

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ МАССИВОВ НА ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ АО «КАЗЦИНК»

**Ю.Н. Шапошник**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева (ВКГТУ им. Д. Серикбаева)  
*ул. Протозанова 69, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, 070004*

**С.Н. Шапошник**

Зыряновский центр ВКГТУ им. Д. Серикбаева  
*ул. Солнечная, 7, кв. 33, Зыряновск, Республика Казахстан, 070803*

В статье рассмотрены вопросы улучшения реологических свойств закладочных смесей за счет использования в составе добавок-пластификаторов и представлены результаты разработки рациональных схем подачи пустой породы от проходческих работ в пустоты отработанных камер без выдачи породы на поверхность.

**Ключевые слова:** закладочная смесь, реологические свойства закладочной смеси, химические добавки-пластификаторы.

В последние годы на бетоно-закладочных комплексах (БЗК) горнодобывающих предприятий Восточного Казахстана (Орловский рудник объединения «Востокмедь» корпорации «Казахмыс», Малеевский и Тишинский рудники Зыряновского и Риддерского горно-обогачительных комплексов АО «Казцинк») была внедрена современная система автоматического контроля и регулирования подачи закладочных материалов и твердеющей смеси [1].

Модель управления БЗК основана на рецептуре приготовления смеси. В зависимости от требуемой производительности в систему вводятся данные по удельным нормам компонентов на 1 м<sup>3</sup> смеси. Система пересчитывает подаваемые в смесь компоненты и в автоматическом режиме поддерживает требуемый объем и плотность закладочной смеси.

Составы твердеющих закладочных смесей для заполнения выработанного пространства выбирают с учетом требований к нормативной прочности искусственного массива и в зависимости от марки (активности) вяжущего и его вида.

Состав закладочной смеси выбирают по назначенной нормативной прочности в требуемом возрасте закладки (28, 60, 90, 180 или 360 суток). Промежуточные значения при этом находят методом линейной интерполяции.

Автоматический режим работы БЗК производится с помощью программного компьютерного управления и включает:

- автоматический запуск и остановку комплекса;
- автоматическую подачу компонентов закладочной смеси в зависимости от заданной производительности и заданного состава закладочной смеси;

— регистрацию текущих и суммируемых значений показателей расхода твердых и жидких компонентов смеси, плотности цементного молока, закладочной смеси;

— архивацию всех параметров работы закладочного комплекса за длительный период работы;

— регистрацию уровней закладочных материалов в расходных емкостях;

— выдачу аварийного сигнала при сбоях в технологии закладочных работ.

Опыт закладочных работ на технически высокооснащенных подземных рудниках Восточного Казахстана показывает, что, несмотря на автоматизацию процесса приготовления закладочной смеси, не всегда фактическая прочность закладочного массива соответствует нормативной. Например, на Малеевском руднике при поэтажно-камерной системе разработки со сплошной выемкой руды в восходящем порядке нормативная прочность закладочного массива составляет: в камерах III очереди выемочного блока — 2,5—3,0 МПа, в камерах I очереди выемочного блока — 4,0 МПа.

Расход вяжущего в составе закладочной смеси при необходимой прочности закладочного массива в возрасте 360 суток приведен на рис. 1.

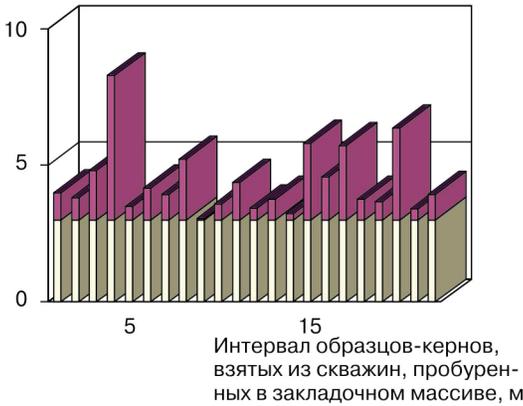


**Рис. 1.** Зависимость расхода вяжущего в составе закладочной смеси от необходимой прочности закладочного массива в возрасте 360 суток

Фактическая прочность закладочного массива на Малеевском руднике на основе бурения для взятия образцов-кернов и испытания их на прочность в специализированной лаборатории строительных и закладочных работ Риддерского ГОК АО «Казцинк» составила: в камере № 15 (III очередь выемочного блока) — 5,92 МПа, в камере № 19 (I очередь выемочного блока) — 4,25 МПа.

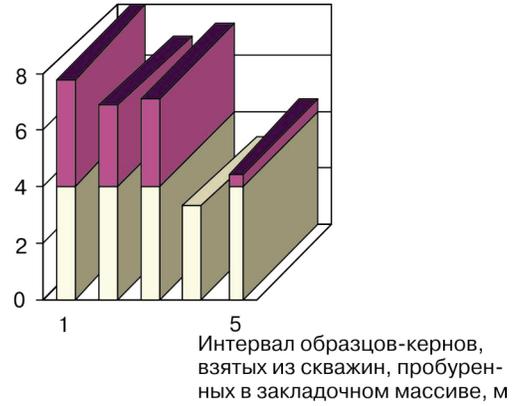
Таким образом, фактическая прочность закладки превысила нормативную для камеры III очереди выемочного блока на 97%, камеры I очереди выемочного блока — на 6% (рис. 2, 3). Это приводит к перерасходу дорогостоящего цемента и гранулированного шлака молотого и в целом повышает себестоимость добычи руды.

Фактическая прочность закладки, МПа



**Рис. 2.** Прочностные характеристики керновых образцов закладки камеры № 15 (III очереди выемочного блока) Родниковой рудной зоны Малеевского месторождения

Фактическая прочность закладки, МПа



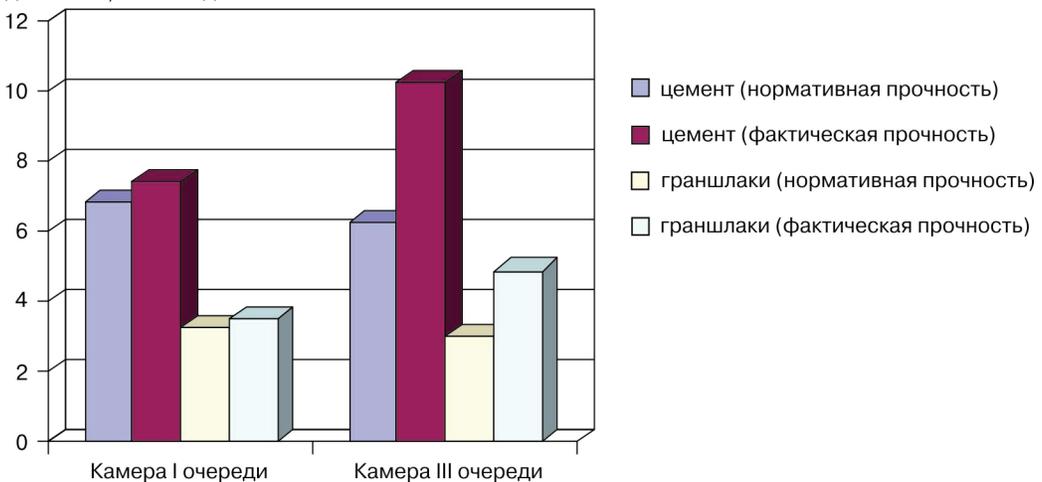
**Рис. 3.** Прочностные характеристики керновых образцов закладки камеры № 19 (I очереди выемочного блока) Родниковой рудной зоны Малеевского месторождения

При этом сформированный закладочный массив не всегда однороден и не везде удовлетворяет необходимой нормативной прочности из-за того, что в процессе закладочных работ реологические свойства закладочной смеси могут ухудшаться (смесь теряет однородность при транспортировке и укладке).

С учетом стоимости вяжущих (цемента и гранулированных шлаков) перерасход данных материалов закладочной смеси в стоимостном выражении при закладке пустот камер I и III очередей выемочного блока представлен на рис. 4.

Улучшение реологических свойств закладочных смесей возможно за счет использования в составе закладочных смесей добавок-пластификаторов.

Затраты на вяжущее, долл США/м<sup>3</sup> закладки



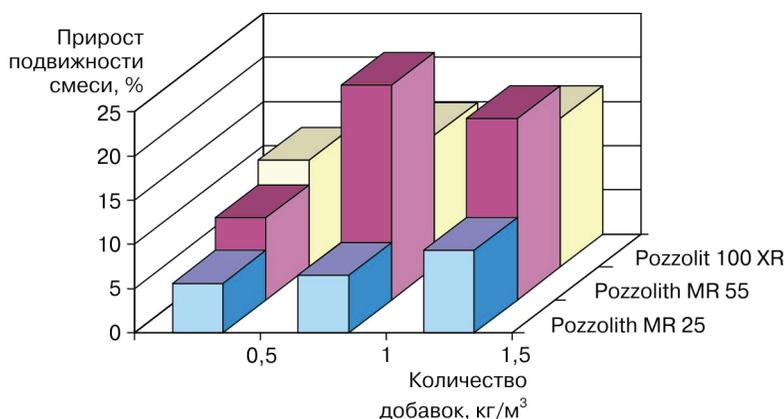
**Рис. 4.** Затраты на вяжущее на 1 м<sup>3</sup> закладки при нормативной и фактической прочности закладочного массива

Производителем добавок к бетону в Республике Казахстан является компания USTA-YKS-degussa, цеха по производству добавок которой находятся в г. Алматы и г. Астане. Наиболее подходящими для условий подземных рудников Восточного Казахстана являются следующие химические добавки: Pozzolith MR 25, Pozzolith MR 55 (на основе Pozzolith MR 25 с воздухововлекающими добавками), Pozzolith 100 XR (с замедлителем схватывания бетона) [2]. Стоимость добавок-пластификаторов в компании USTA-YKS-degussa (г. Алматы) на сегодняшний день составляет 0,91 долл. США/кг.

Использование данной добавки в составе закладочной смеси дало возможность (в зависимости от дозировки добавки) повысить подвижность смеси в лабораторных условиях на 20%, при этом прочность закладки в возрасте 28 суток повысилась примерно на 10—15%, что позволило снизить расход дорогостоящего цемента при приготовлении закладочной смеси при условии сохранения прочностных свойств закладочного массива.

Анализ лабораторных испытаний показал, что при составе закладочной смеси: цемент — 140 кг/м<sup>3</sup>, хвосты текущие — 1288 кг/м<sup>3</sup>, вода — 476 кг/м<sup>3</sup> при введении в состав смеси добавок-пластификаторов в количестве 1,0 кг/м<sup>3</sup> повышение подвижности смеси имеет следующие значения: Pozzolith MR 25 — 9,3%, Pozzolith MR 55 — 24,3% и Pozzolith 100 XR — 20,5% (рис. 5).

Недостаточная (ниже нормативной) прочность закладочного массива приводит к повышенному разубоживанию рудной массы закладкой, что негативно сказывается на процессе обогащения руды на обогатительной фабрике (снижается извлечение металлов).



**Рис. 5.** Изменение подвижности смеси при составе: цемент — 140 кг/м<sup>3</sup>; хвосты текущие — 1288 кг/м<sup>3</sup>; вода — 476 кг/м<sup>3</sup>

Проектное разубоживание при одностороннем контакте с закладкой на Малеевском руднике принято 4,3%. Наиболее сильное негативное влияние на извлечение металлов на обогатительной фабрике происходит при содержании бетона в рудной массе более 5%.

Известно, что повышение разубоживания рудной массы бетонной закладкой на 1% влечет за собой снижение извлечения на обогатительной фабрике на 1% [3].

Однако фактическое разубоживание за счет прихвата при отбойке рудного массива закладочным материалом в камерах II, III и особенно последней IV очереди (при двухстороннем боковом контакте с закладочным массивом) довольно часто превышает пороговый предел в 5%.

Неоднородность сформированных закладочных массивов даже при условии автоматизации технологического процесса приготовления закладочной смеси объясняется следующими причинами:

— необходимостью ежесменной промывки бетоновода водой с поверхностного БЗК, что приводит к образованию слоистой структуры формируемого закладочного массива;

— неполной механизацией и автоматизацией технологических процессов, особенно вспомогательных, по всей технологической цепочке закладочных работ на подземном руднике;

— низкой производственной культурой обслуживающего персонала.

На сегодняшний день применяемые технологии добычи руды подземным способом не предусматривают полной утилизации отходов производства в выработанном пространстве. Это в первую очередь относится к утилизации пустой породы от проходческих работ.

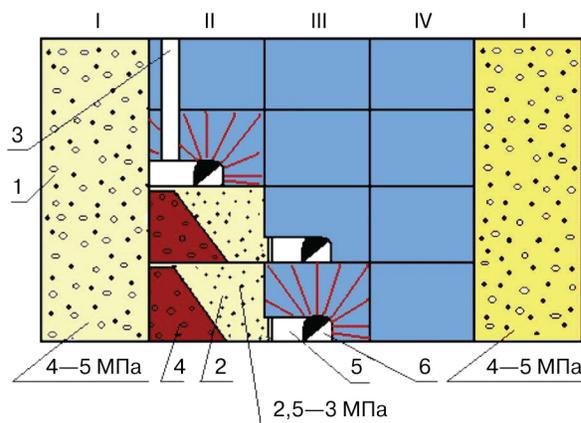
Анализ работы подземных рудников показывает, что значительный объем породы от проходческих работ выдается из шахты и складывается на поверхности в породных отвалах и только незначительная часть породы от проходческих работ используется для закладки без выдачи ее на поверхность и складирования в породный отвал. При этом горнорудные предприятия несут дополнительные расходы на транспортирование к стволу шахты, подъем и складирование породы на поверхности, а также на штрафы по экологии за загрязнение окружающей среды. Однако при очевидной эффективности утилизации породы от проходческих работ в закладку без выдачи ее на поверхность объемы утилизированной породы от проходческих работ в закладку на подземных рудниках в настоящее время еще низки. Вместе с тем в условиях рыночной экономики необходимо повышать эффективность добычи руд подземным способом, эксплуатации горного оборудования.

Проблему разработки ресурсосберегающей технологии добычи руды с утилизацией в закладку породы из проходческих работ без выдачи ее на поверхность и складирования в отвалах необходимо решать комплексно на основе современных научных подходов и оптимизации процессов горных работ.

В последние годы горнорудные предприятия АО «Казцинк», ведущие разработку колчеданно-полиметаллических месторождений Восточного Казахстана, стали уделять большое внимание вопросам рационального недропользования, в частности, утилизации пустой породы от проходческих работ в закладку без выдачи пустой породы на поверхность.

В результате проведенных на руднике научно-исследовательских работ сотрудниками Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева и ДГП «Восточного научно-исследовательского горно-метал-

лургического института цветных металлов» Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан совместно со специалистами Зырянского ГОК АО «Казцинк» разработаны на уровне изобретений рациональные схемы подачи пустой породы от проходческих работ в пустоты отработанных камер без выдачи породы на поверхность (рис. 6).



**Рис. 6.** Схема подачи породы через отрезной восстающий:

- 1 — закладочный массив прочностью 4 МПа; 2 — закладочный массив прочностью 2,5—3 МПа; 3 — отрезной восстающий; 4 — породный навал; 5 — погрузочный заезд; 6 — буро-доставочный орт

Наряду с традиционными схемами подачи породы в выработанное пространство самоходными ПДМ, оборудованными дистанционным управлением, по днищу отработанных камер и из погрузочных заездов смежных поэтажных камер, расположенных выше уровня формируемого породного навала, с одновременной подачей твердеющих закладочных смесей в производство внедрены схемы подачи пустой породы от проходческих работ в пустоты отработанных камер через отрезные восстающие и отрезные щели.

В результате проведенных расчетов накопленных дисконтированных потоков денежных средств чистой прибыли на счету предприятия при утилизации пустой породы в закладку самоходными машинами выявлено, что значительный экономический эффект достигается при расстояниях доставки пустой породы в шахте до 500 м [4; 5]. Утилизация породы от проходческих работ в закладку без выдачи породы на поверхность позволила снизить экологические налоги за размещение породных отвалов на поверхности и уменьшить негативное экологическое воздействие на окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рябов Ю.И., Березиков Е.П., Выходцев В.Л., Шахов А.П., Степанов С.Ю., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н. Состояние и перспективы развития горных работ на Малеевском руднике АО «Казцинк» // Горный журнал Казахстана. — 2005. — № 7. — С. 5—10.
- [2] Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н. Ресурсосберегающая технология закладочных работ на подземных рудниках // Горный журнал Казахстана. — 2007. — № 6. — С. 10—13.

- [3] *Шестаков В.А.* Проектирование горных предприятий. — М.: МГГУ, 2003.
- [4] *Березиков Е.П., Выходцев В.Л., Шахов А.П., Крупник Л.А., Фаустов С.И., Шапошник Ю.Н.* Схемы утилизации породы от проходческих работ самоходными машинами на Малеевском руднике // Горный журнал Казахстана. — 2005. — № 3. — С. 8—10.
- [5] *Березиков Е.П., Шахов А.П., Шапошник Ю.Н.* Утилизации породы от проходческих работ на Малеевском руднике Зырянского ГОКа АО «Казцинк» // Горный журнал Казахстана. — 2004. — № 1. — С. 9—12.

## **RATIONAL TECHNOLOGIES OF FILLING MASSES FORMATION AT UNDERGROUNDS MINES OF JSC «KAZZINC»**

**Y.N. Shaposhnik**

East-Kazakhstan State technical university named for D. Serikbaev  
*Ust-Kamenogorsk, the Republic of Kazakhstan*

**S.N. Shaposhnik**

Zyryanovsky centre of East-Kazakhstan State technical  
university named for D. Serikbaev  
*Solnechnaya str., 7, flat 33, Zyryanovsk, the Republic of Kazakhstan, 070803*

Issues on improvement of rheological properties of backfilling mixtures owing to the use of plastifying agents as additives to the mixtures composition were studied in the work, and rational schemes were developed for mining waste supply to the empty exploited rooms not raising it to the surface.

**Key words:** the composition mixtures, rheological properties of compositions mixtures, chemical plastifying agents.



**Шапошник Юрий Николаевич**, доктор технических наук, профессор ВКГТУ, заместитель декана по науке Горно-металлургического института

**Шапошник Сергей Николаевич**, кандидат технических наук, доцент Зырянского центра ВКГТУ, директор ТОО «Проект-сервис-плюс», автор более 100 работ в области технологии закладочных работ в подземных условиях  
e-mail: shaposhniksergey@mail.ru

