

УДК 622.331.015.1

**А.В. Чернухин, Э.И. Богуславский**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ГАЙСКОМ ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВАХ ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ**

*При разработке месторождений подземным способом с закладкой выработанного пространства большое значение имеют физико-механические свойства искусственного массива. Оценивается влияние изменения состава закладочной смеси, а именно содержания цемента и ускорителей схватывания, на организацию ведения очистных работ. Разработана экономико-математическая модель, критерием которой являются приведенные затраты на добычу одной тонны руды, а переменным фактором – состав закладочного материала.*

*Ключевые слова: подземный рудник, очистные работы, закладочная смесь, планграмма отработки запасов.*

**Семинар № 15**

### **A.V. Chernuhin, A.I. Boguslavskiy THE MODELING OF STOPING WORKS ORGANIZATION AT THE GAYSKIY UNDERGROUND MINE WITH THE DIFFERENT COMPOSITION OF THE FILLING BLEND**

*By development of deposits by underground way with a bookmark of the produced space physic mechanical properties of an artificial file have great value. In the given work influence of change of structure stowing mixes, contents of cement and row material, on the organization of conducting clearing works is studied. The economic-mathematical model which criterion was the cost price of extracted ore, and by a variable factor - structure of stowing material is developed.*

*Key words: underground mine, stoping works, back-filling blend, planogram of the worked out deposits.*

**И**спользование закладки на подземных рудниках обусловлено необходимостью поддержания руды и вмещающих пород. Для отработки Гайского месторождения медных руд применяется этажно-камерная система разработки с последующим заполнением выработанного пространства твердеющей закладкой. Длина очистного блока

составляет 80 м, высота – 80 м. Блок разбивается на камеры шириной 20 м. После отработки камеры первой очереди заполняются твердеющей смесью. Для безопасности работ в камерах второй очереди закладочный массив в камерах первой очереди должен набрать нормативную прочность, что существенно осложняет организацию очистных работ и негативно сказывается на себестоимости добычи полезного ископаемого. При нормативной прочности 5 МПа срок ее набора закладочным массивом на Гайском подземном руднике составляет 6 месяцев. Для интенсификации очистных работ следует уменьшить время набора искусственным массивом необходимой прочности.

Годовая производственная мощность Гайского рудника в настоящее время составляет 3 млн т. Исходя из этого определяется необходимое количество очистных блоков, находящихся в эксплуатации. Блок делится на 4 камеры, одновременно обрабатываются по две камеры. Производительность каждой составляет 1400 т/сут. Следовательно, производительность блока, находящегося в процессе очистной выемке, с

Месяцы Блоки	Месяцы					
	6	12	18	24	30	36
Блок №1	1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам		
Блок №2	1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам		
Блок №3	1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам		
Блок №4	1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам		
Блок №5		1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам	
Блок №6		1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам	
Блок №7		1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам	
Блок №8		1,3 кам	1,3 кам	2,4 кам	2,4 кам	
Блок №9					1,3 кам	1,3 кам
Блок №10					1,3 кам	1,3 кам
Блок №11					1,3 кам	1,3 кам
Блок №12					1,3 кам	1,3 кам

Рис. 1. Планограмма отработки запасов этажа при базовом составе закладочного материала

— — камера в очистной выемке    — — — камера в закладке    × — отработанная камер

учетом коэффициента одновременно-сти составит 2500 т/сут. Срок отработки камеры составляет 6 месяцев. После отработанные камеры первой очереди заполняются закладочной смесью, твердеющей 6 месяцев. В этот период очистная выемка не ведется, что практически в 2 раза снижает среднюю эксплуатационную производительность очистного блока.

Средняя эксплуатационная производительность блока с запасом 980000 т., при времени отработки камеры 180 суток и периода набора прочности закладочным массивом 180 суток снижается с 2500 до 1300 т/сут из-за технологического простоя в блоке, необходимого для безопасной отработки камер второй очереди. Для обеспечения годовой мощности рудника 3 млн т при вышепе-

речисленных параметрах необходимо держать в работе 8 эксплуатационных блоков. Для наглядного определения требуемого количества блоков построена планограмма отработки запасов с учетом состояния заложенных камер и расположения их друг относительно друга (рис. 1)

В настоящее время на Гайском подземном руднике применяется твердеющая закладка следующего состава:

1. Цемент М300, кг/м<sup>3</sup> 40
2. Молотый доменный граншлак, кг/м<sup>3</sup> 300
3. Хвосты обогащения, кг/м<sup>3</sup> 1400
4. Вода, л/м<sup>3</sup> 480
5. Прочность в 180 сут, МПа 5

Для ускорения набора прочности закладки возможно использование до-

Месяцы Блоки	Месяцы					
	6	12	18	24	30	36
Блок № 1	1,3 кам	=	2,4 кам	=		
Блок № 2	1,3 кам	=	2,4 кам	=		
Блок № 3	1,3 кам	=	2,4 кам	=		
Блок № 4	1,3 кам	=	2,4 кам	=		
Блок № 5		1,3 кам	=	2,4 кам	=	
Блок № 6		1,3 кам	=	2,4 кам	=	
Блок № 7			1,3 кам	=	2,4 кам	=
Блок № 8			1,3 кам	=	2,4 кам	=
Блок № 9					1,3 кам	=
Блок № 10					1,3 кам	=
Блок № 11						1,3 кам
Блок № 12						1,3 кам

Рис. 2. Планограмма отработки запасов этажа при добавлении добавки МСФ в закладочную смесь

— - камера в очистной выемке    - - - камера в закладке    × - отработанная камера

бавок - регуляторов схватывания и твердения раствора (ускорителей или замедлителей). Такие добавки, применительно к технологии сухих строительных смесей, в качестве отличительных признаков от добавок для традиционных растворов и бетонов, должны быть сухими, негигроскопичными и быстрорастворимыми в воде.

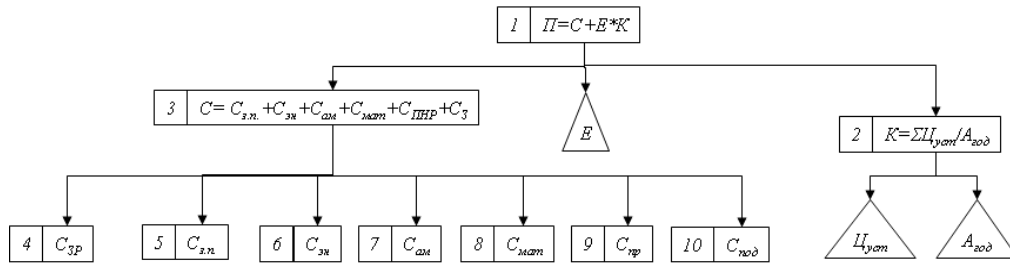
По своему составу твердеющая закладка является разновидностью бетона. Вот почему при оценке ее прочностных и других характеристик наиболее достоверным методом, как и для бетонов, является прямое физическое моделирование процессов твердения. Для формирования образцов использовались специальные формы. Форма представляет собой куб с размером ребра 70 мм. После заполнения твердеющей смесью форму плотно закрывали полиэтиленовой пленкой. По истечении контрольного времени твердения (28, 90, 180 су-

ток) образцы аккуратно извлекали из формы, щеткой очищали их боковые поверхности, производили замеры размеров, затем образцы испытывались на гидравлическом прессе в условиях естественной влажности.

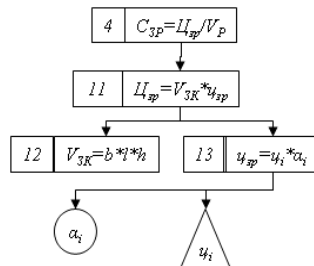
Для разработки организации очистных работ при использовании полученного состава закладки, была построена планограмма отработки запасов одного этажа (рис. 2), позволяющая определить потребное количество очистных блоков, находящихся в одновременной отработке, для обеспечения годовой производственной мощности. В настоящее время необходимо 8 блоков, производительность каждого из которых составляет 1300 т/сут. Использование нового состава закладки позволит сконцентрировать очистные работы в 6 блоках и увеличить производительность каждого до 1600 т/сут.

Для оценки экономической эффективности применения организации работ

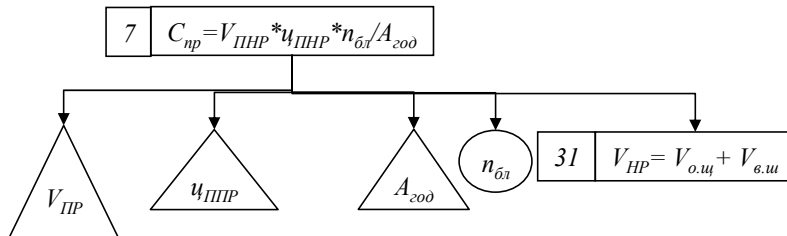
**Блок №1 «Приведенные затраты»**



**Блок №2 «Себестоимость по закладочным работам»**



**Блок №7 «Проходка выработок»**



**Блок №8 «Поддержание выработок»**

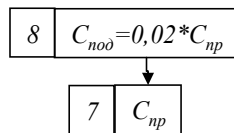
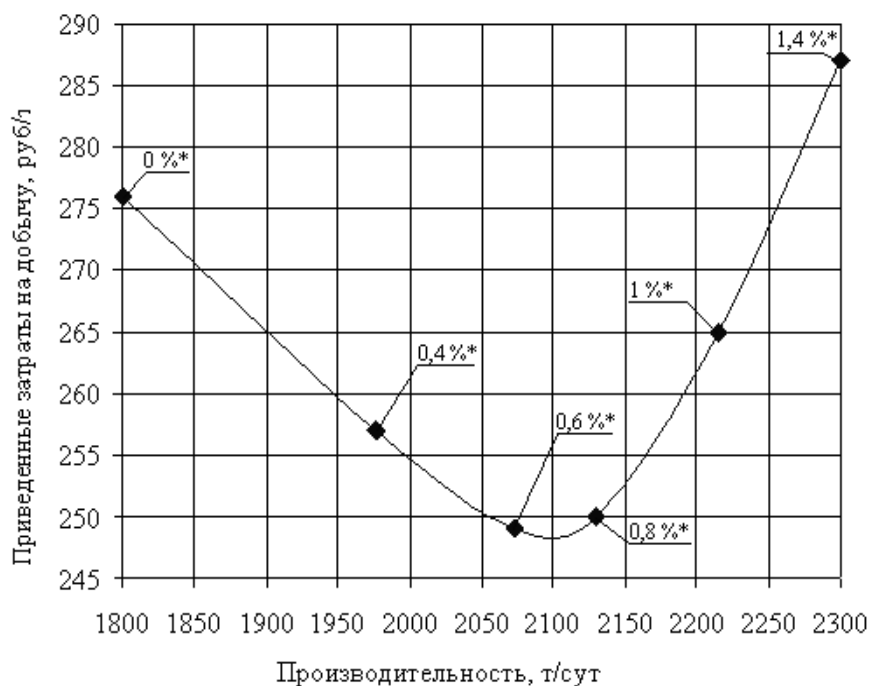


Рис. 3. Элементы экономико-математической модели



\* Содержание ускорителя с хвостованья

**Рис. 4. Зависимость приведенных затрат на добычу от производительности очистного блока и состава закладочного материала**

при предложенном составе смеси разработана экономико-математическая модель, критерием которой являются приведенные затраты на добычу одной тонны руды. Некоторые блоки модели представлены на рис. 3.

Приведенные затраты в случае использования новой организации работ ниже, чем для использующейся в на-

стоящее время, на 9 % (рис 4.), следовательно использование предложенного состава закладочной смеси дает возможность повысить эффективность отработки месторождения за счет увеличения производительности применяемой системы с 1300 до 1600 т/сут разработки и снижения приведенных затрат с 277 до 248 руб/т. **Т/АБ**

#### Коротко об авторах

Чернухин А.В., Богуславский Э.И. – Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) им. Г. В. Плеханова, bogusl@spmi.ru

