

А. Д. Учитель /д. т. н./, В. П. Соколова /к. т. н./,  
Н. В. Суслик /к. т. н./, Н. А. Дац

Национальная металлургическая академия  
Украины, г. Днепро, Украина

## Переработка железосодержащих шламовых отходов горнодобывающей и металлургической промышленности. Переработка шламовых отходов обогащения железной руды

A. D. Uchitel /Dr. Sci. (Tech.)/,  
V. P. Sokolova /Cand. Sci. (Tech.)/,  
N. V. Suslo /Cand. Sci. (Tech.)/, N. A. Dats

National metallurgical academy of Ukraine, Dnipro,  
Ukraine

### Processing of mining and metallurgical industry ferriferous slime. Processing of iron ore dressing slime

**Цель.** Анализ данных о количестве и качестве шламовых отходов обогащения железных руд, а также обзор технологических решений по их переработке.

**Результаты.** Показано, что основными направлениями переработки шламовых отходов обогатительных переделов в настоящее время являются: дообогащение шламов хвостохранилищ по магнитным и гравитационно-магнитным схемам с получением кондиционных концентратов; изготовление строительных материалов и кладочных смесей. Оба направления переработки шламовых отходов обогащения железных руд предполагают их выемку из хвостохранилищ, которая связана с определёнными трудностями и затратами. Кроме того, хвостохранилища являются малоизученными в части распределения по объёму полезных компонентов.

**Научная новизна.** Разработка эколого-экономически целесообразных технологий производства с рециклингом образующихся отходов.

**Практическая значимость.** Переработка шламов текущего производства позволит снизить нагрузку на шламоохранилища и использовать обезвоженные и фракционированные шламы. (Табл. 2. Библиогр.: 14 назв.)

**Ключевые слова:** шламовые отходы, обогащение, железная руда, магнитные, гравитационно-магнитные схемы обогащения, хвостохранилище, строительные материалы, кладочные смеси.

**Постановка проблемы.** На ГОКах Украины ежегодно образуется около 60 млн т отходов обогащения. Если принять, что среднее содержание железа в их составе 12 мас. %, то в хвостохранилищах заскладировано 360 млн т железа при ежегодном приросте этого показателя 7,2 млн т [1].

Горно-обогатительные комбинаты Кривбасса, например, имеют большой объём отходов, что вызвано низким содержанием железа в добываемых рудах. В пределах горного отвода Кривбасса накоплено более 6 млрд т отходов добычи и переработки руд, в том числе около 3 млрд т сосредоточено в шламонакопителях, являющихся по своему вещественному составу техногенными залежами железосодержащего сырья. Отходы обогатительных фабрик ГОКа Кривбасса содержат до 25 % железа общего и около 12–13 % магнитного [2]. По данным работы [3], запасы железорудных шламов в хвостохранилищах Криворожских ГОКов оцениваются в 2,5 млрд т, в которых содержа-

ние магнитного железа изменяется в пределах от 3,06 до 7,17 %, а общего – от 15,7 до 18,6 %.

Пять действующих ГОКов Кривбасса за период с 1961 г. по настоящее время заскладировали отходы обогащения железистых кварцитов в шести хвостохранилищах: балка «Петрова» (Севгок) – 375 млн м<sup>3</sup>; балка «Лозоватка» (ЦГОК) – 246 млн м<sup>3</sup>; «Войково» (ЮГОК) – 106 млн м<sup>3</sup>; «Объединённое» (ЮГОК, НКГОК) – 250 млн м<sup>3</sup>; балка «Грушеватая» (ЮГОК) – 19 млн м<sup>3</sup>; «Миролубовка» – 105 млн м<sup>3</sup>; «Николаевка» (ИнГОК) – 283 млн м<sup>3</sup> [3]. В табл. 1 приведена характеристика хвостохранилищ Кривбасса [4].

Большинство ГОКов свои ёмкости для складирования отходов уже исчерпали. Использование шламов обогащения железных руд не только разрешает вопрос, связанный с их размещением и хранением, но и значительно уменьшает себестоимость основного продукта обогащения – железорудного концентрата.

Параметры хвостохранилищ Кривбасса

Наименование хвостохранилища	Площадь, га	Ёмкость, млн м <sup>3</sup>	Годовой объём хвостов, млн м <sup>3</sup>
«Объединённое» ЮГОК и АрселорМиттал	350–550	320	6,5
«Войково» ЮГОК	250	156,5	11,5
Хвостохранилище ИнГОК	–	379	4,52
«Миролобовка» АрселорМиттал	324	107	10,6
Хвостохранилище ЦГОК	–	290	7
Хвостохранилище СевГОК	1293	466	8,84

Актуальность проблемы заключается в разработке эколого-экономически целесообразных технологий производства с рециклингом образующихся отходов, сокращении объёма лежалых промышленных отходов, снижении степени загрязнения окружающей природной среды, сокращении энергозатрат и экономии природных ресурсов.

**Изложение основного материала.** Разработка технологических решений по переработке тонкодисперсных хвостов обогащения железной руды осуществляется в основном в двух направлениях:

1) дообогащение с целью доизвлечения железосодержащих минералов и получения дополнительного количества концентрата;

2) производство строительных материалов и кладочных смесей для выработанного пространства.

*Дообогащение.* Сегодня в Украине известны лишь два проекта, на которых дообогащаются отходы обогащения железных руд: переработка лежалых песков шламоохранилища Центрального ГОКа и производство концентрата из хвостов железорудного производства на мощностях опытно-промышленного комплекса «Желтые воды» (Днепропетровская область).

Определением запасов, целесообразностью их дообогащения институты Механобрчермет, Кривбасспроект, ГНИГРИ занимались в течение ряда лет. Средний гранулометрический состав лежалых хвостов хвостохранилища ЦГОКа при-

веден в табл. 2 [5]. Классы крупнее 0,25 мм, выход которых составляет около 40 %, наиболее бедные по содержанию железа общего. Содержание железа магнетитового в них также низкое (~3 %).

По результатам исследований лежалых хвостов институтом Механобрчермет была разработана технология их дообогащения [6]. Она предусматривала обесшламливание и предварительное магнитное обогащение исходных хвостов на борту шламоохранилища.

Магнитный продукт обогащался непосредственно на обогатительной фабрике по схеме, включающей две стадии измельчения и три стадии магнитного обогащения. Технология позволил сбросить непосредственно на борту шламоохранилища около 30 % воды и, следовательно, снизить энергозатраты по перекачке пульпы, а также увеличить срок службы трубопроводов. Получено 25,1 % по выходу концентрата с массовой долей железа 66,1 %. Извлечение железа в концентрат составило 59,2 %, магнетитового 90,2 %.

Центральный ГОК начал работы по освоению технологии добычи, транспортировки и переработки хвостов в 2001 г. Производительность установки составляла около 50 тыс. т концентрата в месяц. Всего произведено более 5,3 млн т концентрата. Кроме получения дополнительного объема товарной продукции, освобождается емкость для складирования отходов обогащения (до 0,4 млн м<sup>3</sup>) и не приходится расширять площади хвостохранилищ.

Таблица 2

Гранулометрический состав лежалых хвостов ЦГОКа (2004 г.)

Классы крупности, мм	Массовая доля фракций, %	Массовая доля железа общего, %	Массовая доля железа магн., %	Извлечение, %	
				Железо общее	Железо магн.
+1,00	2,9	11,1	1,7	1,1	0,3
-1+0,63	7,1	12,1	2,9	2,8	1,4
-0,63+0,45	11,1	12,7	3,0	4,6	2,3
-0,45+0,25	19,8	16,7	3,8	10,8	5,2
-0,25+0,16	22,1	27,9	10,1	20,2	15,3
-0,16+0,07	12,5	38,3	16,3	15,6	14,0
-0,07+0,05	5,1	42,2	25,1	7,0	8,8
-0,05	19,4	59,7	39,9	37,9	52,7
Итого	100	30,6	14,6	100	100

В 2005 г. компания «Метал Юнион» внедрила проект «Рекультивация техногенных месторождений». В 2007 г. в рамках проекта введен в эксплуатацию первый модульный комплекс по производству гематитового концентрата «Желтые Воды». После проведенной в 2011 г. реконструкции производительность опытно-промышленного комплекса «Желтые Воды» составила 10 тыс. т железорудного концентрата в месяц. Доступная сырьевая база – хвосты железорудного производства в районе г. Желтые Воды в объеме 3,5 млн т [7].

Что касается переработки хвостов обогащения других ГОКов Украины, то этот вопрос разработан лишь на стадии исследований. Так, лежалые хвосты Северного ГОКа подробно изучены и описаны, в частности в диссертационных исследованиях, выполненных в Криворожском техническом университете [8]. Отмечено, что по состоянию на 2002 г. в хвостохранилище заскладировано 433,2 млн м<sup>3</sup> хвостов или около 1 млрд т, выход хвостов в год составляет 6,2 млн м<sup>3</sup>.

Размер частиц хвостов текущего производства СевГОКа колеблется от 0,001 до 3 мм и более. Для размера частиц придамбовой части хвостохранилища характерна достаточно высокая вариативность. Однако для техногенного месторождения гранулометрический состав хвостов можно считать стабильным. Средневзвешенный размер частиц – 0,167 мм. Основными минералами являются: кварц (58,32 об. %), гематит (8,33), магнетит (7,60), кумингтонит (6,85), рибекит (8,45) и др.

В работе [8] показано, что по магнитной схеме обогащения можно получить концентрат с содержанием железа 65,2 % в количестве 22,5 %, по гравитационно-магнитной схеме выход концентрата составил 24,5 %, содержание железа на уровне 67,5 %. Хвосты дообогащения могут быть использованы как строительный материал или сырьё для производства кварца для стекольной промышленности.

В России заслуживают внимания работы по переработке хвостов обогащения железной руды, выполненные на Магнитогорском металлургическом комбинате и Оленегорском ГОКе.

Специалистами Магнитогорского МК разработана и применена технология переработки шлама шламоохранилища № 2 для получения железорудного концентрата. Шламы образовались в процессе обогащения железной руды на ДОФ № 5. Залежи шламов составляют около 15 млн т. Среднее содержание железа общего в изученных шламах составляет 28,8 %. В результате обогащения в условиях ДОФ-5 шламов с массовой долей железа общего в исходном продукте 29,2 % получен концентрат в количестве 12,93 % от исходного, с массовой долей железа 64,9 % [9].

На Оленегорском ГОКе по состоянию на 1 января 1998 г. количество накопленных кварц-магнетит-гематитовых песков в хранилище составило 11 млн т [10]. Массив залежей хвостов аккумуляционного бассейна в основном представлен железистыми кварцитами с содержанием железа общего – 25,3 %, магнетитового – 5,6 %, гематитового – 18,6 %. По гравитационно-магнитной схеме получен концентрат с массовой долей железа 65,6–65,8 % при выходе 18 %, извлечение железа в концентрат составило 46,7 %.

*Производство строительных материалов и закладочных смесей.* Эффективные технологии утилизации отходов мокрой магнитной сепарации применены при введении их в составы закладочной, бетонной и асфальтобетонной смесей. Также используют как шихту для производства керамического кирпича в виде гидросмеси и минерального порошка, содержащих фракцию менее  $71 \cdot 10^{-6}$  м не менее 85 и 70 %, соответственно [11].

Полученные после классификации отходы фракции 0,63–5 мм и 0,14–0,63 мм имеют однородный гранулометрический состав и представляют искусственный кварцево-железистый песок с модулем крупности 1,7–3,3, средней плотности 1500–1600 кг/м<sup>3</sup>, пустотность которых – 43–49 %, суммарное содержание пылевидных и глинистых частиц – 1,8–3 %. По остальным физико-механическим свойствам классифицированные отходы не отличаются от природных кварцевых песков, а по некоторым показателям даже превосходят их. Тонкодисперсные отходы содержат не менее 60 % окиси кремния и не более 14 % соединений железа. Насыпная плотность отходов фракции менее 0,14 мм и колеблется в пределах 1050–1100 кг/см<sup>3</sup>, удельная поверхность 3000–4000 см<sup>2</sup>/г. Еще одной отличительной чертой искусственных песков в сравнении с естественными является повышенная пустотность первых – 6–9 %. Это обстоятельство приводит к увеличению расхода цемента до 20 %, но прочностные показатели значительно превосходят добавочные расходы цемента на единицу объема растворов и бетона. В отношении железосодержащих минералов в песках из отходов существует мнение о том, что окислы железа оказывают влияние на повышение прочности и долговечности бетона автоклавного твердения в 2–2,5 раза, по сравнению с бетонами естественного твердения. Обогащенные отходы, имеющие модуль крупности не менее 1,8, используется в асфальтобетонных смесях (для заполнителей); для производства силикатного и шлакового кирпича; в качестве отошающих добавок для изготовления глиняного кирпича; в качестве балластного материала. Тонкодисперсные отходы менее 0,14 мм могут применяться для производства автоклавных и неавтоклавных изделий и конструкций из тяжелых и ячеистых силикатобетонных, а также

в качестве минерального порошка в асфальтобетонных смесях [12].

В работе [13] для оценки потенциальной возможности использования «хвостов» обогащения железных руд для создания строительных материалов авторами были исследованы составы вяжущих, приготовленных добавлением активизирующих добавок к «хвостам» обогащения железных руд Криворожского железорудного бассейна. В качестве активизирующих добавок использовали портландцемент марки 500 и 400, известь строительную активностью 85 %, растворимое стекло. Проведенные исследования показали, что «хвосты» обогащения железных руд при активизации их известью и цементом позволяют получить материал прочностью до 10 МПа, при активизации силикатами натрия – до 40 МПа, а при активизации силикатами натрия и техногенными стеклами – до 60 МПа. Роль вяжущего в таких материалах выполняют активизаторы твердения, дисперсные составляющие «хвостов» и продукты окисления сульфидов. Проведенные исследования новообразований при твердении составов активизированных «хвостов» обогащения показывают возможность получения покрытий автомобильных дорог на их основе.

Как показали результаты данных исследований, если производить не полную замену речного песка рядовыми «хвостами» обогащения железных руд, а лишь некоторую его часть в присутствии полиспирта, можно добиться даже значительного увеличения прочности строительных растворов. При этом исключается технологическая операция так называемого «обогащения» «хвостов» обогащения железных руд, то есть используются все фракции «хвостов».

В работе [14] даётся характеристика инновационного направления использования хвостов обогащения для приготовления твердеющих смесей для заполнения техногенных пустот при подземной разработке полезных ископаемых. Хвосты обогащения, активированные в дезинтеграторе, после извлечения из них металлов до уровня санитарных требований даже без добавления цемента пригодны для изготовления товарной продукции, в том числе массивов из твердеющих смесей, обеспечивающих при определенных геомеханических условиях необходимую прочность. Закладочные смеси на основе хвостов обогащения обеспечивают прочность искусственных массивов при сжатии до 1,5 МПа.

Хвосты механохимической активации отходов обогащения представляют собой дисперсную массу, сложенную частицами размерами около 0,1 мм, отличающимися более равномерной структурой, что существенно повышает качество при изготовлении бетонных изделий.

Технологически и экономически целесообразно использовать текущие хвосты обогащения железных руд с увязкой процессов обогащения и приготовления строительных смесей в единую систему.

Необходимо отметить, что оба направления переработки шламовых отходов обогащения железных руд предполагают их выемку из хвостохранилищ, которая связана с определёнными трудностями и затратами. Кроме того, рассматриваемые хранилища являются малоизученными в части распределения по объёму полезных компонентов. Инновационным направлением в этом случае может быть разработка на базе теоретических и экспериментальных исследований процесса обезвоживания и фракционирования шламов текущего производства с применением, например, различных полевых эффектов. Это позволит снизить нагрузку на шламохранилища и использовать обезвоженные и фракционированные шламы текущего производства для их переработки и утилизации.

#### Выводы

1. На ГОКах Украины ежегодно образуется около 60 млн т отходов обогащения. Около 3 млрд т сосредоточено в шламонакопителях, являющихся по своему вещественному составу техногенными залежами железосодержащего сырья. Использование шламов обогащения железных руд решает вопрос, связанный с их размещением и хранением, и значительно уменьшает себестоимость железорудного концентрата.

2. Актуальность проблемы заключается в разработке эколого-экономически целесообразных технологий производства с рециклингом образующихся отходов, сокращении объёма лежалых промышленных отходов, снижении степени загрязнения окружающей природной среды, сокращении энергозатрат и экономии природных ресурсов.

3. Основными направлениями переработки шламовых отходов обогатительных переделов являются: дообогащение шламов хвостохранилищ по магнитным и гравитационно-магнитным схемам с получением кондиционных концентратов; изготовление строительных материалов и закладочных смесей.

4. Целесообразным, на наш взгляд, является переработка шламов текущего производства с целью их утилизации и уменьшения нагрузки на шламохранилища.

#### Библиографический список / References

1. Губина В. Г. Железосодержащие отходы предприятий горно-металлургического комплекса Украины / В. Г. Губина // Геолого-

мінералогічний вісник. – 2010. – № 1-2 (23-24). – С. 97-100.

Gubina V. G. *Zhelezosoderzhaschie othodyi predpriyatij gorno-metallurgicheskogo kompleksa Ukrainyi*. Geologo-mIneralogIchniy visnik. 2010, no. 1-2 (23-24), pp. 97-100.

2. Фроший Н. В. Эколого-технические аспекты в оценках геологических ресурсов Кривбасса / Н. В. Фроший // Неделя горняка-2003. Семинар № 6. – 2009.

Froshiy N. V. *Ekologo-tehnicheskie aspektyi v otsenках geologicheskikh resursov Krivbassa*. Nedelya gornyaka-2003. Seminar no. 6, 2009.

3. Перспективы вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений (на примере Украины и Грузии) / П. И. Копач, Л. В. Якубенко, В. Н. Романенко [и др.] // Экология і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 210-217.

Kopach P. I., Yakubenko L. V., Romanenko V. N. *Perspektivy vovlecheniya v ekspluatatsiyu tehnogennykh mestorozhdeniy (na primere Ukrainyi i Gruzii)*. Ekologiya i prirodokoristuvannya. 2013, issue 16, pp. 210-217.

4. Медведева О. А. Хвостохранилища Кривбасса, проблемы и особенности их эксплуатации / О. А. Медведева // Геотехническая механика. – 2012. – Вып. 103. – С. 279-285.

Medvedeva O. A. *Hvostokhranilishcha Krivbassa, problemyi i osobennosti ih ekspluatatsii*. Geotekhnicheskaya mehanika. 2012, issue 103, pp. 279-285.

5. Габельченко Н. И. Повторная переработка шламов / Н. И. Габельченко, М. А. Дмитренко // Материалы семинара «Технология вовлечения шламов обогащения железистых кварцитов в повторную переработку и улучшение качества железорудного сырья». – Кривой Рог: Минерал, 2004. – 109 с.

Gabelchenko N. I., Dmitrenko M. A. *Povtornaya pererabotka shlamov / N. I. Gabelchenko*. Materialy seminaru "Tehnologiya vovlecheniya shlamov obogascheniya zhelezistykh kvartsitov v povtornuyu pererabotku i uluchshenie kachestva zhelezorudnogo syr'ya". Krivoy Rog, Mineral, 2004, 109 p.

6. Лободина З. В. Дообогащение лежалых хвостов ЦГОКа / З. В. Лободина, А. Г. Радчук // Новое в технологии, технике и переработке минерального сырья: сб. науч. тр. Механообрчермета. – 2005. – С. 67-73.

Lobodina Z. V., Radchuk A. G. *Doobogaschenie lezhalykh hvostov TsGOKa*. Novoe v tehnologii, tehnike i pererabotke mineralnogo syr'ya. 2005, pp. 67-73.

7. Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://ukrrudprom.ua/reference/factory/Geltie\\_Vodi.html](http://ukrrudprom.ua/reference/factory/Geltie_Vodi.html)

Electronic resource. Available at: [http://ukrrudprom.ua/reference/factory/Geltie\\_Vodi.html](http://ukrrudprom.ua/reference/factory/Geltie_Vodi.html)

8. Федорова И. А. Технологична мінералогія відходів збагачення північного гірничозбагачувального комбінату Криворізького басейну: автореф. дис. ... канд. геолог. наук. 04.00.20 / Федорова Ірина Анатоліївна; Криворізький технічний університет. – Кривий Ріг, 2004. – 20 с.

Fedorova I. A. *TehnologIchna mIneralogIya vldhodlv zbagachennya plvnlchnogo glrnicnozbagachuvalnogo kombInatu KrivorIzskogo baseynu: avtoref. dis. ... kand geolog. nauk. 04.00.20*. Kriviy Rig, 2004, 20 p.

9. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://ura.ru/news/1052253759>

Electronic resource. Available at: <http://ura.ru/news/1052253759>

10. Опыт обогащения отвальных хвостов дробильно-обогажительной фабрики Оленегорского ГОКа / В. А. Лоцманов, А. Н. Дмитриенко, Т. М. Киселева, А. Ю. Марков // Горная промышленность. – 2003. – № 3.

Lotsmanov V. A., Dmitrienko A. N., Kiseleva T. M., Markov A. Yu. *Opyit obogascheniya otvalnykh hvostov drobilno-obogatitelnoy fabriki Olenegorskogo GOKa*. Gornaya promyshlennost. 2003, no. 3.

11. Ермолович Е. А. Разработка и исследование способов утилизации отходов обогащения железистых кварцитов Курской магнитной аномалии: автореф. дис. ... канд. техн. наук. / Е. А. Ермолович. – Тула, 2009. – 21 с.

Ermolovich E. A. *Razrabotka i issledovanie sposobov utilizatsii othodov obogascheni zhelezistykh kvartsitov Kurskoy magnitnoy anomalii: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk*. Tula, 2009, 21 p.

12. Шевченко Б. Н. Конструкции из бетонов на отходах обогащения железных руд / Б. Н. Шевченко. – К.: Выща шк., 1989. – 192 с.

Shevchenko B. N. *Konstruktsii iz betonov na othodakh obogascheniya zheleznykh rud*. Kyiv, Vyischa shk., 1989, 192 p.

13. Шишкин А. А. Особенности использования отходов горно-обогажительных комбинатов в производстве строительных материалов / А. А. Шишкин, А. А. Шишкина, В. В. Щерба // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2013. – Вип. 1 (99). – С. 9-12.

Shishkin A. A., Shishkina A. A., Scherba V. V. *Osobennosti ispolzovaniya othodov gorno-obogatitelnykh kombinatov v proizvodstve stroitelnykh materialov / A.A.Shishkin*. Visnik Donbaskoyi natsionalnoyi akademiyi budivnitstva i arhitekturi. 2013, issue 1 (99), pp. 9-12.

14. Голик В. И. Инновационные технологии комплексного использования хвостов обогащения переработки руд / В. И. Голик, В. И. Комащенко, В. С. Морку // Вісник Криворізького національного університету. – 2015. – Вип. 39. – С. 68-72.

Golik V. I., Komashenko V. I., Morku V. S. *Innovatsionnyie tehnologii kompleksnogo ispolzovaniya hvostov obogascheniya pererabotki rud. Visnik Krivorizkogo natsionalnogo universitetu. 2015, issue 39, pp. 68-72.*

**Purpose.** Source analysis about an amount and quality of slime tailings of iron ores and also review of technological decisions on their processing.

**Findings.** It is shown, that basic directions of processing of slime wastes of dressing it is presently been: dressing of slime tailing dump on magnetic and gravitationally-magnetic charts with the receipt of standard concentrates; making of build materials and stowing mixtures. Both directions of processing of slime tailings of iron ores suppose their coulisse from tailing dumps, that is related to certain difficulties and expenses. In addition, the

tailings are insufficiently known in part of distribution on volume of useful components.

**Originality.** Development of ecological and economic production technologies with recycling of generated waste

**Practical vslue.** Processing of current production slime will allow to bring down loading on slime tailings and use water-free and fractionating slime.

**Key words:** slime tailings, dressing, iron ore, magnetic, gravitationally-magnetic charts of dressing, tailing dump, build materials, stowing mixtures.

Рекомендована к публикации  
д. т. н. М. С. Четвериком

Поступила 19.01.2018



УДК 622.001.89; 622.68

Наука

В. Ф. Монастырский /д. т. н./,  
Р. В. Кирия /к. т. н./,  
С. В. Монастырский /к. т. н./

Институт геотехнической механики  
НАН Украины им. М. С. Полякова,  
г. Днепро, Украина  
e-mail: office.igtm@nas.gov.ua

## Оценка качества горных машин

V. F. Monastirsky /Dr. Sci. (Tech.),  
R. V. Kiriya /Cand. Sci. (Tech.),  
S. V. Monastirsky /Cand. Sci. (Tech.)/

M. S. Polyakov Institute of Geotechnical  
Mechanics under the National Academy of  
Science of Ukraine, Dnipro, Ukraine  
e-mail: office.igtm@nas.gov.ua

## Estimation of quality of mining machines

**Цель.** Научное обоснование по единичным и комплексным показателям качества горных машин для выполнения сравнительного анализа функционирования в различных условиях эксплуатации.

**Методика.** Сравнение качества горных машин по алгоритму комплексной методики определения качества с учетом функциональных критериев.

**Результаты.** Установлены функциональные критерии различных горных машин и выполнено сравнение качества ленточных конвейеров и автосамосвалов, эксплуатируемых на горных предприятиях.

**Научная новизна.** Обоснованы аналитические выражения функциональных критериев для горных машин, позволяющих определить качество машин.

**Практическая значимость.** Разработана методика сравнения качества горных машин по функциональным критериям. (Ил. 3. Табл. 3. Библиогр.: 8 назв.)

**Ключевые слова:** качество, горная техника, конкуренция, ленточные конвейеры, автосамосвалы, показатели качества, надежность, обобщенные показатели надежности, удельная мощность, функциональный критерий.

**Введение.** В условиях рыночной конкуренции становятся чрезвычайно актуальными вопросы оценки качества горной техники как на стадии проектирования, так и при реализации для предприятий горной промышленности, экс-

плуатирующих ее в различных горно-технических и климатических условиях [1; 2; 3]. Согласно ГОСТ15467-79 качество горных машин представляет собой совокупность свойств, обуславливающих пригодность машин удовлетворять