* П. Г. АЛЮЯН

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА*)

Разработан сквозной количественный показатель технологических условий горнорудного производства для системы руда—рудовмещающая среда—товарная масса (товарный продукт). Для оценки технологических условий сложности рекомендуется использовать петрофизические параметры товарной массы с детализацией условий по участкам, эксплуатационным блокам (горизонтам) или же по промышленным типам руд.

Технологические показатели горнорудного производства в основном обусловлены горно-геологическими условиями и горнотехническими возможностями [2]. В современной практике эти природные характеристики используются вкуче при общей оценке условий вскрытия и добычи руд. Внедрение системы геолого-технологического картирования и опережающего доизучения вовлекаемых в переработку руд выявило существенные недостатки валового качественного подхода к технологическим условиям отработки месторождений, т. к. резко ограничивается учет природных характеристик при разработке оптимальной схемы обогащения и, тем самым, разрывает единый процесс планирования горнорудного производства с выходом на товарную продукцию [3]. Возникла необходимость выделения сквозных (единых) количественных критериев оценки технологических условий добычи и показателей переработки для системы руда—рудовмещающая среда—товарная масса (товарный продукт). Физико-механические (петрофизические) характеристики руд и пород являются единственными количественными сквозными показателями горнорудного производства и поэтому они нами выделяются в качестве самостоятельного критерия по их оценке. В настоящей статье кратко излагаются основные принципы и результаты внедрения количественной петрофизической оценки технологических условий горнорудного производства на месторождениях цветных и благородных металлов.

Фактические данные по основным физико-механическим параметрам руд, рудовмещающих пород и товарной (рудной) массы получены при петрофизическом картировании в процессе геолого-технологической типизации и опережающего доизучения вовлекаемых в переработку руд. Исследования Арминпроцветмета показывают, что относительно низкие значения плотности, упругости, прочности и более высокие значения пористости и проницаемости характерны для рудовмещающих пород меднорудной формации. Медно-молибденовая формация отличается сравнительно высокими показателями плотности, упругости, прочности и, наоборот, низкими значениями пористости и проницаемости. Относительно высокие показатели плотности, прочности и упругости характерны для рудовмещающих пород золоторудной формации (табл. 1).

Рудные формации подвергнуты метасоматическим изменениям. Процессы метасоматоза интенсивно развиты в породах (формациях), характеризующихся относительно низкими механическими параметрами—плотностью, упругостью и прочностью, и высокими показателями пористости и проницаемости (табл. 2). В свою очередь, интенсивность метасоматических процессов оказывает воздействие на петрофизические показатели, образуя благоприятные условия для селективного

*) Работа выполнена в рамках темы 94—22, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

рудоотложения. Следует отметить, что в товарной (рудной) массе имеет место сглаживание некоторых показателей и в принципе по плотности, упругости и прочности рудные формации приобретают сравнительно близкие показатели. Максимальные значения модуля упругости в руде и товарной массе наблюдаются для рудовмещающих пород медно-молибденовой формации, а наименьшие—в товарной массе меднорудной формации.

Значительные отклонения наблюдаются в показателях по пористости: если в рудах величина пористости колеблется в среднем от 2,0 до 2,5, то в товарной массе медной и золото-полиметаллической формаций она составляет в среднем 4,5—5,0%, оставаясь для медно-молибденовой формации в принципе на том же уровне. Эти петрофизические особенности руд и рудной массы по формациям во многом предопределяются морфоструктурными особенностями рудных тел, а также характером и степенью гидротермального и окологрудного изменения. Так, оруденение в месторождениях меднорудной и золото-полиметаллической формаций локализовано в жилах и жильных зонах, где стержневые части жил, как правило, четко обособлены от окологрудного и гидротермального изменения, а в штокверках медно-молибденовой формации такой обособленности нет в связи с характером их внутреннего строения и поэтому петрофизические показатели руд и рудной массы очень близки. Сравнительные данные по прочностным характеристикам руд различных формаций показывают на их соразмерность (в рудах 125—136, а в массе—92—113 МПа), что хорошо отражается в постоянстве процентного соотношения классов кусковатости в отбитой массе—50—55% до 200 мм, 28—30% до 400 мм, 13—15% до 600 мм и 9—10% до 800 и более мм (табл. 2).

Статистическая обработка многолетних исследований по геолого-технологической типизации руд показала, что рассмотренный выше комплекс физико-механических параметров характеризует технологические условия добычи и переработки руд. Установлено, что зависимость между горно-геологическими условиями отработки месторождения и обогащения руд и плотностью, упругостью (модуль Юнга) и прочностью прямая, а пористостью, пластичностью (к-т Пуассона) и набухаемостью—обратная. Отношение суммы индексов первой группы петрофизических показателей к сумме индексов второй группы служит показателем сложности технологических условий (ПТУ). Такой подход первоначально был использован применительно к горнотехническим условиям месторождений в лаборатории геологии Арминпроцветмета [4]. В отличие от этой работы нами пересмотрены основное содержание и условия применения, а также параметры по оценке технологических условий. Кроме того, нами впервые рассматривается система руда—рудовмещающая среда—товарная масса и количественно оцениваются технологические условия добычи и переработки, т. е. разработаны сквозные критерии количественной оценки технологических условий горнорудного производства. При крайне сложных (неблагоприятных) технологических условиях суммарное значение индексов первой группы петрофизических показателей равно 3 (1+1+1), а суммарное значение индексов второй группы равно 15 (5+5+5). Тогда $PТУ = \frac{3}{15} = 0,2$. При наиболее благоприятных технологических условиях сумма индексов первой группы составит 15 (5+5+5), а второй—3 (1+1+1). В этом случае $PТУ = \frac{15}{3} = 5$ (табл. 3).

Таблица 1

Основные физико-механические показатели характерных рудовмещающих пород и метасоматитов рудных формаций Армении (по данным Арминпроцветмета)

№№ пп	Рудная формация	Рудовмещающие породы и характерные метасоматиты	Плотность, г см ³ , ρ	Модуль уп- ругости, Е · 10 ⁻⁵ кгс см ²	Прочность, тсж, МПа	Пористость, П, %	Пластич- ность (к-т Пуассона), μ
1.	Медно- рудная	Андезиты, кварцевые андезиты, андезито-дациты	2,68	5,08	120,0	1,36	0,26
		Актинолит-эпидотовые и хлорит-эпидотовые	2,64	4,36	110,0	1,40	0,25
		Кварц-серицит-хлорит-кальцитовые	2,50	2,58	50,0	7,40	0,25
2.	Медно-мо- либденовая	Гранодиориты, монзониты	2,73	6,60	140,0	0,82	0,20
		Высокотемпературные, амфибол-эпидот-биотитовые	2,76	6,78	160,0	0,74	0,28
		Низкотемпературные, серицит-карбонат-кварцевые	2,68	5,13	130,0	1,10	0,25
		Кварц-серицит-андалузитовые	2,58	2,42	100,0	5,18	0,24
3.	Золоторуд- ная	Габброиды, гипербазиты	2,90	8,62	160,0	0,70	0,22
		Актинолит-эпидот-хлорит-прениитовые (по габброндам)	2,90	7,60	150,0	0,95	0,18
		Хризотил-серпентинитовые (по гипербазитам)	2,78	7,10	120,0	1,20	0,29
		Актинолит-эпидот-клиноцонозит-прениитовые и хлорит- карбонат-прениитовые	2,68	5,60	170,0	3,50	0,22
		Тальк-карбонатные	2,50	3,13	110,0	5,36	0,29

Физико-механические показатели руд и товарной (рудной) массы рудных месторождений Армении и оценка технологических условий горнорудного производства *)

Формация	Месторождение	Плотность, г/см ³ , ρ	Модуль упругости, E · 10 ⁻⁵ , кгс/см ²	Прочность, σ _{сж} , МПа	Порист- ость, П, %	Пластич- ность (к-т Пуассона), μ	Набуха- емость, N, %	Кусковатость отбитой массы, %				Показатель технологич- еских ус- ловий, (ПТУ)	Сложность технологи- ческих усло- вий, (СТУ)
								до 200.м.м	400	600	800		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Медная	Капанское	2,95	4,65	100	2,0	0,16	—	57	26	12	5	3,7	Пр Сл
		2,53	4,0	85	4,8	0,22	—					1,1	
	Шамлаугское	3,08	4,0	160	1,7	0,10	—	55	20	16	9	4,0	Пр Ср
		2,62	3,0	100	3,8	0,16	—					1,6	
	Алавердское	3,10	3,86	148	1,8	0,10	0,5	52	20	16	12	3,0	Пр Ср
		2,60	3,25	93	4,5	0,20	—					1,5	
	Личкское	2,55	5,31	105	4,64	0,09	0,1	60	25	10	5	1,7	Ср Сл
		2,48	4,30	90	4,96	0,12	—					1,3	
	Средние по формации	2,92	4,46	128	2,54	0,11	—	55	23	14	8		
		2,56	3,64	92	4,5	0,18	—						
Медно- молибде- новая	Каджаранское	2,65	6,0	142	2,15	0,13	1,2	50	29	11	10	3,2	Пр Ср
		2,60	4,8	123	3,20	0,20	4,0					1,8	
	Агарацское	2,62	6,2	130	1,80	0,15	4,5	54	30	10	6	3,25	Пр Ср
		2,59	4,6	105	2,0	0,20	5,0					2,2	
	Техутское	2,60	5,8	145	2,10	0,10	0,6	48	28	14	10	3,0	Пр Ср
		2,56	4,1	112	3,0	0,18	—					2,5	
	Средние по формации	2,62	6,0	139	2,0	0,13	2,1	51	29	11	9		
		2,58	4,5	113	2,7	0,19	4,5						

1	2	3	4	5
Золото- полиметал- лическая	Шаумянское	3.20	3.85	160
		<u>2.70</u>	<u>3.45</u>	<u>130</u>
	Армаинское	3.0	3.3	130
		<u>3.62</u>	<u>4.1</u>	<u>100</u>
	Меградзорское	2.66	4.42	120
		<u>2.61</u>	<u>4.78</u>	<u>110</u>
	Азатекское	3.25	5.55	105
		<u>3.00</u>	<u>4.67</u>	<u>110</u>
	Сотское	2.70	3.40	97
		<u>2.60</u>	<u>3.24</u>	<u>45</u>
	Средние по формации	2.96	4.11	125
		<u>2.64</u>	<u>4.00</u>	<u>99</u>

* В числителе—руда, в знаменателе—товарная (рудная)

Продолжение Таблицы 2

6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,05	0,11	2,7	54	30	9	7	4,0	Пр
1,98	0,10	—					3,3	Пр
2,8	0,16	1,5	48	38	7	7	2,2	Ср
3,60	0,10	5,5					1,4	Сл
2,98	0,15	7,0	46	30	14	10	1,8	Ср
5,44	0,23	5,0					1,4	Сл
1,55	0,13	5,0	47	26	22	5	3,0	Пр
3,00	0,14	10,0					2,0	Ср
1,84	0,18	0,6	45	30	15	10	3,0	Пр
7,56	0,12	6,1					0,75	Сл
2,05	0,18	3,5	48	31	13	8		
4,58	0,15	9,0						

масса

Индексы и классы значений петрофизических параметров
(по данным [4] с некоторыми исправлениями)

Индексы классов	Классы значений петрофизических параметров					
	Плотность, $г/см^3, \rho$	Модуль упругости, $E \cdot 10^5$ $кгс/см^2$	Прочность, $\sigma_{сж}, МПа$	Пористость, $П, \%$	Пластичность (к-т Пуассона)	Набухательность, $N, \%$
1	2,70	3,0	45,0	1,0	до 0,2	5,0
2	2,41—2,50	3,01—4,0	45,1—70,0	1,01—2,0	0,21—0,3	5,1—15
3	2,51—2,60	4,01—5,0	70,1—105,0	2,01—3,0	0,31—0,4	15,1—25
4	2,61—2,70	5,01—6,0	105,1—140,0	3,01—4,0	0,41—0,45	25,1—35
5	2,70	6,0	140	4,0	0,45	35

По величине ПТУ сложность условий горнорудного производства оценивается по 4 классам: сложные—ПТУ = 0,20—1,49; средние—ПТУ = 1,50—2,99; простые—ПТУ = 3,00—4,00 и благоприятные—ПТУ = 4,01—5,00.

Установлено, что минеральный состав руд определяет оптимальную схему обогащения и номенклатуру товарной продукции, а состав рудовмещающих пород влияет на выбор способов рудоподготовки, режим флотации и дробления [3]. Следовательно, при достоверной оценке технологических условий горнорудного производства необходимо руководствоваться в основном параметрами товарной массы, а не руды. В современной производственной практике в основном руководствуются петрофизическими параметрами руды, что сильно искажает фактические объемы производства и приводит к дисбалансу металла в пересчете на товарную массу и товарный продукт. Это, в свою очередь, приводит к искажению фактических показателей потерь и разубоживания при добыче, а также извлечения основных полезных компонентов при обогащении. Данные, приведенные в табл. 2, подтверждают сказанное. Технологические условия месторождений медно-молибденовой формации по руде оцениваются как простые (ПТУ = 3,0—3,25), а по товарной массе—как средние (ПТУ = 1,8—2,5), т. е. размах значения ПТУ = 1,0 варьирует на грани одного класса содержаний. Эта соразмерность значений ПТУ обусловлена морфоструктурными особенностями оруденения—относительной однородностью внутреннего строения штокверка. Эти месторождения отрабатываются карьером, а руды перерабатываются по упрощенной коллективно-селективной флотационной схеме. Для жильных месторождений меднорудной формации по руде ПТУ = 3,0—4,0, а по товарной массе—1,1—1,6, т. е. размах значений охватывает три класса, что свидетельствует о резком ухудшении технологических условий. Схожая картина наблюдается для месторождений золото-полиметаллической формации. ПТУ по руде равен 1,8—4,0, а по товарной массе—0,75—3,3. Ухудшение технологических условий для этого морфологического типа оруденения в первую очередь определяется неоднородностью петрофизических параметров в пределах жильной зоны и влиянием процессов дробления и окolorудного изменения. Условия отработки золоторудных месторождений сложные; используются дорогостоящие системы добычи с закладкой и полициклические схемы обогащения (гравитация+флотация+цианирование хвостов флотации). Для монокомпонентных медных руд схема обогащения простая.

Изменения в минеральном составе рудовмещающих пород могут отрицательно сказаться на показателе переработки, т. е. в пределах

одного объекта могут быть локальные временные осложнения технологических условий. Сложные технологические условия установлены для сфалерит-энаргит-халькозиновых руд Капана, монтмориллонитизированных руд Агарака, лимонит-малахитовых руд Личка, каолинизированных руд Каджарана, Азатека и др.

Технологические условия различны не только в зависимости от формационной принадлежности месторождения, но и на различных горизонтах (участках, блоках) одного и того же объекта в зависимости от изменения структурных условий (трещиноватость, раздробленность и др.) и формационных параметров (изменение состава руд и пород) локализации оруденения с глубиной. На Шамлугском медном месторождении оценка горно-геологических условий отработки проводилась по трем горизонтам (-140 м, -215 м, -305 м) [4]. Здесь рудовмещающие породы представлены туфобрекчиями андезитовых порфиритов верхнего байоса, а рудные тела пирит-халькопиритового состава представлены жилами и жильными зонами жилково-вкрапленного оруденения. Исследования показали, что с глубиной наблюдается улучшение технологических условий по товарной массе за счет упрощения структурных условий при тех же рудовмещающих породах (ПТУ соответственно равен 2,5, 2,7 и 3,2). На Азатекском золото-полиметаллическом месторождении рудовмещающие породы правобережья представлены интрузивами монцитов, сиенитов и диоритов, а на левобережье—туфопесчаниками, туффитами и порфиритами разного состава. На правобережье технологические условия сложные (ПТУ=1,45) в связи с высокой пористостью и набухаемостью пород (гор. 1490 м), а по руде—средние (ПТУ=2,3). С глубиной (гор. 1288 м) в связи с уменьшением трещиноватости и процессов каолинизации наблюдается улучшение технологических условий (ПТУ=2,6). На левобережье условия средние (ПТУ=2,2), а по руде—простые (ПТУ=3,2).

Опережающие доизучение вовлекаемых в переработку руд показало, что общая оценка технологических условий горнорудного производства может быть полезной только для перспективного планирования и прогнозирования производства, при оперативном планировании необходима ее детализация по участкам и эксплуатационным блокам или же по промышленным типам руд. Многолетними минералого-технологическими исследованиями на Агаракском месторождении было показано, что рудовмещающие породы и их изменения (серицитизация, хлоритизация, пелитизация, биотитизация и др.) не влияют на технологический процесс обогащения, и промышленные типы руд выделялись по ассоциации основных рудных минералов и их количественным соотношениям (Луценко, Амирбекян, 1966; Арутюнян, Пашковкин, 1972). Доизучение вовлекаемых в переработку руд показало ошибочность такого подхода в связи с широким развитием процессов монтмориллонитизации на северо-западном и окисления на южном флангах штокверка (Алоян, Луценко, Арутюнян, Акопян, 1979). Рудовмещающими породами центрального участка являются гранодиорит-порфиры и сиенито-граниты. Изменения представлены окварцеванием и серицитизацией. Руды этого участка характеризуются относительно высокими показателями объемной массы, прочности, упругости и, наоборот, низкими показателями пористости, пластичности и набухаемости. Технологические условия простые, ближе к благоприятным, ПТУ=4,0. Показатель извлечения металлов на уровне 84% (табл. 4). Руды западного борта карьера характеризуются относительно пониженными показателями прочности, упру-

гости и, наоборот, некоторым повышением пористости, пластичности и набухаемости. Технологические условия средние, ближе к сложным, $ПТУ=1,7$. Породы и руды здесь более раздроблены и каолинизированы. Изменения представлены в основном карбонатизацией, серицитизацией и пелитизацией. По технологическим показателям обогащения эти руды хуже рядовых руд, но к труднообогатимым не могут быть отнесены. Извлечение металлов в коллективный концентрат на уровне 79%. Северо-западный и южный фланги карьера характеризуются пониженными показателями плотности, прочности, упругости и резким повышением набухаемости и пластичности (монтмориллонитизированные руды) (табл. 4). Технологические условия сложные, близкие к граничным. Показатели извлечения низкие. Это в том случае, когда среднее содержание меди и молибдена относительно рядовых руд значительно выше. Для окисленных руд наблюдается еще более резкое снижение показателей извлечения меди (69,6%) и молибдена (71,4%), что вызвано наличием окисленных форм минералов. Для усреднения технологических условий промышленных типов руд Агаракского месторождения и обеспечения плановых показателей по обогащению проведены крупнолабораторные экспериментальные исследования и предложена соответствующая шихта (5ц+2с+1ю), а также технология по их селективной переработке (Алоян, Арутюнян, Лусинян, Акопян, 1983).

Аналогичные данные получены и по Каджаранскому медно-молибденовому месторождению, но характер гидротермального изменения (окварцевание, каолинизация и др.) сказывается отрицательно на показателях обогащения в разной степени. Исследованиями установлено, что руды молибденовой разновидности из зоны сильно окварцованных монзонитов характеризуются относительно более высокими показателями плотности, упругости, прочности и низкими показателями пористости и набухаемости ($ПТУ=2,7$), чем рядовые Центрального участка. Однако, показатели извлечения молибдена ниже на 5—7% по сравнению с рядовыми рудами (табл. 4). Исследование распределения металла в классах крупности окварцованной руды, измельченной до флотационной тонины 55—60% класса минус 0,08 мм показало, что содержание молибдена возрастает с увеличением тонины помола. Это объясняется тем, что в крупном классе измельченной руды остаются наиболее трудноизмельчаемые сростки кварца с тонко-вкрапленным молибденитом [1]. Компенсация отрицательного влияния окварцевания достигается путем регулирования качества рудного (помола не менее 60—62% класса минус 0,08 мм), а также введением классификации пенного продукта основной флотации и его доизмельчения до 80% класса минус 0,08 мм с перечистками (Алоян, Тагворян, 1982). Каолинизированные медные руды восточного участка, наоборот, характеризуются относительно низкими показателями плотности, упругости, прочности и более высокой пористостью и набухаемостью ($ПТУ=1,0$), чем рядовые руды Центрального участка. Показатели обогащения этих руд закономерно ниже рядовых руд на 3—5%. Вредное влияние каолиновых шламов компенсируется путем применения сложного реагентного режима и малой плотности пульпы при флотации порядка 27,0—28,0% твердого.

Таким образом, все вышесказанное свидетельствует о целесообразности выделения и практическом значении сквозных количественных критериев оценки технологических условий добычи и переработки для системы руда—рудовмещающая среда—товарная масса (товарный продукт). Доказано, что при технологической оценке ус-

Петрофизическая оценка технологических условий по переработке руд
Агаракского и Каджаранского месторождений

№№ пп	Типы руд, участок	Плотность, г/см ³ , ρ	Модуль упруго- сти, Е · 10 ⁻⁵ , кгс/см ²	Прочность, τ _{см} , МПа	Пористость, П, %	Пластичность, (к-т Пуассона), μ	Набухаемость, N, %	Показатель тех- нологич. усло- вий (ПТУ)	Сложность техно- логич. условий (СТУ)	Ср. сод. в руде $\frac{Cu}{Mo}$, %	Извлечение в коля к-т $\frac{Cu}{Mo}$ %	Ср. сод. в хво- стах $\frac{Cu}{Mo}$ %
<i>Агаракское месторождение</i>												
1.	Рядовые медно-молибденовые руды. Центр. уч-к	2.57	6.2	135.0	2.0	0.2	1.2	4	Простая	$\frac{0.32}{0.02}$	$\frac{83.5}{84.5}$	$\frac{0.05}{0.003}$
2.	Каолинизированные руды. Запад. фланг	2.56	5.4	90.0	2.5	0.23	5.0	1.7	Средняя	$\frac{0.32}{0.02}$	$\frac{79.0}{79.5}$	$\frac{0.05}{0.003}$
3.	Монтмориллонитизированные руды. Сев.—Зап. фланг	2.53	4.0	65.0	4.0	0.29	10.0	0.9	Сложная	$\frac{0.36}{0.04}$	$\frac{76.4}{77.3}$	$\frac{0.075}{0.008}$
4.	Окисленные руды. Южный фланг	2.55	4.29	69.0	3.04	0.24	9.0	1.0	Сложная	$\frac{0.64}{0.028}$	$\frac{69.6}{71.4}$	
<i>Каджаранское месторождение</i>												
5.	Окварцованные молибден. руды. С—З уч.	2.60	6.36	98.0	2.26	0.1	—	2.7	Средняя	—	ниже рядовых на 5—7%	—
6.	Каолинизированные руды. В. уч.	2.56	3.41	75.0	4.56	0.29	15.0	1.0	Сложная	—	ниже рядовых на 3—5%	—
7.	Рядовые медно-молибденов. руды Центральный участок	2.59	4.19	82.0	3.20	0.20	—	1.8	Средняя	—	—	—

ловий горнорудного производства необходимо руководствоваться параметрами товарной массы, т. к. использование петрофизических параметров руды приводит к искажению объемов производства, фактических показателей разубоживания руды и извлечения полезных компонентов, а также к дисбалансу металла в пересчете на товарный продукт. Для обеспечения достоверности данных рекомендуется показатель технологических условий (ПТУ) использовать с детализацией сложности условий по участкам, эксплуатационным блокам (горизонтам) или же по промышленным типам руд. Результаты исследований были широко использованы при перспективном и оперативном планировании показателей горнорудного производства на предприятиях цветной металлургии Армении.

Армнипроцветмет

Поступила 2.V.1996.

Պ. Գ. ԳԱԼՈՅԱՆ

ԼԵՌՆԱՀԱՆՔԱՅԻՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ներկայումս լեռնահանքային արտադրության մեջ գոյություն չունի տեխնոլոգիական պայմանների միասնական քանակական գնահատման ցուցանիշ: Հանքավայրերի լեռնատեխնիկական պայմանները գնահատելիս օգտագործվում են հանքաքարի պետրոֆիզիկական շափանիշները, որը բերում է արտադրության ծավալների, օգտակար բաղադրիչների քանակների, հանքալրատացման ու հանքհարստացման ցուցանիշների աղավաղմանը: Մշակված է պետրոֆիզիկական համալիր ցուցանիշ հանքաքար—հանք պարունակող ապարներ—հանքանյութային շաղախ համակարգի համար: Հիմնավորված է, որ լեռնահանքային արտադրության տեխնոլոգիական պայմանների անսխալ գնահատման համար անհրաժեշտ է հիմնվել հնքանյութային շաղախի (товарная масса) ֆիզիկա-մեխանիկական ցուցանիշների վրա, որոնց հաստատուն ազդեցությունը նկատվում է հանույթ-վերամշակում տեխնոլոգիական շղթայի ընթացքում: Առաջարկվում է արտադրության հեռանկարային պլանավորման ու կանխագուշակման ժամանակ օգտագործել հանքավայրի տեխնոլոգիական պայմանների ընդհանուր գնահատականը, իսկ ընթացիկ պլանավորման դեպքում այն բաղադրատեղի ըստ տեղամասի, շահագործվող բլոկի (հորիզոնի), կամ ըստ հանքաքարի արդյունաբերական տիպի:

P. G. ALOYAN

QUANTITATIVE ESTIMATION OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF MINING PRODUCTION

A general quantitative index of technological conditions for mining production for the system comprising ore—enclosing rocks—marketable product has been developed. To estimate a degree of technological conditions complexity it is recommended to use the petrophysical parameters of marketable product, taking account of the detailed specified conditions according to sites, mining blocks (levels), or commercial ore types.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян П. Г. Состояние сырьевой базы цветной металлургии Армении и перспективы ее расширения и эффективного освоения.—Тр. Арминпроцветмет, Ереван: 1987, с. 7—14.
2. Алоян П. Г. Система техногенных критериев по комплексной оценке и рациональному использованию сырьевых ресурсов горнорудной промышленности Армении.—Тр. Арминпроцветмет, Ереван: 1993, с. 16—23.
3. Алоян П. Г. Промышленная типизация и управление качеством руд на основе геолого-технологического картирования.—Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, т. XLVII, № 1—2, с. 49—55.
4. Вартамян С. У. Обобщенный петрофизический показатель для количественной оценки горно-технических условий месторождения.—Горный журнал, Свердловск. 1990, № 8, с. 18—26.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1995, XLVIII, № 2—3, с. 104—112

С. Ц. АКОПЯН, Р. Г. ГРИГОРЯН, А. А. МАРТИРОСЯН

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА АРАРАТСКОЙ МЕЖГОРНОЙ ВПАДИНЫ

Уроки Спитакского землетрясения заставляют снова обратиться к проблемам, связанным с оценкой физических свойств грунтов и их поведением при сильных землетрясениях. Актуальность этой проблемы еще более очевидна для Араратской впадины, где сосредоточены основные людские и производственные ресурсы республики. В настоящей работе совершена попытка моделирования осадочного чехла Араратской впадины, которая является основой для расчета реакции осадочной толщи на сейсмическое воздействие и также может применяться в других исследованиях.

Характер сейсмических колебаний на конкретной площадке определяется спектром излучения источника колебаний, строением и свойствами среды на пути распространения сейсмических волн от очага к площадке и локальными грунтовыми условиями данной местности.

В соответствии с ныне действующими строительными нормами и правилами сейсмологическая информация для расчетов динамических нагрузок строений выдается в максимально ожидаемых ускорениях [7]. Для расчета сооружений массовой застройки за основу берется значение ускорения из карты общего сейсморайонирования региона и умножается на коэффициент, который определяется по категории грунта на площадке.

При оценке сейсмической опасности ответственных объектов требования иные. На основе тектонической ситуации региона сначала моделируются возможные очаги землетрясений, представляющие опасность для данной площадки. Исходя из геологических, тектонических и сейсмологических предпосылок, каждой зоне присваивается определенный сейсмический потенциал, выраженный в магнитудах. Далее выбирается региональная модель затухания амплитуды сейсмической волны в зависимости от расстояния, магнитуды и рассчитываются максимальные горизонтальные ускорения, которые могут возникнуть от возможных очагов землетрясений. На последнем этапе вводятся поправки за влияние локальных грунтовых условий исследуемой площадки. Этот этап особенно важен, если конкретная структура выполнена мощной толщей осадочных отложений. Окончательный расчет динамических нагрузок конкретных строений выполняется с использованием базовых акселерограмм с расчетным максимальным ускорением.