

Г.Х. Островская, Г.П. Двойченкова, А.С. Тимофеев

ПОВЫШЕНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛМАЗОВ КЛАССА -5 мм В КОНЦЕНТРАТЫ РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ СЕПАРАЦИИ ДОВОДОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ*

Выполнен комплекс аналитических, экспериментальных и опытно-промышленных работ в условиях обогатительных фабрик № 3 МГОКа и № 8 АГОКа. Промышленными испытаниями в схемах ОФ № 3 Мирнинского ГОКа и ОФ № 8 АГОКа подтверждена эффективность отмывки алмазосодержащих концентратов по разработанной технологии: выход алмазов класса -5 +2 мм увеличился в 3,3 раза, выход алмазов класса -2 +0,5 мм увеличился в 1,62 раза. Результаты сравнительной оценки количества и качества суммарных концентратов липкостной и пенной сепарации, а также извлеченных из них кристаллов, установлена технологическая эффективность применения разработанной технологии. Окончательный прирост алмазов в концентратах, отмытых с использованием эмульсионной технологии, увеличивается в среднем в 2,5 раза. Комплексом современных методов исследования поверхности алмазов установлена эффективность применения водоземлюсионного метода отмывки алмазов от жировой мази и мазута; степень очистки составила 99,5, 98,8% соответственно. Разработанная водоземлюсионная технология предварительной подготовки алмазосодержащих концентратов перед процессом высокотемпературной сушки внедрена на предприятиях АК «АЛРОСА» и обеспечивает прирост извлечения алмазов на 5,7%. Разработанная технология защищена патентом № 2500479 «Способ обработки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации».

Ключевые слова: алмазы, концентраты, эмульсия, доводка, липкостная, пенная сепарация, жировая мазь, мазут, сепаратор.

Результатами исследований институтов ИПКОН РАН и «Якутнипроалмаз» установлено [1–7], что образованные на алмазной поверхности в процессе высокотемпературной сушки техногенные пленки из остатков несгоревшей органики снижают интенсивность их люминесценции, что, в свою очередь, приводит к нарушению работы рентгенолюминесцентных сепараторов и увеличению потерь алмазов с хвостовыми продуктами сепарации.

Для решения поставленной проблемы институтами ИПКОН РАН, и «Якутнипроалмаз», разработан метод

разложения, растворения и последующего удаления с поверхности алмазных кристаллов примесей органического происхождения, основанный на применении эмульсии солярового масла и водного раствора ПАВ типа ТЕМП [4, 5]. Эмульсия обладает бинарным действием, состоящим в переводе (растворении) жировой мази и мазута в масляную фазу эмульсии с последующим растворением в воде.

Принципиальная схема последовательности операций технологии отмывки алмазосодержащих концентратов от органических соединений представлена на рис. 1.

* Работа выполнена при поддержке научной школы НШ 748.2014.5 под руководством академика РАН В.А. Чантурия.

Экспериментальная апробация разработанной водоземulsionной технологии отмывки алмазосодержащих концентратов липкостной и пенной сепараций от жировой мази и мазута выполнена в схемах доводки обогатительных фабрик ОФ № 3 Мирнинского ГОКа и ОФ № 8 Айхальского ГОКа.

В процесс доводки поступают два алмазосодержащих продукта: концентрат липкостной сепарации хвостов основной рентгенолюминесцентной сепарации класса крупности $-5 + 2$ мм, и концентрат пенной сепарации класса -2 мм, которые направляется в процесс термической сушки и последующие технологические операции.

Испытания выполнены при переработке алмазосодержащего сырья на

участках доводки ОФ № 3 и № 8 в два этапа: апробация водоземulsionной технологии отмывки концентратов липкостной сепарации от жировой мази и концентратов пенной сепарации от мазута. Принципиальная схема испытаний приведена на рис. 2.

Оценка количества и качества концентратов, а также извлеченных из них кристаллов, проведена специалистами службы ОТК обогатительных фабрик и визуально с использованием метода фотографирования.

Фотографии, приведенные на рис. 3 и 4, наглядно иллюстрируют преимущества эмульсионного метода отмывки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации в схемах доводки ОФ № 3 и ОФ № 8. На фотографиях рисунков отчетливо видно,



Рис. 1. Принципиальная схема отмывки алмазосодержащих концентратов с использованием водоземulsionной технологии

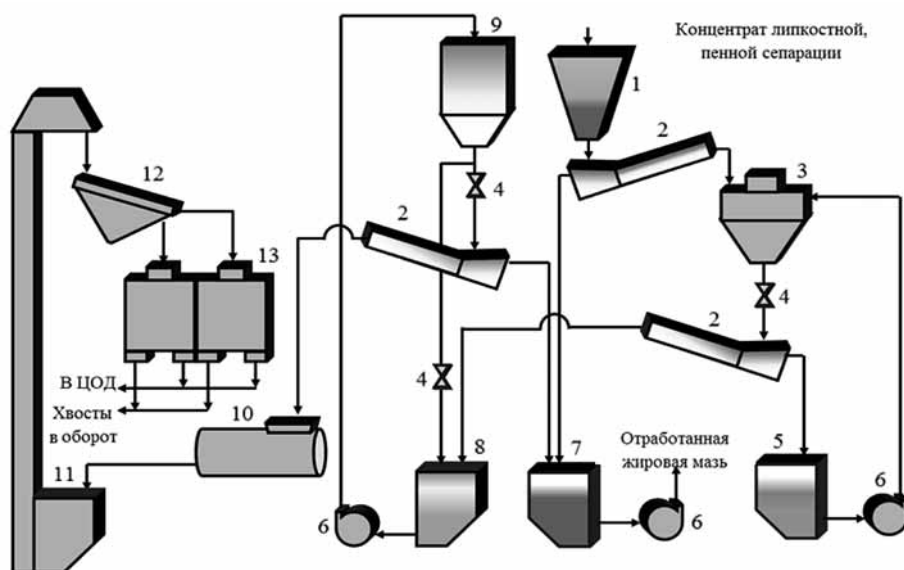


Рис. 2. Принципиальная схема очистки алмазосодержащих концентратов с использованием эмульсионной технологии от органических соединений, наименование оборудования: 1 – Жиротопка, 2 – Классификатор КСН, 3 – Мешалка с подогревом, 4 – Шаровый кран, 5 – Бак эмульсии (ДТ + ПАВ), 6 – Насос, 7 – Бак отработанной жировой мази, 8 – Бак с раствором ПАВ, 9 – Зумпф, 10 – Барабанная печь, 11 – Аэролифт, 12 – Грохот с ячейкой 2 мм, 13 – Рентгено-люминисцентный сепаратор

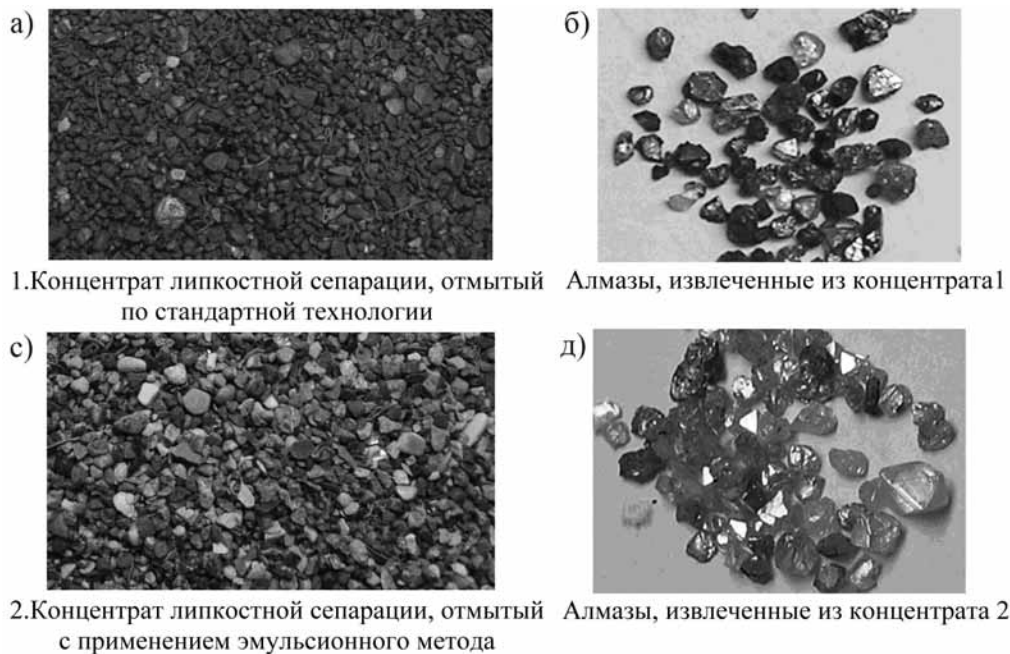


Рис. 3. Фотографии алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации (а, в) и извлеченных из них алмазов (б, д) в исследуемых условиях ОФН^о 3 МГОКа

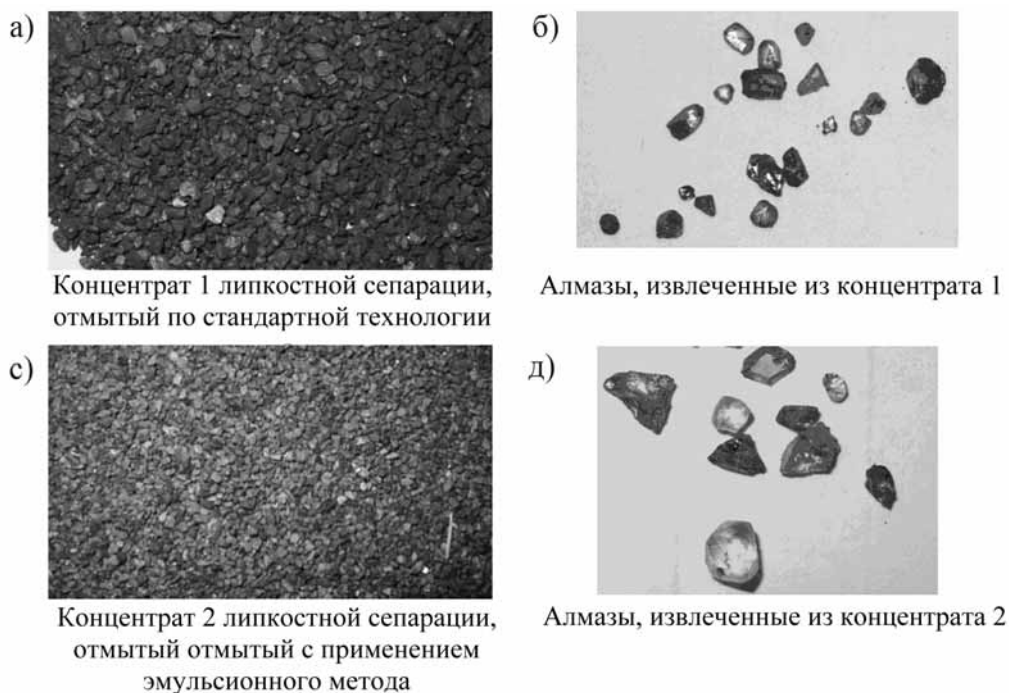


Рис. 4. Фотографии алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации и извлеченных из них алмазов в исследуемых условиях ОФ№ 8 АГОКа

что поверхность алмазосодержащих концентратов (рис. 3, с, 4, с), обработанных перед высокотемпературной сушкой эмульсией, и извлеченных из них кристаллов (рис. 3, д, 4, д), практически полностью очищены от жировой мази.

Поверхность алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации, прошедших перед сушкой стандартную технологию отмывки в горячей воде (рис. 3, а, 4, а), а так же извлеченных из них кристаллов (рис. 3, б, 4, б), практически полностью покрыта плен-

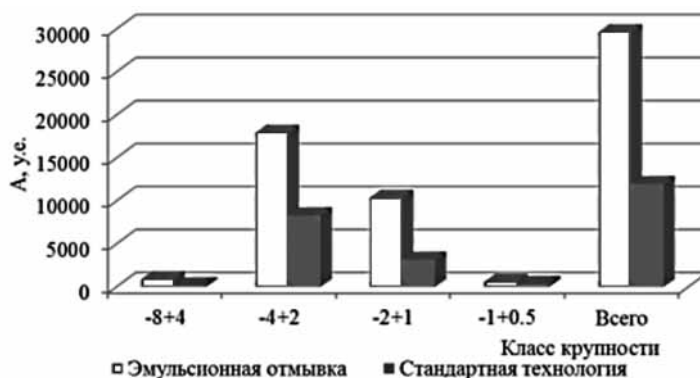


Рис. 5. Извлечение алмазов при доводке концентрата липкостной сепарации в период обработки руды трубки «Интернациональная» на ОФ № 3 Мирнинского ГОКа

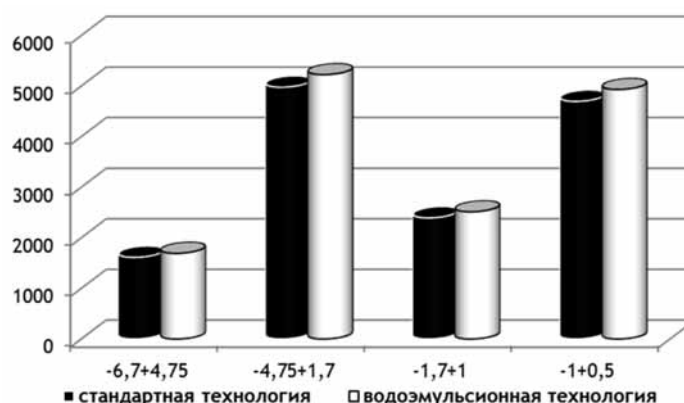


Рис. 6. Извлечение алмазов при доводке концентрата липкостной сепарации в период обработки руды трубки «Айхал» на ОФ № 8 Айхальского ГОКа

кой черного цвета, образовавшейся при выгорании жировой мази в процессе высокотемпературной сушки.

Промышленными испытаниями в схемах ОФ № 3 МГОКа и ОФ № 8 АГОКа, результаты которых представлены на рис. 5–6, подтверждена эффективность отмывки алмазосодержащих концентратов по разработанной технологии: выход алмазов класса $-5 + 2$ мм увеличился в 3,3 раза, выход алмазов класса $-2 + 0,5$ мм увеличился в 1,62 раза.

Апробация эмульсионной технологии отмывки концентратов пенной сепарации в схеме доводки на ОФ № 3 МГОКа и ОФ № 8 АГОКа выполнена аналогично испытаниям в схемах доводки концентратов липкостной сепарации.

Флотационный концентрат пенной сепарации класса $-2 + 0,5$ мм поступает на участок доводки из основного цеха обогащения непосредственно в процесс высокотемпературной сушки.

В период экспериментальных исследований концентрат флотационного передела отбирался в цехе обогащения с грохота ручным способом. Отобранный материал делился на две части.

Первая проба алмазосодержащего продукта после высокотемпературной сушки рассеивалась по исследуемым

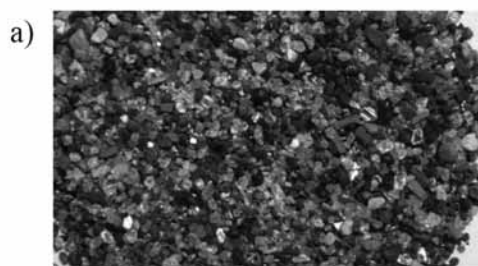
классам крупности, которые направлялись на доводку в технологические операции существующей схемы. Полученные окончательные концентраты взвешивались по каждому классу крупности и передавались в ЦОД по паспортам. Все хвостовые продукты доводочных операций также отбирались отдельно по каждой пробе и крупности, взвешивались и передавались в ОТК для просмотра на рентгенолюминесцентном сепараторе.

Вторая часть пробы концентрата пенной сепарации отмывалась эмульсией, поступала в процесс высокотемпературной сушки и далее проходила все стадии обработки первой части алмазосодержащего продукта.

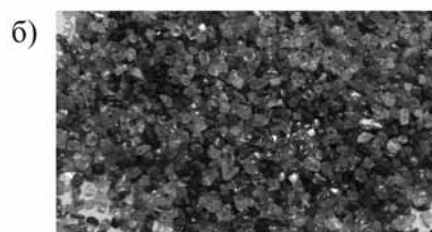
Оценка качества поверхности алмазных кристаллов производилась службой ОТК обогатительных фабрик по извлечению алмазов в соответствующие концентраты РПС и визуально с использованием метода фотографирования.

На фотографиях рис. 7, 8 представлены результаты промышленной апробации водоземulsionной технологии отмывки алмазосодержащих концентратов пенной сепарации от мазута перед процессом высокотемпературной сушки.

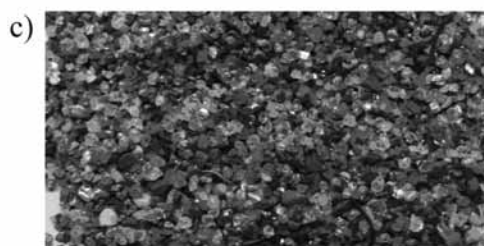
На представленных фотографиях отчетливо видно, что прошедшие высо-



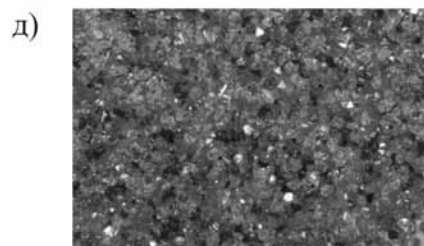
Концентрат 1 пенной сепарации, отмытый по стандартной технологии



Алмазы, извлеченные из концентрата 1



Концентрат 2 пенной сепарации, отмытый с применением эмульсионного метода

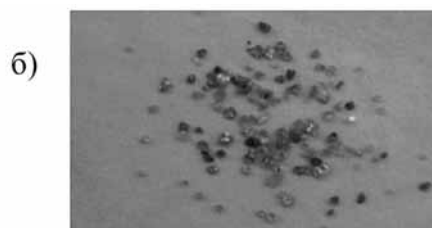


Алмазы, извлеченные из концентрата 2

Рис. 7. Фотографии алмазосодержащих концентратов пенной сепарации (а, с) и извлеченных из них алмазов (б, д) в исследуемых условиях цеха доводки ОФ № 3 Мирнинского ГОКа



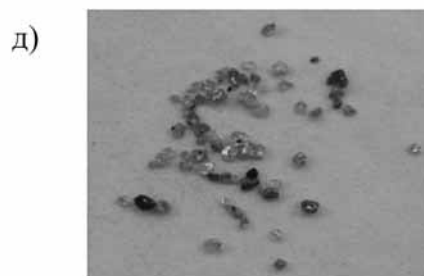
1. Концентрат пенной сепарации, отмытый по стандартной технологии



Алмазы, извлеченные из концентрата 1



2. Концентрат пенной сепарации, отмытый с применением эмульсионного метода



Алмазы, извлеченные из концентрата 2

Рис. 8. Фотографии алмазосодержащих концентратов пенной сепарации (а, с) и извлеченных из них алмазов (б, д) в исследуемых условиях цеха доводки ОФ № 8 АГОКа

котемпературную сушку кимберлитовые алмазосодержащие концентраты пенной сепарации с предварительным применением эмульсионного метода их отмывки (рис. 7, с, рис. 8, с), а также извлеченные из них алмазы (рис. 7, д, рис. 8, д) отличаются от концентратов, полученных в стандартных условиях (рис. 7, а, рис. 8, а), и извлеченных из них алмазов (рис. 7, б, рис. 8, б) практически полным отсутствием мазута на их поверхности.

Данными ОТК ОФ № 3 МГОКа установлено, что применение эмульсионного метода отмывки концентратов пенной сепарации перед процессом высокотемпературной сушки в схеме их окончательной доводки увеличивает выход алмазов в среднем в 1,3 раза. При этом особенно заметно влияние предварительной очистки поверхности кристаллов алмазов на их конечное извлечение при обогащении алмазосодержащих концентратов пенной сепарации класса крупности -1 +0,5 мм. Для данной крупности алмазов их выход в концентрат за период испытаний увеличился в среднем в 4 раза.

Данными ОТК ОФ № 8 АГОКа также установлена эффективность водоземulsionной отмывки концентрата пенной сепарации за счет повышения общего извлечения алмазов в концентрат на 24,4% по классу крупности -2 +0,5 мм.

Результатами дополнительных экспериментальных исследований, выполненных с применением методов РФС, УФС и ИКС, установлена эффективность очистки алмазов от жировой мази и мазута разработанным эмульсионным методом, которая достигает 87,7%, что в 8,5 раз выше, чем в условиях применения стандартной технологии отмывки.

Таким образом, в результате проведенного комплекса исследований дано новое решение актуальной научной задачи – интенсификации процесса доводки алмазосодержащих концентратов на основе водоземulsionной технологии их предварительной подготовки, обеспечивающей улучшение технико-экономических показателей обогащения алмазосодержащих кимберлитов.

Основные результаты выполненного комплекса исследований:

- Промышленными испытаниями в цехе доводки ОФ № 3 Мирнинского ГОКа и ОФ № 8 Айхальского ГОКа подтверждена эффективность отмывки от жировой мази и мазута алмазосодержащих концентратов липкостной и пенной сепарации с использованием разработанной водоземulsionной технологии.

- Полученные результаты исследований и испытаний заложены в основу технологического регламента на технологию водоземulsionной очистки концентратов липкостной и пенной сепараций для условий обогатительных фабрик АК «АЛРОСА».

- Разработанная технология защищена патентом № 2500479 «Способ обработки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации».

Разработанная водоземulsionная технология предварительной подготовки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации перед процессом высокотемпературной сушки внедрена на предприятиях АК «АЛРОСА» и обеспечивает прирост извлечения алмазов в процессе их последующей доводки методом рентгенолюминесцентной сепарации на 5,7%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А., Островская Г.Х. и др. Интенсификация про-

цессов доводки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации / Сборник:

Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений: Международная научно-практическая конференция. – Новосибирск: Наука, 2011. – С. 427–431.

2. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А. и др. Современные методы интенсификации процессов обогащения и доводки алмазосодержащего сырья класса -5 мм // Горный журнал. – 2011. – № 1. – С. 71–74.

3. Chanturiya V., Trofimova E., Bogachev V., Dvoichenkova G., Dikov Y. The mineral and natural diamonds: condition of formation and methods of removal / Proceedings of the XIV Balkan mineral processing congress, Tuzla, 2011, vol. I, pp. 396–401.

4. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А. и др. Результаты промышленной апробации эмульсионной технологии отмычки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации в цехе доводки ОФ № 3 МГОКа / Сборник: Новые технологии обогащения и комплексной переработки труднообогатимого природного и техноген-

ного минерального сырья. Материалы международного совещания (Плаксинские чтения – 2011). – Екатеринбург: изд-во «Форт Диалог-Исеть», 2011. – С. 203–206.

5. Чантурия В.А., Богачев В.И., Трофимова Э.А., Двойченкова Г.П. Механизм и эффективность водоземлюсионной очистки алмазов от жировой мази в процессе липкостной сепарации // ФТПРПИ. – 2012. – № 3. – С. 145–152.

6. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А., Чаадаев А.С., Зырянов И.В. Современные методы интенсификации процессов обогащения и доводки алмазосодержащего сырья класса -5 мм // Горный журнал. – 2011. – № 1. – С. 71–74.

7. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А., Чаадаев А.С., Зырянов И.В., Островская Г.Х. Инновационные технологии повышения эффективности обогащения алмазосодержащего сырья в современных условиях // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2012. – Вип. 49(90). – С. 26–37. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Островская Галия Харисовна – аспирант ИПКОН РАН, зав. лабораторией, Институт Якутнипроалмаз АК «АЛРОСА», e-mail: ostrovskayagkh@alrosa.ru,
Двойченкова Галина Петровна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ИПКОН РАН, профессор МПТИ(ф)СВФУ, e-mail: dvoigr@mail.ru,
Тимофеев Александр Сергеевич – аспирант, младший научный сотрудник, ИПКОН РАН, e-mail: timofeev_ac@mail.ru.

UDC 622.767.725

ENHANCEMENT OF DIAMOND SIZE GRADE -5 MM RECOVERY IN FINISHING CIRCUITS OF X-RAY FLUORESCENCE SEPARATION

Ostrovskaya G.Kh.¹, Graduate Student, Head of Laboratory, Institute «Yakutniproalmaz» Corporation «ALROSA», 678174, Mirny, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, e-mail: ostrovskayagkh@alrosa.ru,

Dvoichenkova G.P.¹, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Professor, Polytechnic Institute (branch) of North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Mirny, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, e-mail: dvoigr@mail.ru,

Timofeev A.S.¹, Graduate Student, Junior Researcher, e-mail: timofeev_ac@mail.ru,

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia.

A package of analytical, experimental and pilot test studies has been performed at processing plants nos. 3 and 8 of Mirny and Aikhal Mining and Processing Integrated Works, respectively.

The pilot concentration tests within the circuits of processing plants nos. 3 and 8 of Mirny and Aikhal MPIW confirm the efficiency of diamond-containing concentrate washing using the developed technology: yield of diamond size grade -5 +2 mm grew 3.3 times, yield of diamond size grade -2 +0.5 mm increased 1.62 times.

The comparative estimation of quantity and quality of ultimate concentrates after adhesion and foam separation and of the recovered crystals prove process efficiency of the developed technology. Ultimate increment of diamonds washed using the emulsion technology in the concentrates grows 2.5 times on an average.

With the set of modern techniques for analysis of diamond surface, the efficiency of water-emulsion washing of diamond surface from fat and masout has been confirmed: degree of clearing makes 99.5 and 98.8%, respectively.

The water-emulsion technology developed for pre-treatment of diamond-containing concentrates before high-temperature drying has been introduced at the works of ALROSA Company and ensured diamond recovery increment by 5.7%.

The technology is protected by Patent 2500479 Processing Method for Diamond-Containing Concentrates of Adhesion Separation

Key words: diamonds, concentrates, emulsion, finishing, adhesion separation, foam separation, fat grease, masout, separator.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by Academician Chanturia School, Grant NSH 748.2014.5.

REFERENCES

1. Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A., Ostrovskaya G.Kh. *Problemy i puti effektivnoi otrabotki almazonosnykh mestorozhdenii: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. Sbornik (Challenges and ways of efficient diamond mining: International conference proceedings), Novosibirsk, Nauka, 2011, pp. 427–431.
2. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A. *Gornyi zhurnal*. 2011, no 1, pp. 71–74.
3. Chanturiya V., Trofimova E., Bogachev V., Dvoichenkova G., Dikov Y. The mineral and natural diamonds: condition of formation and methods of removal. *Proceedings of the XIV Balkan mineral processing congress*, Tuzla, 2011, vol. I, pp. 396–401.
4. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A. *Novye tekhnologii obogashcheniya i kompleksnoi pererabotki trudnoobogatimogo prirodnogo i tekhnogennogo mineral'nogo syr'ya. Materialy mezhdunarodnogo soveshchaniya (Plaksinskie chteniya 2011)*. Sbornik (New technologies of beneficiation and efficient processing of rebellious natural and technogenic minerals and raw materials. Plaksins' Lectures–2014 International Conference Proceedings), Ekaterinburg, izd-vo «Fort Dialog-Iset'», 2011, pp. 203–206.
5. Chanturiya V.A., Bogachev V.I., Trofimova E.A., Dvoichenkova G.P. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh*. 2012, no 3, pp. 145–152.
6. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A., Chaadaev A.S., Zyryanov I.V. *Gornyi zhurnal*. 2011, no 1, pp. 71–74.
7. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A., Chaadaev A.S., Zyryanov I.V., Ostrovskaya G. Kh. *Zbagachennyya korisnykh kopalin: Nauk.-tekhn. zb.* (Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб.), 2012. Вип. 49(90), pp. 26–37.



**Емоциональність творческому інженеру не перешкода,
она будоражить ум и підпитує фантазію.**