

## О КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

© 1997 г. Ю. А. Агабалян

Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых РА  
375009 Ереван, ул. Корюна 14, ГКЗ, Республика Армения  
Поступила в редакцию 8.04.97.

В статье рассматриваются основные концептуальные положения первой классификации запасов месторождений твердых полезных ископаемых Армении. В ней нашли отражение количественные характеристики при подразделении месторождений на группы по сложности геологического строения и запасов подсчетных блоков на категории по степени изученности. Приводится экономическая классификация балансовых и забалансовых запасов, даются нормативы подготовленности месторождений к промышленному освоению.

Среди важнейших нормативных документов в области изучения и освоения недр особое место занимает Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых.

Действующей до настоящего времени Классификацией регламентируются группировка месторождений по сложности геологического строения, категоризация запасов и прогнозных ресурсов по степени изученности, подразделение запасов по их народнохозяйственному значению, требования к степени подготовленности месторождений (участков) для промышленного освоения, а также правила использования данных о запасах твердых полезных ископаемых при проектировании горнодобывающих предприятий и эксплуатации месторождений.

Значение Классификации трудно переоценить. Ее основные положения используются в инструкциях по применению Классификации запасов к различным видам минерального сырья. О важности этого документа свидетельствует также то обстоятельство, что Классификация утверждалась Постановлением Совета Министров СССР и была обязательной для всех министерств и ведомств. Действующая у нас до настоящего времени Классификация утверждена в 1981 г. (предыдущие нормативные документы утверждались в 1933, 1941, 1953 и 1960 годах).

Классификация запасов, инструкции по ее применению и другие нормативные документы, подготавливаемые Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых Республики Армения (ГКЗ РА), представляют собой свод научно-методических основ разведки и промышленной оценки месторождений полезных ископаемых. С учетом достигнутого уровня научно-технического прогресса, накопленного опыта, а также в связи со становлением независимого государства с рыночной экономикой возникла острая необходимость пересмотра целого ряда положений Классификации и создания первого подобного нормативного документа Армении.

Остановимся вкратце на основных недостатках действующей Классификации.

1. Все положения Классификации имеют силу только в отношении геогенных месторождений. О техногенных месторождениях ничего не сказано.

2. Группировка месторождений по сложности геологического строения и степени изменчивости качества полезного ископаемого не

содержит количественного измерения, что часто приводит к субъективным решениям при отнесении объекта разведки к той или иной группе.

3. Подразделение запасов подсчетных блоков на категории по степени изученности также не содержит какого-либо количественного измерения. Кроме того, ни в Классификации, ни в инструкциях по ее применению не имеется ограничений по минимальному количеству разведочных пересечений или минимальному размеру подсчетного блока той или иной категории запасов.

4. Подразделение запасов по экономической значимости ограничивается лишь выделением балансовых и забалансовых запасов, что явно недостаточно для характеристики последних.

5. Подготовленность месторождений различных групп к промышленному освоению установлена процентным соотношением запасов по отдельным категориям, что ничем не обосновано и часто приводит к переразведанности крупных месторождений.

6. Недостаточно четко регламентируются условия, при которых необходимо переутверждение кондиций и запасов полезных ископаемых.

Рассмотрим в той же последовательности какие основные изменения и дополнения следует внести при создании Классификации запасов месторождений твердых полезных ископаемых.

1. Необходимо узаконить понятие «техногенные месторождения» и все положения Классификации распространить на них, особенно, учитывая государственную собственность на недра в Республике Армения. Это обстоятельство обязательно должно быть отражено и в новом «Кодексе о недрах».

2. Степень сложности геологического строения месторождений, изменчивости свойств тела полезного ископаемого наилучшим образом может быть охарактеризована коэффициентом вариации ( $V$ ). Рекомендуется установить следующие значения коэффициента вариации наиболее изменчивого подсчетного параметра для групп месторождений: для 1-ой группы—до 40%; для 2-ой—40—100%; для 3-ей группы 100—160%; для 4-ой—свыше 160%.

3. Отдельные категории запасов полезного ископаемого по степени изученности должны отличаться друг от друга достоверностью или ожидаемой погрешностью подсчетных параметров. Представляется целесообразным для запасов блоков категории А установить допустимую погрешность ( $p$ ) в  $\pm 10\%$ , для категории В— $\pm 15\%$ , для категории  $C_1$ — $\pm 20\%$  и для категории  $C_2$ — $\pm 40\%$ .

Располагая значениями коэффициента вариации, допустимой погрешности и расстояний между разведочными пересечениями (последние устанавливаются соответствующими инструкциями по применению Классификации), можно определить минимально допустимое количество разведочных пересечений в подсчетном блоке:

$$n = \left( \frac{tV}{p} \right)^2, \quad (1)$$

где  $t$ —степень вероятности оценки, а следовательно, минимальные размеры блока.

Таким образом, в отличие от действующих нормативных документов, подсчетные блоки более высоких категорий будут характеризоваться не только меньшими расстояниями между разведочными пересечениями, но и большим количеством последних. Для наглядности в табл. 1 приводится количество необходимых разведочных пересече-

ний по блокам различных категорий запасов (при  $t=1$ ) в зависимости от коэффициента вариации. При этом напомним: действующей Классификацией предусмотрено, что запасы по категории А разведуются только на месторождениях 1-ой группы, В—1-ой и 2-ой групп.

Таблица 1

Категории запасов	Допустимая погрешность, %	Количество разведочных пересечений, шт., при коэффициенте вариации, %								
		20	40	60	80	100	120	140	160	180
А	10	4	16							
В	15	2	7	16	28	44				
С <sub>1</sub>	20	1	4	9	16	25	36	49	64	81
С <sub>2</sub>	40	—	1	2	4	6	9	12	16	20

Требования к плотности разведочной сети, как и прежде, будут установлены соответствующими инструкциями по применению Классификации запасов к различным видам полезных ископаемых.

Следует отметить, что рекомендуемые в п.п. 2 и 3 положения обосновывались в целом ряде работ, например [6, 7, 9].

4. Разграничительной чертой между балансовыми и забалансовыми запасами являются утвержденные параметры кондиций. Балансовые запасы по месторождению в целом при их освоении должны обеспечить, как минимум, нормативную прибыль, а следовательно, равенство извлекаемой ценности  $I_{ц}$  и приведенных затрат  $Z_{пр}$  на единицу полезного ископаемого. Отношение извлекаемой ценности к приведенным затратам назовем коэффициентом ценности полезного ископаемого и обозначим через  $K_{ц}$ .

С использованием этого показателя в качестве классификационного признака в табл. 2 приводится экономическая классификация запасов твердых полезных ископаемых.

Таблица 2

Балансовые запасы		Забалансовые запасы		
Подгруппы	Коэффициент ценности, $K_{ц}$	Подгруппы	Коэффициент ценности, $K_{ц}$	Ожидаемое время перевода в балансовые, г. лет
IB. Особо ценные	$\geq 1.5$	IB. Весьма перспективные	[0.7—1.0[	15
IIБ. Ценные	[1.2—1.5[	IIБ. Перспективные	[0.5—0.7[	15—30
IIIБ. Нормативной ценности	[1.0—1.2[	IIIБ. Малоперспективные	[0.3—0.5[	30—50
		IVБ. Неперспективные	< 0.3	50

Особо следует остановиться на классификации забалансовых запасов, основные положения которой рассмотрены в работах [1, 2, 3, 4]. В них на основе разработанного метода учета фактора времени обосновано ожидаемое время перевода забалансовых запасов в балансовые:

$$\tau = \frac{\lg Z_{пр} - \lg I_{ц}}{\lg \varepsilon_{ц} - \lg \varepsilon_{з}}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{ц}$ —коэффициент среднегодового изменения цен на продукты минерального сырья;

$\varepsilon_3$  — коэффициент среднегодового изменения затрат в результате научно-технического прогресса.

Очевидно, при  $Z_{np} < I_{II}$  (забалансовые запасы)  $\tau$  может иметь положительные значения лишь при  $\varepsilon_u > \varepsilon_3$ . В противном случае, забалансовые запасы никогда не могут быть переведены в балансовые, что противоречит действительности. Приведенные в табл. 2 значения для подгруппы забалансовых запасов соответствуют соотношению  $\varepsilon_u : \varepsilon_3 = 1.02$ .

Практическая значимость подразделения балансовых запасов по коэффициенту ценности на подгруппы будет показана ниже.

5. От той или иной степени изученности месторождений и требований к подготовленности запасов полезных ископаемых к промышленному освоению зависят такие важнейшие показатели, как продолжительность и стоимость геологоразведочных работ, достоверность полученной информации и степень риска будущих инвестиций. Недоразведанность объекта снижает достоверность и повышает степень риска, а переразведанность — увеличивает продолжительность и стоимость геологоразведочных работ, что в конечном итоге приводит к «омертвлению» вложенного капитала на длительный срок. Поэтому, не случайно, этому вопросу уделяется очень большое внимание.

Выше было отмечено, что установление постоянных для той или иной группы месторождений процентных соотношений разведанных запасов по отдельным категориям ничем не обосновано. Кроме того, риск предстоящих инвестиций зависит не только от сложности геологического строения месторождения, но и от коэффициента ценности полезного ископаемого, ожидаемой эффективности (срока окупаемости) капиталовложений. Действительно, пусть промышленная оценка месторождения по результатам предварительной разведки показала, что коэффициент ценности  $K_u = 1.5$ . Тогда очевидно, что разведанные в процессе детализации геологоразведочных работ запасы по категории  $C_1$  (допустимая погрешность 20%) в худшем случае (не принимая во внимание степень вероятности оценки) должны обеспечить в реальности  $K_u = 1.2$ . Нетрудно убедиться, что степень риска предстоящих инвестиций на этом объекте будет значительно ниже, чем на аналогичном месторождении при разведанности по категории  $A$ , но с коэффициентом ценности  $K_u = 1.0$  или, даже, 1.2. Изложенное убедительно свидетельствует о том, что требования к степени разведанности месторождений для передачи их в промышленное освоение, обязательно должны учитывать экономические категории, такие, как коэффициент ценности полезного ископаемого и сроки окупаемости капиталовложений.

При прочих равных условиях, чем выше коэффициент ценности полезного ископаемого  $K_u$  тем ниже срок окупаемости капиталовложений  $T_{ок}$ . Последняя величина определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_v}{I_{II} - Z}, \quad (3)$$

где  $K_v$  — удельные капиталовложения в создание горно-перерабатывающего предприятия;  $Z$  — себестоимость добычи и переработки 1 т полезного ископаемого.

Величины, входящие в формулу (3), изменяются в очень широком диапазоне (от нескольких до сотен долларов). Поэтому, воспользовавшись понятием коэффициента ценности, определим величину  $T_{ок}$  в виде соотношения относительных величин. С этой целью в формулу (3) вместо  $I_{II}$  подставим произведение  $K_u \cdot Z_{np}$  и обозначим соотно-

шение нормативной прибыли  $E_n K_u$  к приведенным затратам  $Z_{пр}$  через  $\delta$ . Тогда после несложных преобразований формулу (3) можно представить в следующем виде:

$$T_{ок} = \frac{\delta T_n}{K_u + \delta - 1}, \quad (4)$$

где  $T_n$  — нормативный срок окупаемости капиталовложений, лет.

Формула (4) позволяет установить связь между сроками окупаемости капиталовложений и коэффициентом ценности полезного ископаемого. При  $K_u = 1$ , очевидно,  $T_{ок} = T_n$ . Определим влияние  $\delta$  на «относительный» срок окупаемости капиталовложений (на отношение  $T_{ок} : T_n$ ) для  $K_u = 1,5$  и  $1,2$  (табл. 3):

Таблица 3

Значения $K_u$	Относительные сроки окупаемости капиталовложений при значениях $\delta$				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1.5	0.17	0.29	0.83	0.44	0.5
1.2	0.33	0.5	0.6	0.67	0.71

Анализ данных проектирования горно-перерабатывающих предприятий и эксплуатации показывает, что при  $E_n = 0,15$  ( $T_n = 6,67$  года) значения  $\delta$  изменяются, как правило, в диапазоне 0,2—0,4. Это означает, что ожидаемые сроки окупаемости капиталовложений при  $K_u = 1,5$  составят от 1,9 до 2,9 лет; при  $K_u = 1,2$ , соответственно, от 3,3 до 4,5 лет и т. д. Следует также отметить, что изменение нормативов эффективности (сроков окупаемости) капиталовложений на ожидаемый срок окупаемости никакого влияния не оказывает.

С учетом изложенного, нормативы подготовленных к промышленному освоению разведанных категорий запасов должны основываться на коэффициенте ценности полезного ископаемого и учитывать группу по сложности геологического строения и в определенной степени масштабы (сроки обеспеченности) месторождения.

В табл. 4 приводятся рекомендуемые нормативы (в годах) подготовленных к промышленному освоению разведанных запасов. Нетрудно убедиться в их коренном отличии от действующих. Например, для месторождений 1-ой группы запасы категорий А+В должны были составлять [8] не менее 30%, в т. ч. А — не менее 10%. В рекомендуемых же нормативах при  $K_u = 1,5$  требования к разведанности запасов по категориям А+В вообще отсутствуют, так как при допустимой погрешности  $\pm 20\%$  запасы категории  $C_1$  обеспечивают невысокую степень риска при их освоении. При этом в новой Классификации предусматривается технологическая изученность полезного ископаемого, при отсутствии запасов более высоких категорий (А и В), для категории  $C_1$  осуществить с учетом требований, предъявляемых к категории А. Что касается процентных соотношений запасов отдельных категорий, то они, как видно из данных табл. 4, являются величиной переменной не только для групп месторождений, но и в рамках каждой группы и зависят от коэффициента ценности полезного ископаемого и сроков обеспеченности будущего горнодобывающего предприятия разведанными запасами. Так, для месторождений 3-ей группы при обеспеченности предприятия общими разведанными запасами на 10 лет, запасы категории  $C_1$  могут достигать 70% (при  $K_u = 1$ ), а при

Таблица 4

Группы месторождений	Категории запасов	Обеспеченность горного предприятия запасами, лет								
		до 10			10—25			свыше 25		
		Коэффициент ценности полезного ископ.емого								
		>1,5	1,2—1,5	1,0—1,2	>1,5	1,2—1,5	1,0—1,2	>1,5	1,2—1,5	1,0—1,2
		Нормативы разведанных запасов, лет								
1-ая	A	—	—	0—2	—	—	0—2	—	—	0—2
	B	—	0—3	2—4	—	0—3	3—5	—	0—3	4—6
	C <sub>1</sub>	до 10	до 7—10	до 4—8	10—25	7—25	7—22	> 25	> 22	> 17
2-ая	B	—	0—3	2—4	—	0—3	3—5	—	0—3	4—6
	C <sub>1</sub>	до 10	до 7—10	до 6—8	10—25	7—25	7—22	> 25	> 22	> 19
3-ья	C <sub>1</sub>	до 4	до 4—6	до 7	4—5	5—7	7—8	5—6	6—8	8—10
	C <sub>2</sub>	до 6	до 4—6	до 3	6—21	5—20	3—18	> 20	> 17	> 15
4-ая	C <sub>1</sub>	3	3—4	4—5	1	4—5	5—6	5	5—6	6—8
	C <sub>2</sub>	до 7	до 6—7	до 5—6	6—21	6—21	5—20	> 20	> 19	> 17

обеспеченности на срок свыше 25 лет—не более 20 (при  $K_u = 1,5$ )—  
—40% (при  $K_u = 1,0$ ).

Резюмируя изложенное, можно отметить следующие достоинства рекомендуемых нормативов:

- резкое сокращение продолжительности и стоимости геологоразведочных работ, особенно на крупных и ценных объектах;
- достаточная полнота учета степени риска;
- создание наиболее благоприятных условий для привлечения частных, в том числе, иностранных инвестиций в разведку и последующее освоение месторождений полезных ископаемых;
- создание более широких возможностей для совмещения эксплуатационных и геологоразведочных работ [5];
- значительное уменьшение деформаций в массиве тел полезных ископаемых, благодаря сокращению объема проходки подземных геологоразведочных выработок (в основном для месторождений 3-ей и 4-ой групп).

Определенный интерес для инвестора представляют также условия, при которых ожидаемая прибыль равна нулю. Для определения коэффициента ценности, отвечающему этому условию, приравняем знаменатель формулы (4) к нулю и определим коэффициент ценности полезного ископаемого при бесприбыльно-безубыточной разработке:  $K_{цб} = 1 - \delta$

Допустим, потенциальный инвестор оценивает целесообразность вложений средств в освоение конкретного месторождения 3-ей группы при расчетном значении  $K_u = 1,0$  и  $\delta = 0,4$ . С учетом ожидаемой погрешности запасов категории  $C_1 (\pm 20\%)$  фактическое значение коэффициента ценности может снизиться до 0,8, которое больше  $K_{цб} = 0,6$ . При этих значениях расчетная величина срока окупаемости капиталовложений может достигнуть 13 лет и инвестор, привлекая и другие аргументы при принятии решения, способен будет сделать свой выбор.

Здесь следует отметить, что на выбор решения большое влияние оказывает достоверность результатов в промышленной оценке месторождения, но это тема отдельного разговора.

6. Рекомендуется кондиции на минеральное сырье и запасы полезных ископаемых на эксплуатируемых месторождениях переутверждать, как правило, не реже, чем в 10 лет раз. Кроме того, их переутверждение следует осуществлять также в следующих случаях:

- до проектирования предприятия по добыче полезного ископаемого на резервно разведанном месторождении, если с момента утверждения кондиций истекло не менее 10 лет;
- выявления новых направлений использования основных и попутных полезных ископаемых;
- изменения требований стандартов или технических условий к качеству минерального сырья;
- прироста запасов, по сравнению с ранее утвержденными ГКЗ РА, на 50 и более процентов;
- списания по результатам доразведки эксплуатируемого месторождения утвержденных балансовых запасов более 30%, как неподтвердившихся или потерявших промышленное значение;
- существенного изменения технологии добычи и переработки полезного ископаемого, приводящего к росту (снижению) прибыли на 20 и более процентов.

Помимо отмеченных выше основных принципиальных изменений, намечается Классификацию дополнить тремя отдельными разделами, посвященными извлекаемым и эксплуатационным запасам; группи-

ровке запасов по степени подготовленности к добыче; запасам, подлежащим списанию.

Целью данной публикации является ознакомление широкого круга специалистов с основными положениями подготавливаемой первой Классификации запасов месторождений полезных ископаемых Армении.

## ՊԻՆԴ ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՊԱՇՏԱՐՆԵՐԻ ԳԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Յու. Ա. Աղաբալյան

### Ա մ փ ո փ ու մ

Ընդերքի ուսումնասիրման և յուրացման բնագավառում հատկապես կարևոր նշանակություն ունի պինդ օգտակար հանածոների հանքավայրերի պաշարների դասակարգումը:

Մինչև այժմ գործող պաշարների Դասակարգման հիման վրա և նոր խորդությունների հաշվառմամբ, հողվածում հիմնավորվում են Հայաստանի առաջին համանման Դասակարգման հիմնական դրույթները, որոնք հանգում են հետևյալներին:

— Դասակարգման բոլոր դրույթները տարածվում են նաև տեխնածին հանքավայրերի վրա.

— ըստ երկրաբանական կառուցվածքի բարդության հանքավայրերի խմբավորումը իրականացվում է առավել փոփոխուն հաշվարկային պարամետրի փոփոխականության գործակցի հիման վրա.

— ըստ ուսումնասիրվածության աստիճանի պաշարների կարգերին համապատասխանում են առավել փոփոխուն հաշվարկային պարամետրի թույլատրելի սխալանքի որոշակի մեծություններ.

— պաշարների տարբեր կարգերի հաշվարկային բլոկները միմյանցից տարբերվում են ոչ միայն հետախուզական հատումների միջև եղած հեռավորությամբ, այլ դրանց քանակով.

— նոր մտցվող «արժողության գործակցի» հիման վրա հաշվակշռային և արտահաշվակշռային պաշարները ստորաբաժանվում են համապատասխան ենթախմբերի

— արդյունաբերական յուրացման համար նախապատրաստված առանձին կարգերով հետախուզված պաշարների նորմատիվները հաշվի են առնում ըստ երկրաբանական կառուցվածքի բարդության հանքավայրի խումբը, արժողության գործակցը, հանքավայրի մասշտաբները, ոխկի աստիճանը.

— բերվում են այն պայմանները, որոնց դեպքում անհրաժեշտ է կատարել հանքավայրի արմատական վերազնահատում՝ կոնդիցիաների և օգտակար հանածոների պաշարների վերահաստատմամբ:

## ON CLASSIFICATION OF SOLID MINERAL RESOURCE RESERVES

Yu. A. Aghabalyan

### Abstract

The paper considers basic conceptual provisions of the first classification of reserves for solid mineral resource deposits of Armenia. It reflects the quantitative characteristics when classifying deposits into categories of study level in accordance with a geological structure complexity and

reserves of units specified for calculations. The economic classification of balance and off-balance reserves and the norms of deposit readiness for commercial exploitation are given.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агабалян Ю. А. Выбор очередности отработки отдельных частей месторождения и оценка забалансовых запасов с учетом фактора времени. — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1984, № 5, с. 28—35.
2. Агабалян Ю. А., Багдасарян Л. М. Народнохозяйственное значение забалансовых запасов и их классификация. — «Народное хозяйство Армении», 1987, № 10, с. 65—74.
3. Агабалян Ю. А. Фактор времени и определение оптимальных параметров месторождений и рудников. Ереван: «Айастан», 1990, 79 с.
4. Агабалян Ю. А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1994, 176 с.
5. Агабалян Ю. А., Багдасарян Л. М., Сапонджян Х. Г., Манукян С. Ф. К совмещению геолого-разведочных и эксплуатационных работ. — Ереван. Экономика, 1996, с. 14—21.
6. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1969, 384 с.
7. Пашенков В. З. Математические основы разведки недр. М.: Высшая школа, 1995, 112 с.
8. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых, т. I. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР, М.: 1985, с. 55—66.
9. Четвериков Л. И. О категоризации запасов полезных ископаемых. — Разведка и охрана недр, 1992, № 3, с. 13—14.

*Известия НАН РА, Науки о Земле, 1997, т. №1—2, 112—117*

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

### РОДИНГИТЫ ОФИОЛИТОВЫХ ПОЯСОВ МАЛОГО КАВКАЗА

© 1997 г. С. Б. Абовян

*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
Поступила в редакцию 16.08.96.*

Среди массивов мафит-ультрамафитовых пород офиолитовых поясов Малого Кавказа, наряду с лиственитами, серпентинитами и другими метасоматическими образованиями, встречаются своеобразные осветленные породы, относящиеся к родингитам\*). По внешнему виду и минеральному составу они резко отличаются от указанных пород. Они приурочены к наиболее серпентинизированным частям ультрамафитовых массивов, обычно вблизи контакта с габбро и образовались за счет метаморфизма жильных габбро и габбро-диабазов.

В Севанском и Ведикском офиолитовых поясах родингиты широко распространены среди большинства габбро-перидотитовых массивов. Макроскопически родингиты представляют мелко- и среднезернистые серовато-белые, серые, зеленовато-серые или желтовато-серые плотные, иногда пятнистые породы с заметно большим удельным весом. Они состоят из гранит-пироксенового агрегата и относятся к группе богатых алюминием кальцево-силикатных образований.

\*) Впервые термин «родингит» был введен Маршалом и др. [12] для обозначения жильных диалаг-прениит-гроссуляровых пород в серпентинах долины р. Родниг в горах Дун (Новая Зеландия).