© Г.В. Секисов, В.Г. Романов, Ю.А. Мамаев, Н.В. Зыков, 2006

УДК 622.271

Г.В. Секисов, В.Г. Романов, Ю.А. Мамаев, Н.В. Зыков

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА БАЗЕ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ

Семинар № 12

Горнопромышленное производство в России на протяжении нескольких столетий являлось важнейшим звеном ее экономики и обороноспособности.

Несмотря на резкий спад в 90-х годах минувшего столетия производства в стране минеральной продукции и обострившуюся конкуренцию на внешнем рынке, роль ее горной промышленности, несомненно, должна возрастать. Это во многом будет определяться темпами формирования и развития внутреннего рынка и уровнем научно-технического прогресса как в самой горной промышленности, так и в химико-металлургическом производстве.

Ныне, к большому сожалению, и недопустимости в будущем, по уровню важнейших показателей эффективности данных производств наша страна значительно отстает от передовых стран мира. В частности, в настоящее время производительность труда на многих отечественных карьерах в 2,5–8 раз ниже, а эксплуатационные затраты в 1,5–3,5 раза выше, чем на подобных предприятиях развитых стран. Более значительны, к сожалению, и экологические издержки. Сравнительно низкий пока уровень комплексного освоения и использования минеральных ресурсов.

Поскольку генеральным направлением в обеспечении развития горной промышленности страны является открытый способ добычи полезных ископаемых (ныне данным способом добывается порядка 70–73 % твердых полезных ископаемых), то, прежде всего, необходимо в короткие сроки обеспечить высокий уровень научно-технического прогресса в области открытой разработки месторождений.

Ключом к решению этой общей проблемы является создание высокоэффективных технологий добычи, подготовки и переработки полезных ископаемых и освоения месторождений и других минеральных объектов в целом.

Используемые в настоящее время в горной промышленности технологии (даже с использованием открытого способа разработки) характеризуются, в частности:

- большими сроками освоения, поскольку от начала детальной разведки до промышленного выпуска минеральной продукции проходит не менее 7–10 лет, а в отдельных случаях и до 10–15 лет и более (хотя в последние годы наметилась тенденция к их сокращению);
- значительными капитальными и эксплуатационными затратами на производство минеральной продукции;

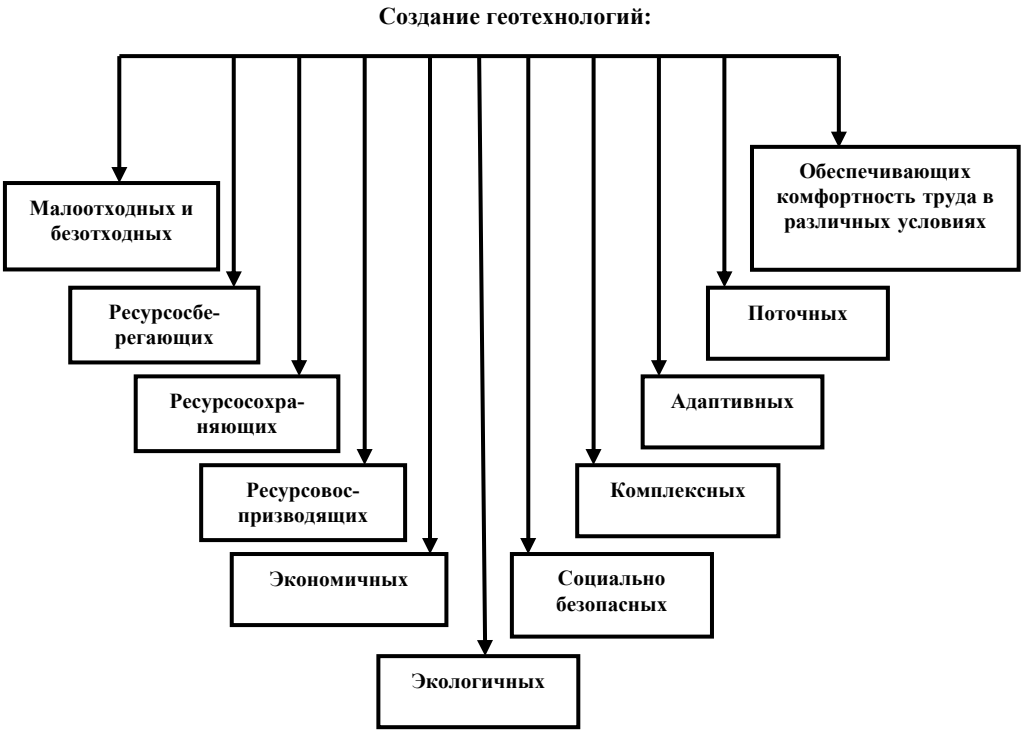

Рис. 1. Основные особенности высокоэффективных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых (на базе открытого способа добычи)

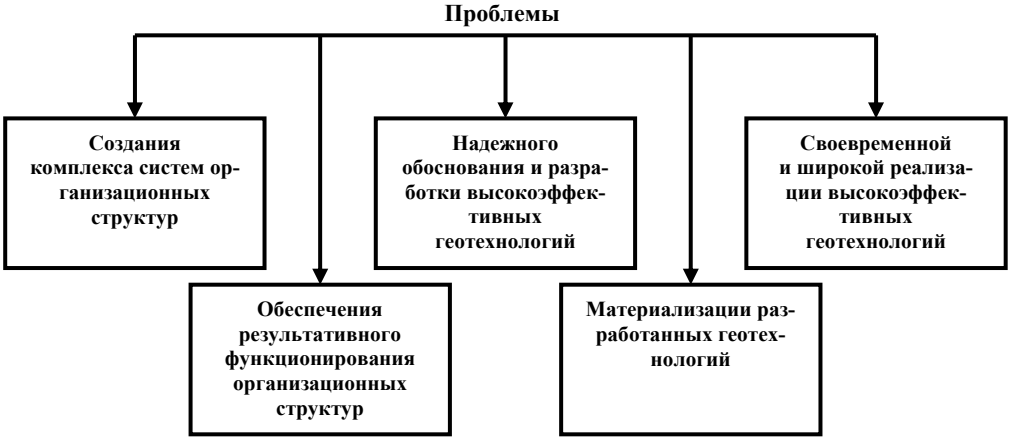

Рис. 2. Комплекс основных проблем создания высокоэффективных геотехнологий

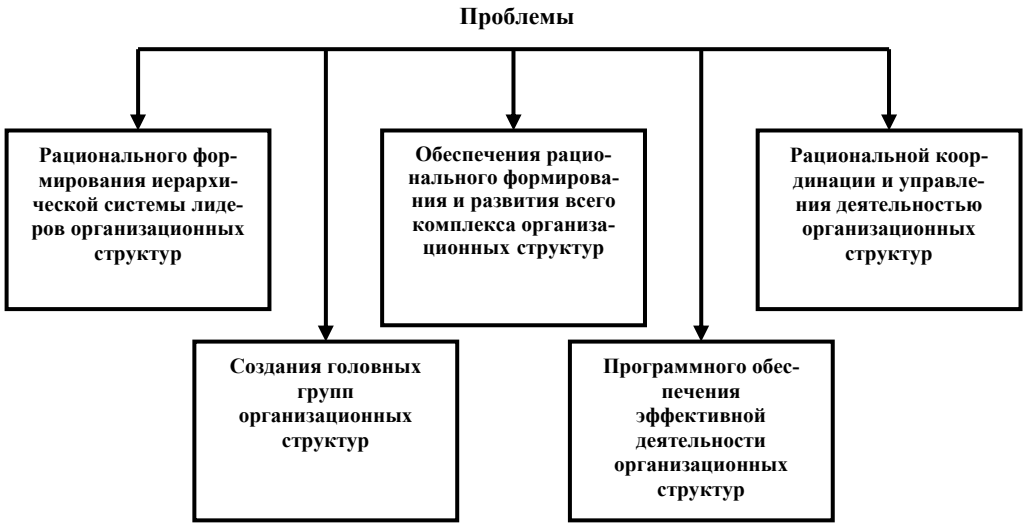

Рис. 3. Комплекс основных организационных проблем

Рис. 4. Общий состав кадровых проблем

- весьма низкой производительностью труда;

- высокими затратами энергии, материалов и других ресурсов;

- невысоким уровнем комплексного освоения недр и минерального сырья;

- наличием немалого количества процессов и операций, подчас даже разобщенных (во времени и пространстве);

- относительно высоким уровнем минеральных отходов и т.д.

В связи с этим возникла острая необходимость в течение короткого времени (от 3 до 7 лет и реже – до 10 лет)создать целый ряд весьма прогрессивных технологий освоения, которые отвечали бы в комплексе многим высоким требованиям (рис. 1).

Однако создание таких технологий в весьма короткие сроки – дело исключительно сложное, учитывая то обстоятельство, что за это время необходимо перейти от коренного усовершенствования используемых в настоящее время технологий к автоматизированным и даже роботизированным новым и новейшим технологиям.

Принципиально это возможно осуществить; для этого необходимо, прежде всего, определить комплекс основных проблем, решение которых позволит создать и широко использовать высокоэффективные и высокие техно-логии освоения.

К основным проблемам создания геотехнологий (в современных условиях) в нашей стране следует отнести проблемы, представленные рис. 2.

На современном этапе первостепенное значение приобретают четкое выделение и своевременное решение проблем организации деятельности по созданию эффективных геотехнологий, поскольку ныне, несмотря на имеющийся задел в этой области и наличие определенных производительных сил, последние должным образом не организованы, материально и финансово не обеспечены.

Исходный (наиболее общий) комплекс организационных проблем создания геотехнологий и, прежде всего, технологий освоения месторождений полезных ископаемых и различных минеральных объектов на базе открытого способа добычи полезных ископаемых, представлен рис. 3.

При этом на первый план нами выдвинуто формирование системы лидеров – талантливых и в то же время ответственных организаторов, высокопрофессиональных специалистов. Ныне, не смотря на относительно большую численность в стране докторов и кандидатов наук, с подлинными лидерами в области науки, управления и производства, – подобных академикам Н.В. Мельникову, М.И. Агошкову, В.В. Ржевскому, министрам П.Ф. Ломаке, Е.П. Славскому, И.П. Казанцу и ряду других выдающихся личностей, – проблема, если учесть возраст большинства крупных ученых и специалистов и острый дефицит с талантливыми и опытными относительно молодыми специалистами. Тем не менее страна пока еще (по крайней мере в ближайшие 3–5 лет) располагает возможностью сформировать необходимый корпус лидеров-организаторов, если, к тому же, не ограничиваться вовлечением ученых и специалистов лишь из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, а использовать практически весь имеющийся высокий кадровый потенциал.

Образование иерархической системы лидеров позволит сформировать и задействовать как головные группы, так и весь комплекс систем организационных структур по созданию прогрессивных геотехнологий.

Укрупненно исходный состав комплекса проблем обеспечения результативного функционирования и развития организационных структур может быть представлен тремя основными блоками:

I. Проблемы финансово-экономического обеспечения.

II. Проблемы кадрового обеспечения.

III. Проблемы создания и использования современных экспериментальных баз, вплоть до создания технопарков в крупных городах.

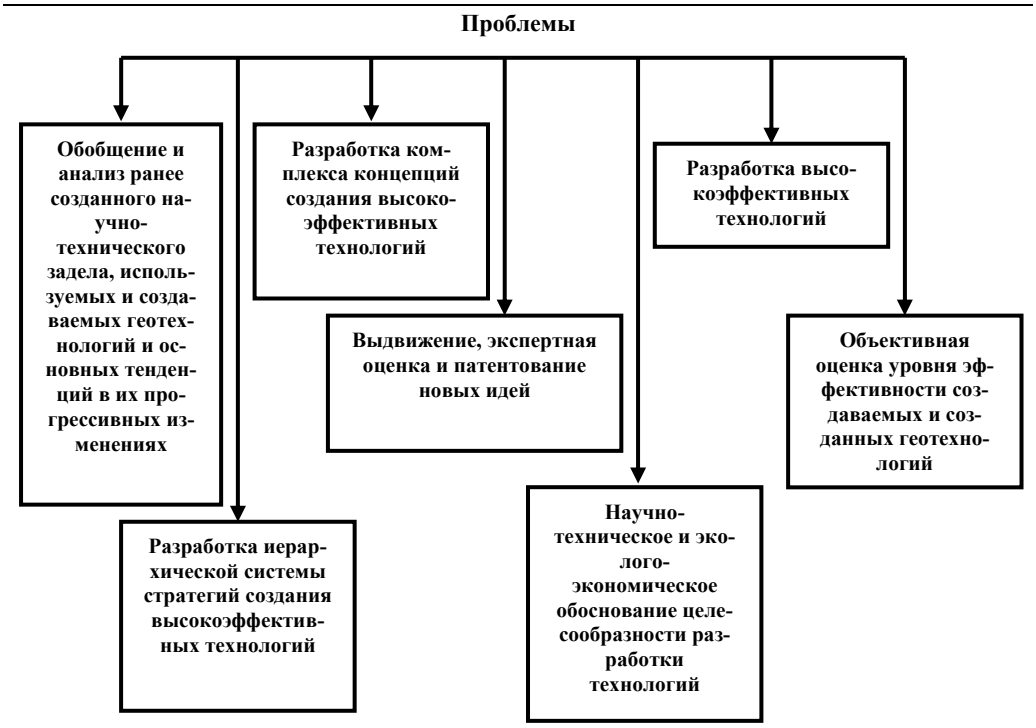

Рис. 5. Комплекс проблем обоснования и разработки эффективных геотехнологий

В свою очередь, проблемы собственно финансового обеспечения должны включать:

а) проблемы госбюджетного финансирования;

б) проблемы финансирования из специальных фондов;

в) проблемы спонсорского финансирования.

Большую остроту в настоящее время (и особенно – в ближайшие годы) приобретают кадровые проблемы (рис. 4), поскольку в настоящее время основная часть высококвалифицированных научных, инженерно-технических работников и специалистов собственно производственной сферы является возрастной, а пополнение молодыми – скудное и проблемы не решает.

Сложившаяся ныне в стране критическая обстановка с высококвалифицированными специалистами и особенно – научно-техническими работниками требует незамедлительного решения кадровых проблем.

Не преследуя цели освещения весьма сложного комплекса путей решения вышеизложенных проблем, отметим лишь, что, прежде всего, необходимо в ближайшие 2–3 года осуществить рациональное объединение усилий научно-исследовательских и учебно-образовательных заведений, общественных академий наук в едином комплексе систем создаваемых современных организационных структур.

Общий состав комплекса проблем, связанных с непосредственным обоснованием и разработкой высокоэффективных геотехнологий, представлен рис. 5.

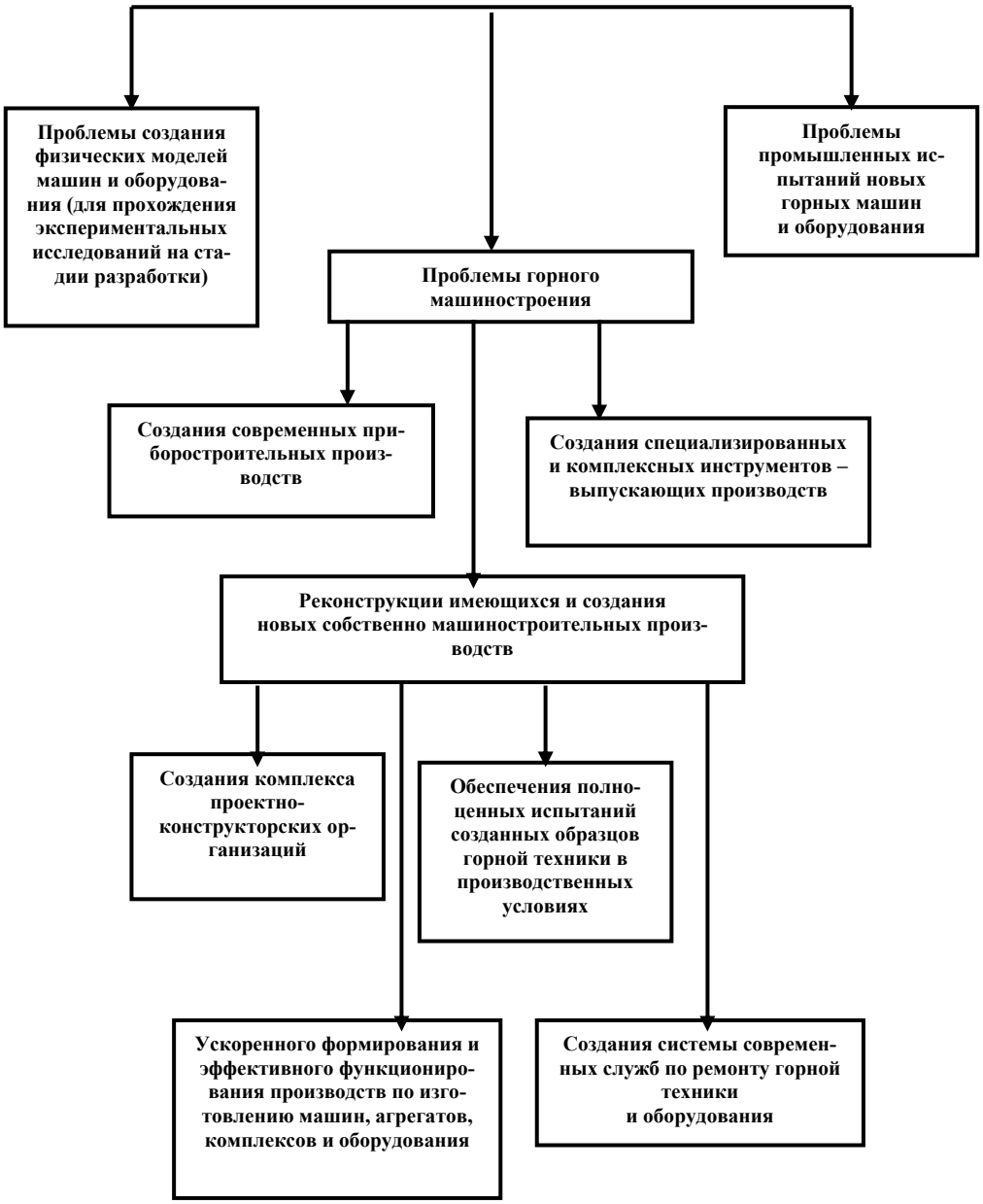

Рис. 6. Комплекс основных проблем материализации создаваемых технологий

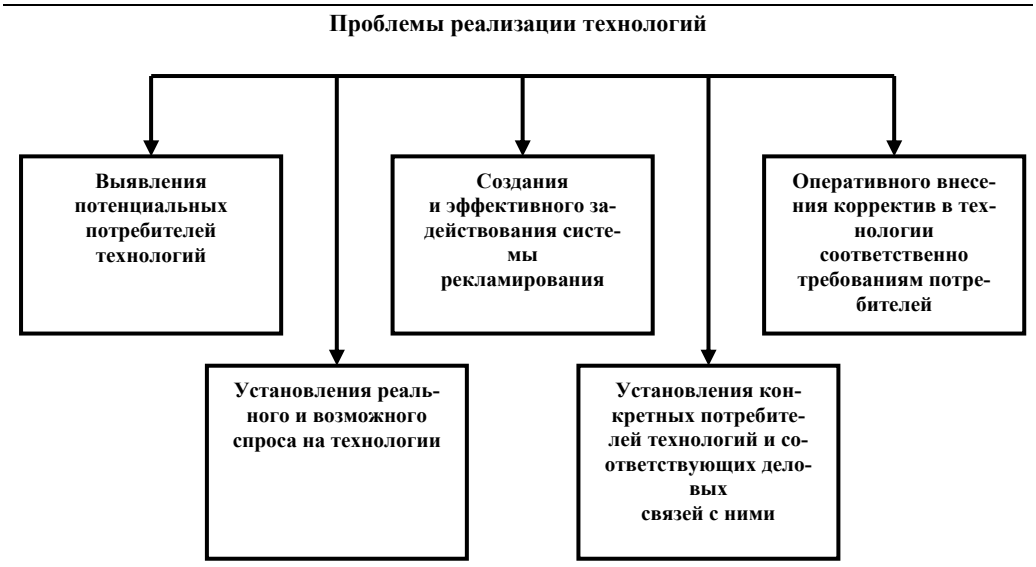

Рис. 7. Общий состав основных проблем реализации созданных технологий

Особенно большую остроту приобрела в настоящее время материализация технологий, под которой понимается создание комплекса прогрессивных технических средств, позволяющих задействовать технологические процессы и создаваемые технологии в целом как в процессе их экспериментальных испытаний, так и опытно-промышленной проверки. Комплекс проблем, связанных с осуществлением материализации разработанных технологий, представлен рис. 6.

В современных рыночных экономических условиях все большее значение приобретает эффективная реализация прогрессивных технологий.

Однако, чтобы это стало непреложной реальностью предстоит решить комплекс взаимосвязанных проблем, укрупненный состав которого представлен рис. 7.

Что касается путей и способов решения всего комплекса вышеизложенных проблем, то это – предмет специальных обоснований, изложение которых далеко выходит за рамки отдельной публикации. Однако следует отметить, что началом в их решении должно послужить выявление генерального лидера, обладающего весьма большими организаторскими способностями, и наделение его высокими полномочиями в масштабах страны.

Коротко об авторах

Секисов Г.В., Романов В.Г., Мамаев Ю.А., Зыков Н.В. – ИГД ДВО РАН.

© С.К. Рубцов, А.Г. Шлыков,

**Е.Н. Кочегаров,
П.А. Шеметов, В.О. Мальгин,
2006**

УДК 622.271.333:550.37

***С.К. Рубцов, А.Г. Шлыков, Е.Н. Кочегаров,
П.А. Шеметов, В.О. Мальгин***

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И КАНАТНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ

Семинар № 12

Карьер Мурунтау Навоийского ГМК – высокопроизводительное золоторудное предприятие, глубина которого достигает 450 м и постоянно увеличивается, что приводит к сокращению рабочих зон и соответственно к повышенной концентрации на ограниченной площади горнотранспортного оборудования. В условиях ограничения рабочих зон и увеличения насыщения в них выемочно-погрузочного и другого оборудования происходит снижение производительности экскаваторов за счет организационно-техни-ческих причин, вызванных несвоевременной подачей автосамосвалов и скоростью их движения, а также необходимостью частого переноса ЛЭП. Поэтому в данных условиях применение мобильной и автономной, не зависящей от энергоснабжения выемочно-погру-зочной техники с большой единичной мощностью, в частности, гидравлических экскаваторов (ЭГ), вполне оправдано. Такие преимущества ЭГ как автономность и маневренность позволяет наиболее эффективно их использовать в сочетании с большегрузными автосамосвалами в стесненных условиях отработки забоев в широком диапазоне изменения свойств горных пород, сложном строении рудных тел и неравномерности распределения полезного ископаемого в горном массиве.

На карьере наряду с экскаваторами канатными (ЭКГ-8, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5, ЭКГ-15), начиная с 1995 г. в эксплуатации находятся гидравлические экскаваторы: CAT-5230 (2 шт.), RH-170 (2 шт.) и EX-3500 (1 шт.) фирм Катерпиллар (США), Орienштейн-Коппель (Германия) и Хитачи (Япония) с емкостью ковша до 15 м^3. С августа 2003 г. введены в работу два электрогидравлических экскаватора RH-200 с емкостью ковша 20 м^3 (табл. 1).

Анализ конструктивных и технологических данных гидравлических экскаваторов показывает, что они практически сопоставимы друг с другом по геометрическим и энергосиловым параметрам. Главными отличиями ЭГ по сравнению с канатными являются автономность в работе и шарнирное сочленение рукояти ковша со стрелой.

Фактор автономности позволяет использовать ЭГ в стесненных условиях отработки экскаваторных забоев в карьере, второй фактор ограничивает высоту забоя высотой черпания экскаватора. Шарнирное сочленение рукояти ковша со стрелой уменьшает радиус черпания, поэтому гидравлические экскаваторы в процессе работы располагаются ближе к откосу уступа по сравнению с электрическими канатными. Так, например, если у канатного экскаватора ЭКГ-15 максимальная высота черпания (16,4 м) в 1,4 раза меньше

Таблица 2

Основные технико-экономические показатели работы экскаваторов за 1999-2003 гг.

Показатели	Ед. изм.	CAT-5230	EX-3500	RH-170	RH-200*)	ЭКГ-15
Количество экскаваторов	шт.	2	1	2	2	1
Объем отгруженной горной массы	тыс. $м^3$	21760	13370	22310	3330	12460
Аварийные простои	час	15900	9300	18040	340	5640
Производительность	$м^3/ч$	510	585	560	577	480
Удельный расход топлива	$кг/м^3$	0,29	0,35	0,28		
Коэффициент использования		0,47	0,59	0,46	0,79	0,59

*) RH-200 введены в эксплуатацию в августе 2003 г.

радиуса черпания (22,6 м), то у гидравлических экскаваторов эти параметры сопоставимы и составляют 15-17 м.

Результаты совместной эксплуатации канатных и гидравлических экскаваторов за 1999-2003 гг. в условиях карьера Мурунтау позволили провести оценку эффективности их работы с целью выявления наиболее перспективной модели и сокращения номенклатуры применяемого выемочно-погрузочного оборудования с учетом предполагаемого уменьшения объемов выемки горной массы (табл. 2). Для сравнения с ЭГ принят наиболее близкий по емкости ковша канатный экскаватор ЭКГ-15.

В 2003 году 10-ю экскаваторами ЭКГ отгружено 14600 тыс. $м^3$, а 7-ю экскаваторами ЭГ, включая RH-200, - 11300 тыс. $м^3$.

Объем экскавации горной массы ЭГ составил около 60 млн $м^3$, причем наибольший объем (13370 тыс. $м^3$) – для экскаватора EX-3500, что почти на 23,0% выше экскаватора CAT-5230 (10880 тыс. $м^3$) и на 20 % - RH-170 (11155 тыс. $м^3$). Для сравнения объем экскавации ЭКГ-15 составил 12460 тыс. $м^3$, что всего на 5-7 % меньше ЭГ.

Комплектация экскаваторов автосамосвалами при выемке горной массы осуществляется с учетом текущих потребностей в руде заданного качества, поскольку управление содержанием в товарной руде начинается с экскаваторных забоев, в связи с чем в зависимости от конкретной ситуации экскаваторы обеспечиваются автосамосвалами на 30-100 %. Потери рабочего времени из аварийных простоев составили 20-25 %, причем, как показывает динамика их изменения, при увеличении срока службы они возрастают. Наименьшие простои у CAT-5230 (в среднем 7950 час), наибольшие – у экскаватора EX-3500 (9300 час), у RH-170 – 9020 час, т.е. с точки зрения работоспособности, наибольшей надежностью обладает экскаватор CAT-5230, его простои на 15 % меньше чем у EX-3500 и на 13 % меньше, чем у RH-170 (рис. 1). Наибольшие простои EX-3500 обусловлены более сложным по сравнению с другими ЭГ конструктивным исполнением и соответственно сложностью проведения ремонтных работ. За тот же период простои канатного экскаватора ЭКГ-15 составили 5640 час, что на 40 % меньше, чем у EX-3500 и на 29 % меньше чем у CAT-5230.

Основные характерные причины аварийных простоев ЭГ – это отказы

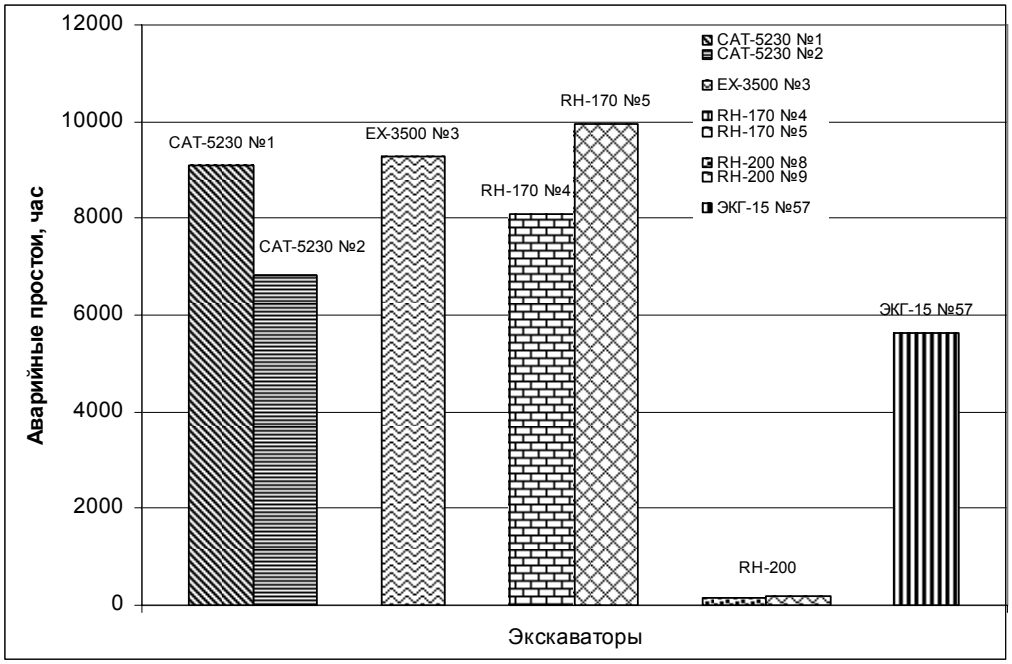

Рис. 1. Аварийные простои экскаваторов за 1999-2003 гг.

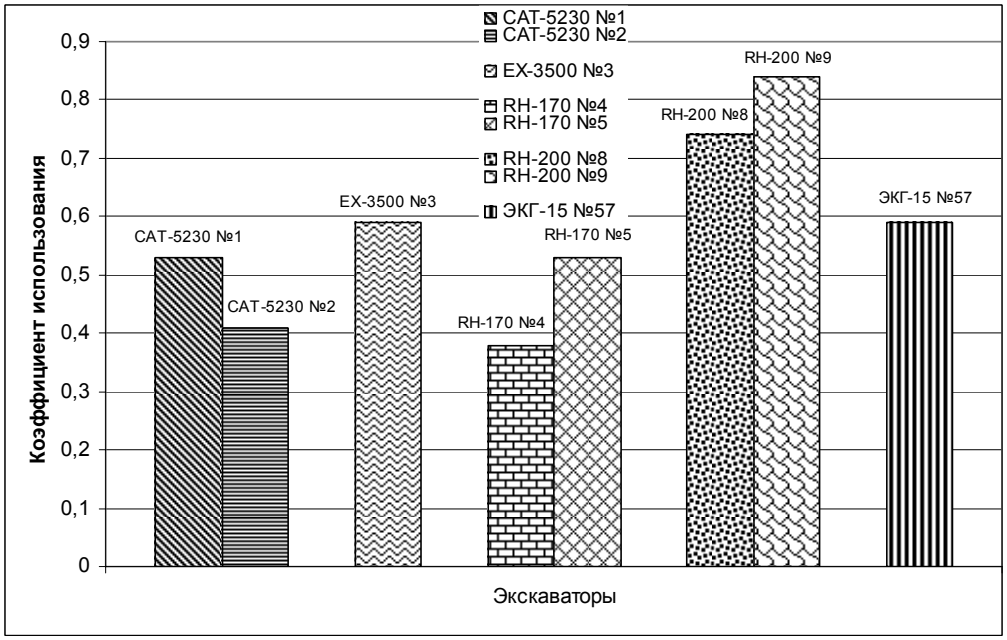

Рис. 2. Среднее значение коэффициента использования за 1999-2003 гг.

гидроцилиндров ковша, рукояти, стрелы, разрыв шлангов высокого давления, выход из строя двигателей и др.

Анализ работы ЭГ и характерных простоев позволил выявить наиболее слабые детали и узлы с малой наработкой и наладить их производство непосредственно в условиях НМЗ, в частности наиболее подверженных износу сменных элементов ковшей, зубьев, режущих кромок, протекторов. В результате этого предприятие полностью отказалось от закупок за рубежом сменных элементов ковшей, так как стоимость аналогичных изделий собственного производства значительно ниже (более чем в 2 раза) и не уступает зарубежным по стойкости. Освоен выпуск практически всех сменных элементов ковша CAT-5230, а также унифицированного зуба для RH-170 и EX-3500.

Техническое состояние ЭГ на момент эксплуатации, исключающее возникновение простоев в процессе работы, характеризуется коэффициентом использования ($К_и$), который позволяет провести сравнительный анализ различных типов экскаваторов и оценить надежность их работы.

Разброс показателей $К_и$ для одного типа экскаватора в различные годы достигал 15-20 %. Наибольшая стабильность в работе отмечается у экскаваторов EX-3500 и RH-170 № 4. Значительные аварийные простои, вызванные выходом из строя главного двигателя CAT-5230 № 2 в 1999 г., практически привели к остановке экскаватора ($К_и$= 0,06). Аналогичная ситуация наблюдалась в 2003г. с экскаватором RH-170 № 5 ($К_и$ = 0,04), который отработал в забое всего один месяц (228 час).

По результатам эксплуатации ЭГ за 1999-2003 г.г. величина $К_и$ не превышает 0,59-0,47 (рис. 2). Значения $К_и$ для экскаваторов CAT-5230 и RH-170 практически одинаковы – 0,47 и 0,46 соответственно, у EX-3500 – 0,59, что в среднем на 27 % выше. Следует заметить, что $К_и$ электрогидравлических экскаваторов RH-200, введенных в эксплуатацию в 2003 г., составил 0,79. Работа канатного экскаватора ЭКГ-15 отличается достаточной стабильностью. За последние 5 лет изменение $К_и$ составило всего 10 % ($К_и$=0,6 в 1999 г. до 0,54 в 2003 г.), а среднее значение $К_и$ за данный период 0,59, что выше, чем у экскаваторов CAT-5230 и RH-170.

Применение на карьере Мурунтау гидравлических экскаваторов с большой единичной мощностью и вместимостью ковша в сочетании с большегрузными самосвалами позволило обеспечить высокие темпы добычи и рост производительности при сокращении общего парка выемочно-погрузочного оборудования при увеличивающейся глубине карьера.

Анализ основных показателей работы ЭГ, их достоинств и недостатков не позволяет дать однозначную оценку о преимуществе одного какого-либо типа экскаватора. Однако, по большинству рассматриваемых параметров (объемам горной массы, производительности, коэффициенту использования и др.) наилучшие показатели имеют экскаваторы EX-3500 фирмы Хитачи и CAT-5230 фирмы Катерпиллар. В настоящее время оборудование фирмы Катерпиллар широко используется в условиях карьера (грейдеры, бульдозеры, погрузчики), которые имеют много унифицированных и взаимозаменяемых с экскаваторами изделий, что позволяет более оперативно решать вопросы по их обслуживанию и ремонту. В то же время, оценивая работу канатных экскаваторов ЭКГ-15, можно заключить, что по многим параметрам отличие в показателях незначительно, а по некоторым показателям ЭКГ-15 даже превосходят данные ЭГ. Канатные экскаваторы этого типа проще в изготовлении и обслуживании, они дешевле гидравлических. Соответственно дешевле запасные части, которые более доступны по стоимости при отсутствии на них дефицита.

Результаты исследований, проведенных М.В. Васильевым, П.И. Томаковым и др. [1, 2], показали, что при использовании карьерных канатных экскаваторов в сочетании с автотранспортом при расстоянии

транспортирования $L_{тр}$ до 5 км рациональное соотношение вместимости кузова автосамосвала V_A и вместимости ковша $E_к$, т.е. $n = \frac{V_A}{E_к}$, изменяется от 3 до 6 в зависимости от $L_{тр}$ и физико-технических свойств горной массы. Указанные авторы рекомендуют следующие сочетания экскаваторов и автосамосвалов:

Экскаватор	**ЭКГ-8И ($E_к$=8 м^3)**	**ЭКГ-12,5 ($E_к$=10 и 12,5 м^3)**	**ЭКГ-20 ($E_к$=16 и 20 м^3)**
Грузоподъемность автосамосвала	75 т	110 т	180 т

Согласно действующим Единым правилам безопасности при разработке взорванных пород канатными мехлопатами, высота уступа $H_у$ не должна превышать полуторную максимальную высоту копания экскаватора $h_{коп.max}$ или $H_{ч.max}$, так как $h_{коп.max}= H_{ч.max}$ для канатных экскаваторов.

По конструктивной схеме гидравлические экскаваторы при отработке забоя не могут реализовать максимальную кинематическую высоту копания $h_{коп.max}= H_{ч.max,}$ указанную в технической характеристике экскаватора. Как видно из рис. 3, на котором приведена сопоставительная оценка зон копания на примере канатного (ЭКГ-20) и гидравлического (ЭГ-20) экскаваторов, непосредственно в контакте с забоем ковш гидравлического экскаватора может находиться до высоты, равной 0,65-0,75 $h_{коп.max}$, которая на 25-35 % меньше паспортной величины $h_{коп.max}$. Эту фактическую высоту контакта ковша ЭГ с откосом забоя называют приведенной высотой копания экскаватора $h'_{коп.max}$, т.е. $h'_{коп.max}\approx 0{,}7\text{-}0{,}75\ h_{коп.max}$ [3, 4]. В связи с этим при разработке ЭГ уступов без применения взрывных работ максимальная высота забоя и уступа составляет $H_у = h'_{коп.max}$ или $H_у = 0{,}7\text{-}0{,}75\ H_{ч.max}$.

В случае разработки взорванных пород с различными значениями коэффициента разрыхления ($K_р$) и среднего размера взорванного куска ($d_{ср}$) превышение возможной высоты отрабатываемого забоя (H_{max}) над приведенной высотой $h'_{коп.max}$ приведено в табл. 3 [4].

Таблица 3

Рекомендуемые относительные значения высоты забоев для гидравлических экскаваторов при различных свойствах взорванной горной массы

Взорванная горная масса, $K_р$	**Угол взорванного забоя, градус**	**$H_{max}/h'_{коп.max}$**			
		При кусковатости $d_{ср}$, см			
		5-12	**20-40**	**40-60**	**Выход негабаритных кусков (5-8%)**
Связная, $K_р$=1,02÷1,15	75-87	1,15	1,1	1,05	1,0
Связносыпучая $K_р$=1,2÷1,35	60-80	1,9	1,6	1,35	1,05
Связносыпучая $K_р$=1,3÷1,4	50-70	2,7	2,1	1,7	1,1
Сыпучая $K_р$=1,4÷1,5	32-50	3,8	3,5	3,2	-

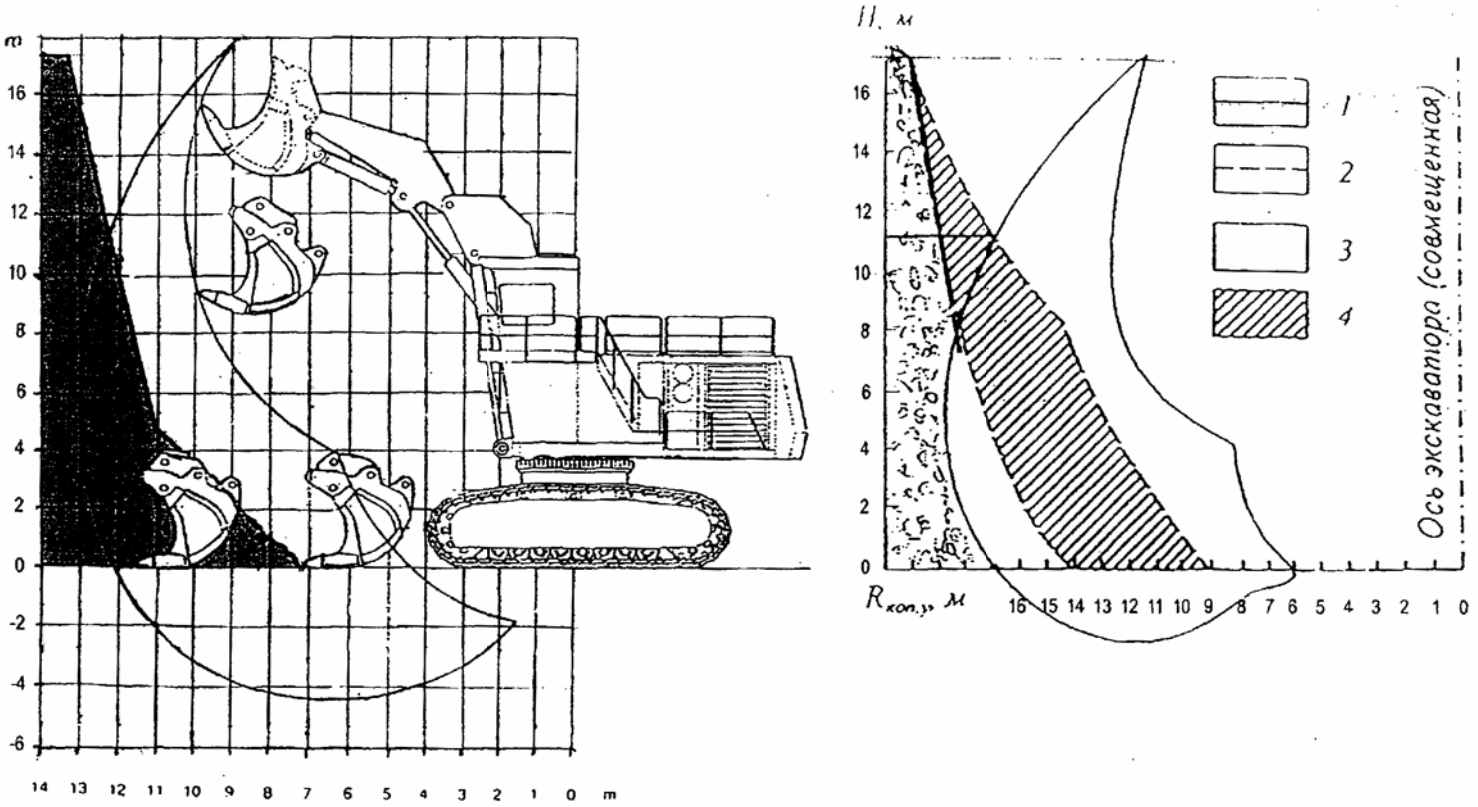

Рис. 3. Схемы к определению высоты отрабатываемого уступа гидравлическим экскаватором и сопоставительная оценка зон копания на примере экскаватора ЭГ-20 и ЭКГ-20: 1 и 2 – траектория копания соответственно экскаваторов ЭГ-20 и ЭКГ-20; 3 и 4 – зоны копания соответственно экскаваторов ЭГ-20 и ЭКГ-20

Таблица 4

Возможная высота разрабатываемых забоев для канатных и гидравлических экскаваторов

Модель экскаватора	Коэффициент разрыхления, $К_р$	Кусковатость взорванной горной массы, $d_{ср}$, см	Высота черпания, $Н_{ч.max}$,м	Высота забоя (уступа), м	
				без БВР, м	с БВР, м
Канатные экскаваторы, ЭКГ					
				$Н_у=Н_{ч.max}$	$Н_у=1,5Н_{ч.max}$
ЭКГ-10			13,5	13,0	20,0
ЭКГ-12,5	1,25-1,35	20-40	15,5	15,0	22,0
ЭКГ-15			16,4	16,0	24,0
ЭКГ-20			17,8	17,5	26,0
Гидравлические экскаваторы, ЭГ					
				$Н_у=0,7Н_{ч.max}$	$Н_у=1,12Н_{ч.max}$
RH-170			16,0	11,0	18,0
EX-3500			17,2	12,0	19,0
CAT-5230	1,25-1,35	20-70	14,8	10,5	16,5
RH-200			15,2	10,6	17,0

Экспериментальными работами по оценке качества дробления пород карьера Мурунтау установлено, что величина среднего размера куска взорванных пород находится в пределах 14,5-28 см. В связи с этим из данных табл. 4 представляется возможным в случае использования в карьере гидравлических экскаваторов принять относительное значение высоты забоя для ЭГ равным $\frac{H_{max}}{h'_{коп.max}} = 1,6.$ Тогда максимальная высота взорванного забоя для ЭГ равна $Н_у=Н_{max}=1,6\cdot h'_{коп.max}=1,6\cdot0,7\cdot Н_{ч.max}=1,12\ Н_{ч.max}$.

С учетом изложенного и пользуясь паспортными техническими параметрами экскаваторов выполнено сравнение возможных высот взорванных забоев для канатных и гидравлических экскаваторов, используемых на карьере (табл. 4).

Из анализа данных, приведенных в табл. 4, видно, что при взрывании 15 м уступа и $К_р = 1,3$ ($Н_у = 19,0$ м), только EX-3500 в состоянии отработать взорванный уступ, для остальных типов ЭГ необходимо разделение взорванного уступа на подуступы. В случае применения канатных экскаваторов такой проблемы не существует.

Из изложенного видно, что шарнирное сочленение рукояти ковша со стрелой у гидравлических экскаваторов ограничивает высоту разрабатываемого забоя. По этой причине ЭГ при отработке забоя не может в полной степени реализовать максимальную кинематическую высоту копания $h_{коп.max} = Н_{ч.max}$, определенную технической характеристикой экскаватора. Максимальная высота забоя ЭКГ в среднем на 25-35% выше высоты забоя ЭГ. Кроме того, шарнирное сочленение рукояти ковша со стрелой уменьшает радиус черпания ЭГ, в связи с чем они вынуждены ближе по сравнению с ЭКГ подходить к забою и, как следствие, безопасность работы ЭГ (в частности исключения образования козырьков, нависей и т.п.) обуславливает более высокую степень дробления при взрывании уступов высотой $Н \geq 15$ м.

Таким образом, эффективность использования экскаваторного парка определяется комплексом взаимосвязанных факторов, основными из которых являются технические возможности экскаватора, технологические параметры взорванной

горной массы, соотношение высоты забоя и паспортной характеристики оборудования, а также обеспеченность забоев автотранспортом.

Принимая во внимание окончание срока амортизации ЭГ, а также тенденцию сокращения с 2008-2010 гг. годовых объемов горной массы, представляется целесообразным с целью унификации экскаваторного парка сократить типажный ряд ЭГ, используя при этом наиболее эффективное сочетание комплексов выемочно-погрузочного и транспортного оборудования. В перспективе следует также учитывать факт развития единого экономического пространства стран СНГ, в связи с этим рекомендуется выемочно-погрузочное оборудование карьера Мурунтау ориентировать на экскаваторы: ЭКГ-15 в карьере и складах; ЭКГ-8У – для выполнения работ в приконтурных зонах при постановке бортов карьера в предельное положение; ЭКГ-10 на ППК, как наиболее соответствующие по своим параметрам думпкарам В105, которые могут стать эффективной альтернативой импортным гидравлическим экскаваторам.

На участках, требующих высокой концентрации и интенсивного ведения горных работ в значительных объемах (верхние горизонты юго-западной и восточной части карьера), предусматривается использование 2-х электрогидравлических экскаваторов большой единичной мощности RH-200 с ковшом емкостью 20 м^3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев М.В.* Влияние возрастающей глубины карьеров на эффективность горного производства. Горный журнал № 2, 1983.

2. *Томаков П.И.* Структура комплексной механизации карьеров с техникой цикличного действия. – М.: Недра, 1976.

3. *Беляков Ю.И.* Выемочно-погрузочные работы на карьерах. – М.: Недра, 1987.

4. *Беляков Ю.И.* Совершенствование технологии выемочно-погрузочных работ на карьерах. – М.: Недра, 1977.

Коротко об авторах

Рубцов С.К. – начальник лаборатории, кандидат технических наук, ВНИПИпромтехнологии,
Шлыков А.Г. – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, ВНИПИпромтехнологии,
Кочегаров Е.Н. – горный инженер, ВНИПИпромтехнологии,
Шеметов П.А. – начальник карьера Мурунтау, кандидат технических наук, Центральное РУ, Навоийский ГМК.
Мальгин В.О. – заместитель главного механика карьера Мурунтау, Центральное РУ, Навоийский ГМК.