения, обогащении и переработке основных полезных ископаемых количество отходов значительно превышает максимальную имеющуюся или ожидаемую потребность в сырье для производства продукции более ответственного назначения.

3. Оценка состава и качества отходов добычи (горючих пород и их смеси, попутно получаемых в процессе выемки из недр основных полезных ископаемых) при разведке неразрабатываемого месторождения

производится на основе изучения состава вмещающих основное полезное ископаемое пород и породных прослоев в нем, исходя из принятой технологии разработки месторождения, а при наличии опытных карьеров - по результатам опытной добычи. На эксплуатируемых месторождениях состав и качество отходов добычи оценивается по результатам опробования. Отходы обогащения (хвосты, шламы) на неразрабатываемых месторождениях оцениваются по результатам их исследования в лабораторных условиях. На эксплуатируемых месторождениях изучение отходов обогащения осуществляется путем отбора и изучения специальных проб из хвостов и шламов обогащения действующих обогатительных фабрик. Раздальному опробованию подлежат отходы гравитационного, флотационного и других способов обогащения. При разведке месторождений во всех случаях должны быть изучены отходы механической (дробления, рассева, распиливания и т.д.) переработки минерального сырья. Изучение отходов других способов переработки полезного ископаемого (термического, гидрометаллургического и т.д.), представленных шлаками, золами и другими новообразованиями, при разведке месторождений производится только по специальным заданиям.

Все отходы должны быть по данным спектрального или других видов анализа охарактеризованы на содержание в них ценных компонентов. При повышенном содержании этих компонентов должна быть дана оценка их промышленного значения.

Отходы производства так же как вскрышные и вмещающие породы, должны быть оценены как материал для рекультивации выработанного пространства.

4. Детальное изучение отходов производства осуществляется только при наличии потребности, подтвержденной плановыми органами, и должно обеспечить установление соответствия качества отходов действующим требованиям промышленности, их количества и выхода, возможности получения при сохранении принятой системы разработки месторождения, технологии обогащения и переработки основных полезных ископаемых отходов стабильного состава и качества. Целесообразность изменения системы разработки месторождения, технологии обогащения и переработки, а также введения дополнительных технологических процессов или линий с целью получения отходов требуемого качества должно быть обосновано специальными технико-экономическими расчетами.

5. Временные и постоянные кондиции для подсчета запасов отходов добычи, обогащения и переработки, пригодных для использования в народном хозяйстве, разрабатываются в тесной увязке с кондициями на основные виды полезных ископаемых и утверждаются в установленном порядке одновременно с ними.

Целесообразность использования в народном хозяйстве отходов производства определяется исходя из баланса производства и потреб-

ления данного вида продукции в экономическом районе, в котором находится месторождение, в настоящее время и в течение всего срока его разработки на основные полезные ископаемые с учетом сложившейся сырьевой базы. В технико-экономических расчетах учитываются экономические показатели извлечения и использования отходов производства в объеме потребности, установленной плановыми органами или министерствами-потребителями сырья.

В случае использования отходов как компонента сырьевой шихты должна быть определена доля их участия в шихте, установлен состав шихты и источники получения всех входящих в шихту компонентов.

При отсутствии или ограниченной потребности, при которой отходы не могут быть использованы полностью, определяется возможный экономический эффект их использования в полном или большем объеме и на основе технико-экономических расчетов определяется целесообразность их складирования для использования в будущем. При установлении целесообразности складирования должны быть проведены исследования, подтверждающие возможность сохранения их качества при длительном хранении.

6. Утверждению подлежат все отходы производства независимо от наличия в них потребности в настоящее время. Запасы отходов производства подсчитываются и утверждаются в соответствии с утвержденными в установленном порядке кондициями.

Запасы отходов производства, представленные породами и минералами, слагающими тело полезного ископаемого (руду), отдельно не выделяются; при утверждении запасов основного полезного ископаемого указывается их выход и конкретная область промышленного использования. Категория запасов определяется степенью разведанности основного полезного ископаемого и степенью изученности качества и технологии переработки отходов на товарную продукцию и, как правило, должна быть не ниже категорий C_1 и C_2. Запасы отходов добычи, количество и состав которых отличаются от вещественного состава основного полезного ископаемого (руды) за счет включения вмещающих пород и внутрирудных прослоев, не вошедших в цифры запасов основного полезного ископаемого, подсчитываются и утверждаются отдельно.

7. Подсчет запасов отходов производства представляется на утверждение ГКЗ СССР (ТКЗ Мингео) одновременно с подсчетом запасов основных полезных ископаемых и оформляется отдельным томом.

ЛИТЕРАТУРА

А.По методам разведки сопутствующих полезных ископаемых

I. Основы законодательства СССР и союзных республик о недрах//Известия, I7.0I.I975 г., дополнения I979 г.
2. Нормативные документы ГКЗ СССР
2.I. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. ГКЗ СССР. М.: Недра, I982. I4 с.
2.2. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев. ГКЗ СССР. М., I983. 47 с.
2.3. Инструкция по применению классификации запасов к месторождени - ям глинистых пород. ГКЗ СССР. М., I983. 45 с.
2.4. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям песка и гравия. ГКЗ СССР. М., I983. 45 с.
2.5. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям карбонатных пород. ГКЗ СССР. М., I983. 40 с.
2.6. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям каолинов. ГКЗ СССР. М., I984. 37 с.
2.7. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям строительного и облицовочного камня. ГКЗ СССР. М., I984. 36 с.
2.8. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям гипса и ангидрида. ГКЗ СССР. М., I984. 35 с.
2.9. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям бора. ГКЗ СССР. М., I984. 36 с.
2.I0. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям апатитовых и фосфоритовых руд. ГКЗ СССР. М., I983. 4I с.
2.II. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям железных руд. ГКЗ СССР. М., I984. 7I с.
2.I2. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям алюминиевых руд. ГКЗ СССР. М., I983. 46 с.
2,I3. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям магматических пород. ГКЗ СССР. М., I984. 40 с.
2.I4. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям самородной серы. ГКЗ СССР. М., I983. 37 с.
2.I5. Инструкция по применению классификации запасов к россыпным месторождениям полезных ископаемых. ГКЗ СССР. М., I982. 49 с.
2.I6. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям кремнистых пород (диатомит, спонголит, трепел, опока). ГКЗ СССР. М., I984. 36 с.
2.I7. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления материалов по подсчету запасов углей и горючих сланцев. ГКЗ СССР. М., I984. 40 с.

2.I8. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ СССР технико-экономических обоснований кондиций на минеральное сырье. ГКЗ СССР. М., I984. 24 с.
2.I9. Требования к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. ГКЗ СССР. М., I982. 20 с.
3. Борзунов В.М., Григорович М.Б., Гроховский Л.М. и др. Поиски и разведка месторождений минерального сырья для промышленности строительных материалов. М:. Недра, I968. 2I4 с.
4. Борзунов В.М. Разведка и промышленная оценка месторождений нерудных полезных ископаемых. М., Недра, I982. 3I0 с.
5. Бухман М.А. Типовые программы и методики лабораторных испытаний нерудных полезных ископаемых при производстве геологоразведочных работ Мингео РСФСР. М., I97I. 206 с. (Геологический фонд РСФСР).
6. Временное руководство по определению объема и номенклатуре исходных данных для составления мероприятий по утилизации вскрышных и вмещающих пород. Пермь: ВНИИОСуголь Минуглепрома СССР, I983. 30 с.
7. Войткевич Г.В. Кизильштейн Л.Я., Холодков Ю.И. Роль органического вещества в концентрации металлов в земной коре. М.: Недра, I983. I60 с.
8. Григорович М.Б. Оценка месторождений облицовочного камня при поисках и разведке. М.: Недра, I976. I5I с.
9. Григорович М.Б. Минерально-сырьевая база промышленности строительного камня. М.: Недра, I972. I33 с.
I0. Данчев В.И., Стрелянов Н.П. Экзогенные месторождения урана. М.: Атомиздат, I979. 248 с.
II. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений. АН СССР, Мингео СССР. М., I982. 84 с.
I2. Инструкция по разведке торфяных месторождений СССР. М.: Мингео СССР, I984. 293 с.
I3. Использование отходов угольной промышленности в качестве сырья для производства керамических стеновых изделий. М.: ВНИИЭСМ, I976. 42 с.
I4. Кирпаль Г.Р. Прогноз и поиски месторождений бокситов. М.: Недра, I980. 27I с.
I5. Клер В.Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. М.: Недра, I975. 3I8 с.
I6. Клер В.Р. Изучение сопутствующих полезных ископаемых при разведке угольных месторождений. М.: Недра, I979. 272 с.
I7. Клер В.Р., Ненахова В.Ф. Опыт изучения сернистости углей Подмосковного бассейна и оценка запасов содержащегося в них колчедана. М.: ОНТИ ВИЭМС, I97I, № 5. 24 с.

I8. Лебедев В.В.,Рубан В.А., Шпирт М.Я. Комплексное использование углей. М.: Недра, I980. 239 с.
I9. Методы геологического контроля качества аналитических работ (методические указания НСАМ, № 6). М.; ВИМС, I973. I3 с.
20. Методическое руководство по изучению и оценке месторождений угля на германий и другие редкие элементы. М.: I967. 3II с.
2I. Методика опробования текущих отходов обогащения углей и породных отвалов угольных шахт и углеобогатительных фабрик. Пермь: ВНИИОСуголь Минуглепрома СССР, I982. 42 с.
22. Методические указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые). Мингео СССР. М.; ВИЭМС, I984. 22 с.
23. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. М.: Недра, I982. 3II с.
24. Миронов К.В. Разведка и геолого-промышленная оценка угольных месторождений. М.: Недра. I977. 253 с.
25. Миронов К.В. Подсчет запасов высокосодержащих битумов в бурых углях//Разведка и охрана недр. I982. № I0. С.24-26.
26. Оценочные кондиции на германий в энергетических углях СССР. М.; ВИЭМС, I973. I9 с.
27. Пичугин А.В. Торфяные месторождения. М.; Высшая школа, I967. 275 с.
28. Промышленные типы природных концентраций германия/Иванов Б.В., Кац А.Я., Костин Ю.П. и др. М.: Недра, I984. 246 с.
29. Разведка торфяных месторождений. М.: Главное упр. торфа. I953. 705 с.
30. Рекомендации по использованию топливосодержащих промышленных отходов в качестве добавки при производстве стеновых керамических изделий. М.: ВНИИСТРОМ им.П.П.Будникова, I977. I5 с.
3I. Справочник по образованию и использованию вторичных материальных ресурсов угольной промышленности. М.: ЦНИЭИуголь, I978. 92 с.
32. Справочные данные о методах измерения химического состава горных пород, руд, продуктов их переработки. М.: ВИЭМС, Недра, I979. 88 с.
33. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М.: Недра, I976. 488 с.
34. Юровский А.З. Минеральные компоненты твердых горючих ископаемых. М.: Недра, I968. 2I4 с.

Б.По методам анализов малых элементов в твердых топливах и вмещающих их породах

35. Айдинян Н.Х. Определение ртути в углях. Бюл.НТИ МГ и ОН СССР, 1961, № 4 (32).
36. Арнаутов Н.В. Количественное спектральное определение кларковых количеств ртути в горных породах и минералах. Количественный анализ минералов и горных пород физическими методами. Новосибирск: СО АН СССР, Вып.32. С.41-45.
37. Бебешко Г.И. и др. Прямое потенциометрическое определение фтора с фторид-селективным электродом в минеральном сырье различного состава//Аналитическая химия. 1979. Вып.34, № 3. С.507-510.
38. Богданова В.Н., Предеина Л.М. Анализ сульфидов мышьяка из микронавесок. Экспериментальные исследования по минералогии. 1976. С.85-87.
39. Богданова В.И. и др. Спектрофотометрические определения мышьяка в виде мышьяково-молибденовой сини в присутствии серебра. Исследования по экспериментальной минералогии. 1978. С.110-116.
40. Бусев А.И., Тищова В.Г., Иванов В.М.. Руководство по аналитической химии редких элементов. М.: Химия, 1978. 432 с.
41. Василевская А.Е., Щербаков В.П., Каракозова Е.В. Новый метод определения ртути в углях// Жур.аналитической химии. 1964. Т.19, вып.10. С.1200-1203.
42. Василевская А.Е., Щербаков В.П., Климчук В.И. Определение ртути в углях с дитизоном. Заводская лаборатория № 4. 1962.
43. Зелюкова Ю.В., Никонова М.П., Полуэктов Н.С. Определение ртути в углях атомно-абсорбционным методом// Жур.прикладной спектроскопии. 1964. Т.1, № 4. С.374-376.
44. Клер М.М. Приближенный количественный спектральный анализ минерального сырья. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 57 с..
45. Клер М.М. Полуколичественный спектральный анализ минерального сырья. М.: изд-во ЛГУ, 1960. 215 с.
46. Комарова З.В., Коренной В.П., Туркин Ю.И. Атомно-абсорбционное определение ртути в объектах с высокими содержаниями органического вещества// Методика и техника разведки. 1979, № 126. С. 39-41.
47. Коренной Е.П., Гулецкая Н.А., Гулецкий Н.Н. Атомно-абсорбционный анализатор проб горных пород на ртуть. АРП-1 Сборник научных трудов ВНИИ методики и техники разведки. 1977. № 111. С.35-39.
48. Методы лабораторного контроля качества аналитических работ. Методические указания НСАМ № 9. М.: ВИМС, 1975.
49. Определение рудных и рассеянных металлов в минеральном сырье/ Под ред.Г.В.Остроумова, М.: Недра, 1982. 256 с.

50. Писарская В.А. К вопросу фотометрического метода определения фтора в горных породах и минералах. Геохимические методы поисков. Методы анализа, 1977. С.194-196.
51. Спектральный анализ при поисках рудных месторождений/ С.В.Лонцих, В.В.Недпер, Я.Д.Райхбаум, В.В.Хохлов. Л: Недра, 1969. 293 с.
52. Справочные данные о методах изучения химического состава горных пород, руд и продуктов их переработки. М.: Недра, 1979. 89 с.
53. Файн Э. Спектрографическое определение рения в рудах и минералах. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1971. 70 с.
54. Эмиссионный спектральный анализ в геохимии. Новосибирск: Наука, 1976. 279 с.
55. Курский А.Н., Попова Н.Е., Шварцман С.И. Изучение и оптимизация отдельных этапов химико-спектральной методики определения золота// Тр.ЦНИГРИ. 1984. № 164. С.62-69.
56. Химико-спектральное определение золота в углеродсодержащих породах и рудах//Жур.аналитической химии. 1984. Т.39, вып.7. С.1213-1216.
57. Методика полуколичественного определения золота в минеральном сырье. М.: ЦНИГРИ, 1972. 14 с.
58. Методические рекомендации по упорядочению спектральных анализов на сопутствующие элементы в углях. Симферополь: ИМР, 1983. 12 с.
59. Егоров А.П., Лактионова Н.В., Починако Н.В. Изучение потерь микроэлементов при озолении углей//Химия твердого топлива, 1979. № 2.
60. Лактионова Н.В., Егоров А.П. Методы количественного определения элементов-примесей в ископаемых углях и продуктах их переработки. М.: ЭИ ЦНИЭИуголь, 1982. Вып.6. 17 с.
61. Aruscavage Ph. Defermination of arsenik, antimony; and selenium in Coal by atomic absorption spektrometru with qraphite tube atomiser//jour. Research. U.S.Geol. Survey. 1977. Vol.5, N 4. P.404-408.
62. Murphy J.Determination of mercury in coal by peroxide diqestion and cold vapor atomic absorphion spectrophotometry//Atom.Absorpt. Newslett. 1975. Vol.14, N 6. P.151-152.

СОДЕРЖАНИЕ стр.

Введение 3
I. Комплексы сопутствующих полезных ископаемых и полезных компонентов месторождений угля и горючих сланцев . . . 4
2. Группировка попутных полезных ископаемых и компонентов месторождений твердых топлив 6
3. Попутные полезные ископаемые 8
3.I. Общая характеристика и возможные направления народно-хозяйственного использования основных попутных полезных ископаемых 8
3.I.I. Пески, песчано-гравийный материал 8
3.I.2. Глины и глинистые породы I0
3.I.3. Карбонатные породы I2
3.I.4. Каменные строительные материалы I3
3.I.5. Железные руды I4
3.I.6. Высокоглиноземные породы I5
3.I.7. Горелые (природно-обожженные) породы I6
3.I.8. Фосфориты I6
3.I.9. Россыпные полезные ископаемые I7
3.I.I0.Гипс,ангидрид,самородная сера,кремнистые породы . I7
3.I.II.Торф, почвенно-растительный слой, породы, пригодные для рекультивации земель I8
3.2. Основные принципы изучения попутных полезных ископаемых I8
3.2.I. Геологические особенности пространственного распространения и условий залегания I8
3.2.2. Связь с условиями разработки месторождений твердых топлив 20
3.2.3. Общие методические принципы изучения 2I
4. Попутные полезные компоненты твердых топлив, выделяемые в самостоятельные продукты 24
4.I. Серный колчедан 24
4.2. Буроугольный воск 30
5. Ценные компоненты в углях и горючих сланцах 35
5.I. Комплекс компонентов, подлежащих оценке 35
5.2. Формы нахождения "малых" элементов, их генезис и общие закономерности обогащения ими углей (горючих сланцев). . 39
5.3. Опробование углей (горючих сланцев) на содержание "малых" элементов 4I
5.4. Основные принципы изучения "малых" элементов при разведке месторождений твердых топлив 48
6. Геолого-экономическая оценка попутных полезных ископаемых и компонентов 5I

6.I. Общие положения 5I
6.2. Попутные полезные ископаемые вскрышных и вмещающих пород 52
6.3. Попутные полезные компоненты 54
7. Подсчет запасов 55
7.I. Попутные полезные ископаемые 55
7.2. Попутные полезные компоненты 56
8. Подготовленность попутных полезных ископаемых и компонентов для промышленного освоения 58
9. Отходы добычи и обогащения твердых топлив 59
I0. Отходы энергетического использования твердых топлив . . 63
II. Оформление результатов работ по изучению попутных полезных ископаемых, компонентов и отходов 68

ПРИЛОЖЕНИЯ:

I. Перечень ГОСТ, нормирующих качество и методы испытания сопутствующих полезных ископаемых, ценных компонентов, отходов добычи и переработки твердых топлив 7I
2. Рекомендуемые программы испытаний сопутствующих полезных ископаемых 74
2.I. Программы испытаний песков 75
2.2. Программы испытаний гравия, галечников и щебня . . 76
2.3. Программы испытаний глинистых пород 77
2.4. Программы испытаний карбонатного сырья 79
2.5. Программы испытаний каменных строительных материалов 80
3. Средние (фоновые) содержания "малых" элементов в углях и горючих сланцах СССР 8I
4. Рекомендуемые параметры опробования твердых топлив на "малые" элементы 90
5. Обзор методов определения содержания "малых" элементов в твердых топливах и вмещающих их породах 93
6. Рекомендуемые объем и допуски контрольных анализов . . II3
7. Классификация отходов добычи и обогащения углей . . . II8
8. Требования к отходам угольной промышленности . . . I23
9. Дополнительные требования ГКЗ СССР к изучению и порядку утверждения кондиций и запасов минерального сырья, представленного отходами основного производства I27
Литература I30

gost.e-ecolog.ru