

**Чебан Антон Юрьевич,**  
Кандидат технических наук, доцент,  
Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОБЫЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Аннотация.** В статье предлагается технико-технологическое решение обеспечивающее извлечение обогащенной полезным компонентом мелкой фракции некондиционной руды с применением усовершенствованного добычного комплекса непосредственно во время выемочно-погрузочного процесса, что позволит увеличить извлечение полезного ископаемого из недр.

**Ключевые слова:** рудная масса, экскавация, ковш, сортировка, полезный компонент, мелкая фракция.

**Введение.** В связи с отработкой наиболее качественных запасов минерального сырья непрерывно происходит ухудшение горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождений твердых полезных ископаемых [1-3]. Согласно данным, представленным в работе [1], в доказанных запасах РФ среднее содержание золота за 1991-2012 гг. снизилось с 4,3 до 2,4г/т (в 1,8 раза), при этом руды крупных месторождений со средним содержанием металла 1,7-2,4г/т составляют около 70% запасов. Одновременно со снижением качества запасов во всем мире возрастает потребление металлов промышленностью, в связи с чем происходит быстрое нарастание объемов извлекаемой из недр рудной массы, вскрышных и вмещающих пород. Таким образом, развитие горной науки и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых должно сопровождаться комплексным решением вопросов последовательности выемки, ресурсосбережения и малоотходности, снижения энергоемкости процессов горных работ [4-5].

**Состояние вопроса и постановка проблемы.** Разработка рудных месторождений ведется преимущественно с применением взрывного рыхления, при этом усовершенствованные технологии поскважинного взрывания с замедлениями в 150мс и более обеспечивают повышение качества проработки уступа и в ряде случаев позволяют практически исключить выход негабаритных включений [6]. При разработке сложноструктурных месторождений цветных и благородных металлов применение крупных одноковшовых экскаваторов на выемке руды нецелесообразно, так как ведет к существенному разубоживанию полезного ископаемого и пересортице руд [7]. Повысить производительность одноковшового экскаватора возможно за счет сокращения времени рабочего цикла, состоящего из черпания горной массы, поворота экскаватора к месту выгрузки и обратно, разгрузки ковша. При этом при угле поворота экскаватора 90° операция поворота к месту выгрузки и обратно составляет до 60-



65% времени всего цикла [8]. Известны конструктивные схемы одноковшовых экскаваторов, обеспечивающие преобразование циклического процесса черпания ковша в непрерывный процесс погрузки горной массы в транспортные средства [9-10]. Так в работе [9] представлена конструкция добычного комплекса ДК-2000 на базе одноковшового экскаватора с вместимостью ковша  $10\text{м}^3$ , комплекс ДК-2000 снабжен кольцевым конвейером, на который происходит разгрузка горной массы из ковша, с последующим ее перемещением отвальным конвейером в автомобильный или железнодорожный транспорт, параметры добычного комплекса позволяют вести выемку и погрузку горной массы с включениями крупностью до 800мм.

Особенностью руд цветных, редких и благородных металлов является их концентрация в минералах, имеющих размеры от первых микрометров до миллиметровых значений. При этом зерна рудных минералов в рядовых и бедных рудах тесно срastaются с хрупкими жильными минералами, поэтому при взрывной и механической дезинтеграции проявляется эффект накопления ценных компонентов в рудном отсеке [11-12]. Таким образом, даже в некондиционных рудах мелкая фракция может иметь содержание полезного компонента сопоставимое с кондиционными рудами, однако при этом некондиционные руды направляются на склад некондиционной руды, а по существу – в отвал. Поскольку объем некондиционных руд может быть весьма значительным, то вовлечение их мелких фракций в переработку, например с применением технологии кучного выщелачивания, может существенным образом увеличить количество извлекаемого металла. Однако включение процесса грохочения некондиционной руды с выделением мелких фракций, а также дополнительные транспортные и перевалочные операции существенно повысят стоимость производства [13], в связи с чем разрабатываются технологические схемы сортировки рудной массы непосредственно во время ведения выемочно-погрузочного процесса [14-15].

**Результаты исследований.** Автором предлагается технико-технологическое решение обеспечивающее увеличение производительности выемки, а также отделение непосредственно в процессе добычных работ мелкой фракции некондиционной руды для ее последующей переработки. Селективную выемку взорванной рудной массы предлагается вести усовершенствованным добычным комплексом, созданным на базе одноковшового гидравлического экскаватора 1 с рабочим оборудованием типа «прямая лопата» 2 (рис. 1). Разгрузка ковша 3 осуществляется в кольцевой конвейер 4, который посредством лопаток 5 перемещает рудную массу к разгрузочному окну 6 и сбрасывает на разгрузочный конвейер 7 подающий рудную массу в автосамосвал 8. При перемещении кольцевым конвейером 4 некондиционной рудной массы створки виброрешетки 9 открыты и мелкие фракции просеиваются в накопитель 10 откуда по гибкому трубопроводу 11 системы пневмотранспортирования направляются в бункер 12. При выемке кондиционной руды створки виброрешетки 9 закрыты и весь объем рудной массы направляется к разгрузочному конвейеру 7 и далее – в автосамосвал 8.



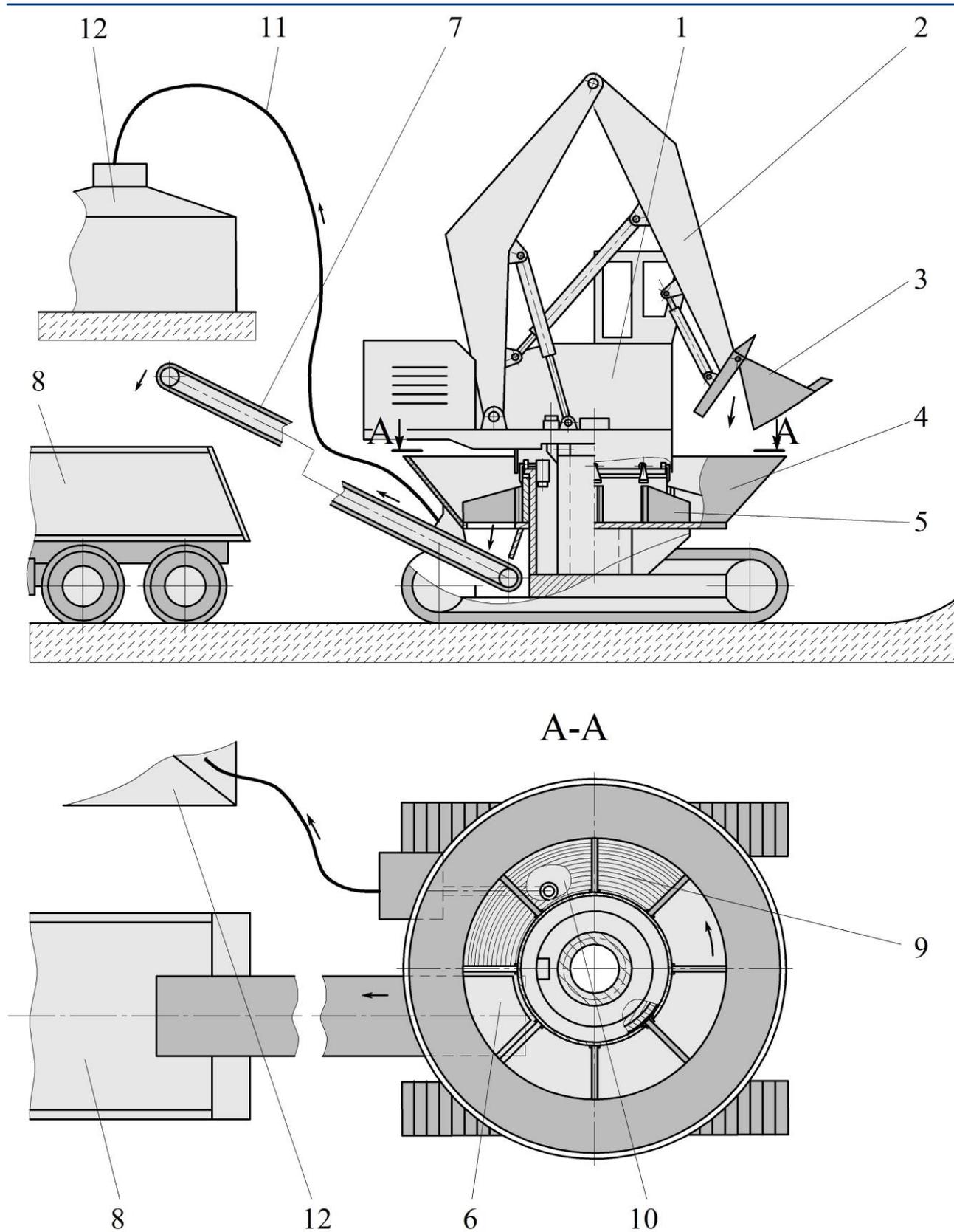


Рис. 1. Усовершенствованный добычный комплекс  
в комплекте с транспортными средствами



Кондиционная руда, а также мелкая фракция некондиционной руды направляются на переработку, а надрешентный продукт некондиционной руды транспортируется на склад временно некондиционной руды.

**Выводы.** Предлагаемое технико-технологическое решение с применением усовершенствованного добычного комплекса обеспечит повышение коэффициента извлечения минерального сырья при разработке сложноструктурных месторождений, руды которых характеризуются природным обогащением мелких классов, за счет выделения и последующей переработки мелких фракций некондиционных руд, которые при использовании традиционных добычных технологий отправлялись бы на склад временно некондиционной руды. Расширение функциональных возможностей добычного оборудования для внутрикарьерной первичной переработки рудной массы, обеспечит снижение себестоимости работ, что позволит включать в отработку сложноструктурные участки месторождений, сложенные бедными и забалансовыми рудами.

*Список литературы:*

1. Михайлов Б.К. Инновационные технологии переработки упорных и бедных руд золота как основа рационального недропользования / Б.К. Михайлов, Г.В. Седельникова, Б.И. Беневольский, А.И. Романчук // Руды и металлы. – 2014. – № 1. – С. 5-8.
2. Горбачева В.Д., Чмыхалова С.В. Оценка качества медно-никелевых руд Талнахского месторождения // Горный журнал. – 2023. – № 6. – С. 68-72.
3. Чебан А.Ю. О целесообразности внедрения послойно-полосовых технологий при разработке месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 10. – С. 53-58.
4. Юматов Б.П., Валатка З.И., Секисов А.Г., Зыков Н.В. Управление рудо-потоками на карьерах с использованием ЭВМ // Горный журнал. – 1984. – № 12. – С. 33-41.
5. Чебан А.Ю. Совершенствование технологий открытой разработки месторождений с использованием карьерных комбайнов и отвалообразователей // Записки горного института. – 2015. – Т. 214. – С. 23-27.
6. Рубцов С.К., Ершов В.П., Сидоров Е.Ю. Сравнительный анализ применения неэлектрических систем инициирования на горнодобывающих предприятиях // Горный вестник Узбекистана. – 2005. – № 2. – С. 61-65.
7. Чебан А.Ю., Рассказов И.Ю., Литвинцев В.С. Анализ парка горных машин горнодобывающих предприятий Амурской области // Маркшейдерия и недропользование. – 2012. – № 2 (58). – С. 41-50.
8. Лещинский А.В. Выбор пути повышения производительности карьерного экскаватора / А.В. Лещинский, Е.Б. Шевкун, А.Р. Вершинина, И.Н. Белозеров // Маркшейдерия и недропользование. – 2021. – № 1. – С. 40-45.
9. Казаков В.А., Кубышкин И.П. Добычный комплекс ДК-2000 // Горное оборудование и электромеханика. – 2007. – № 12. – С. 35-38.
10. Чебан А.Ю. Добычный комплекс для открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика. – 2017. – № 3. – С. 8-11.
11. Павлов А. М., Семенов Ю. М. Применение вакуумной технологии при зачистке руды в условиях криолитозоны рудника «Ирокинда» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 11. – С. 24-29.



12. Чебан А.Ю. Совершенствование геотехнологии выемки тонких рудных тел с применением стрелового комбайна // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 1. – С. 340-348.

13. Санакулов К. С., Руднев С. В., Канцель А. В. О возможности отработки месторождения Учкулач с использованием технологии рентгенрадиометрического обогащения свинцово-цинковых руд // Горный вестник Узбекистана. – 2011. – № 1. – С. 17-20.

14. Увеличение продуктивности рудника экономически эффективным методом с помощью ALLU // Горная промышленность. – 2020. – № 1. – С. 68-69.

15. Чебан А.Ю. Способ выемки взорванной горной массы экскаватором при разработке сложноструктурных месторождений // Маркшейдерский вестник. – 2020. – № 2. – С. 66-70.

