

Г.Х. Островская**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
КОМПОЗИЦИОННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
И МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ЭМУЛЬСИИ ЭДТ-100
В СХЕМЕ ОТМЫВКИ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ
КОНЦЕНТРАТОВ ОТ ЖИРОВОЙ МАЗИ**

Результатами комплекса теоретических и экспериментальных исследований обоснована водоземulsionная технология отмывки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации от жировой мази перед процессом высокотемпературной сушки для снижения потерь кристаллов в последующих операциях доводки методом РПС. Установлен механизм процесса обезжиривания концентратов липкостной сепарации при использовании водно-органической эмульсии двойного действия за счет солюбилизации и удаления труднорастворимых компонентов жировой мази с алмазных кристаллов перед процессом высокотемпературной сушки, что обеспечивает повышение извлечения алмазов в последующих процессах РПС. Теоретически и экспериментально обоснован и разработан композиционный состав водно-органической эмульсии и рациональный режим ее использования в процессе доводки концентратов липкостной сепарации перед процессом термической обработки сепарируемых продуктов. Разработана методика приготовления, технология и последовательность применения разработанной водно-органической эмульсии «ЭДТ-100» в цикле обезжиривания концентратов липкостной сепарации перед процессом термической обработки. Выполнены экспериментальные исследования для условий обогатительных фабрик АК «АЛРОСА». Результаты комплекса исследований установлено, что эффективность очистки алмазов от жировой мази разработанным эмульсионным методом достигает 87,7%, что в 8,5 раз выше, чем в стандартных условиях.

Ключевые слова: эмульсия, композиция, инверсия, жировая мазь, отмывка, солюбилизация, растворение, состав.

Ранее выполненными исследованиями [7–8] установлено, что потери алмазов в процессе доводки термически обработанных концентратов липкостной сепарации методом РПС обусловлены присутствием на их поверхности продуктов сгорания жировой мази в виде плотных светонепроницаемых пленок, прочно связанных с поверхностью кристаллов, значительно снижающих интенсивность природной люминесценции алмазов.

Вопросам разработки и применения методов очистки концентратов липкостной сепарации от остатков жировой мази посвящены обширные на-

учные исследования. Однако, многие методы не нашли практического применения из-за сложности аппаратуры, повышенного расхода реагентов и, очень часто, невысокой их эффективности [2–6].

Используемый в процессе липкостной сепарации липкий состав, являющийся в процессе очистки алмазных концентратов солюбилизатором, представляет собой нерастворимую в воде, сложную смесь органических веществ, состоящую из многокомпонентного петролатума, индустриального масла и октола [1], каждый из которых обладает специфическими свойствами,

которые необходимо учитывать при разработке способа его удаления с поверхности алмазных кристаллов.

С учетом данного факта предложен способ эмульсионной очистки алмазосодержащих концентратов от жировой мази, который основан на растворении ее в углеводородном компоненте эмульсии и частичной солюбилизации этой бинарной смеси в водный раствор поверхностно-активного вещества с содержанием, значительно превышающим его критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). При этом несомненным преимуществом эмульсионной очистки является тот факт, что проведение ее возможно при температурах порядка 30–40 °С.

Предложенный эмульсионный способ отмывки жировой мази с поверхности алмазов базируется на двух явлениях коллоидной химии: солюбилизация и обращение фаз или инверсия эмульсий. При этом наиболее перспективными для применения в исследуемых условиях являются водно-органические эмульсии, которые сочетают в себе положительные свойства как водных композиций (пожаробезопасность, низкая токсичность), так и композиций на основе органических растворителей (высокая моющая способность при низких температурах и концентрациях ПАВ).

Таким образом, идея эмульсионного метода отмывки алмазосодержащих концентратов от жировой мази заключается в использовании эффекта солюбилизации, последующей деструкции и удалении труднорастворимых высокомолекулярных органических веществ с поверхности алмазных кристаллов применением эмульсии двойного действия перед процессом высокотемпературной сушки.

Механизм моющего действия разрабатываемой водоэмульсионной технологии основан на следующих положениях:

- наиболее эффективной растворяющей основой является жидкое органическое растворяющее вещество, обладающее наибольшим химическим сродством с жировой мазью, применяемой на обогатительных фабриках;

- необходимую эффективность удаления загрязнений обуславливает совместное наличие в составе эмульсии анионоактивных и неионогенных ПАВ, что связано как с синергетическим эффектом ПАВ, так и со спецификой состава жировой мази. В процессе отмывки алмазов от жировой мази анионные ПАВ адсорбируются на поверхности жирового загрязнения, а неионогенные ПАВ проникают внутрь его;

- принцип моющего действия эмульсии разработанного состава состоит в последовательности процессов:

1. Смачивание раствором комплекса ПАВ и растворение органическим растворителем жирового загрязнения поверхности алмаза. При этом происходит замена границ раздела «загрязнение – воздух» и «твердая поверхность – воздух» на границы раздела «жир – вода» и «твердая поверхность – вода».

2. Отрыв частиц жирового загрязнения. При этом происходит самопроизвольное удаление жирового загрязнения с поверхности алмаза в результате адсорбции коллоидных ПАВ в поверхностном слое загрязнения.

3. Удержание загрязнений в жидкой среде и предотвращение их возможного оседания на обрабатываемой поверхности. При этом образующиеся на поверхности частицы адсорбционно-сольватные слои препятствуют агрегации частиц и удерживают их во взвешенном состоянии, т.е. происходит образование стабилизированной эмульсии. Попадая в раствор моющего средства, частички загрязнения продолжают распадаться на еще более мелкие образования. Этот процесс измельчения называется пептизацией. Таким образом, загрязнение переходит

дит в дисперсную фазу. Растворенные масляные загрязнения удерживаются в объеме водной среды за счет солюбилизации, т.е. растворения жирового загрязнения в мицеллах ПАВ.

Процесс обезжиривания заканчивается промывкой слабым раствором ПАВ при температуре 50–60 °С. На данном этапе происходит перенос остатков загрязнений и моющего раствора в промывную воду за счет инверсии фаз «вода – масло» в «масло – вода».

Таким образом, процесс эмульсионной отмывки алмазосодержащих концентратов от липкого состава осуществляется в два этапа:

1. При погружении в водно-органическую эмульсию алмазосодержащего концентрата с его частиц липкий состав при температуре 40–60 °С переходит в углеводородную фазу, т.е. растворяется в ней;

2. Конечная промывка концентрата в растворе ПАВ, обеспечивающая поступление в эмульсию значительного количества воды, превышающего объем всей системы, вследствие чего происходит инверсия эмульсии вода/масло в тип масло/вода. При этом поверхностно-активное вещество стремится перейти в новый объем водной фазы и увлекает в нее аполярной частью молекулы смесь углеводородного масла и мази.

Эксперименты следующего этапа исследований выполнены с целью обоснования композиционного состава эмульсии для отмывки жировой мази с поверхности алмазных кристаллов и разработки принципиальной схемы ее применения в промышленных условиях предприятий АК «АЛРОСА».

При выборе оптимальной основы водно-органической эмульсии к исследованиям были приняты следующие органические растворители: дизельное топливо, вазелин, керосин, промышленное масло, отличающиеся вязкостью и температурой воспламе-

нения. Данный выбор компонентов обусловлен их высокой моющей способностью при низких температурах по отношению к жирам, доступностью, низкой стоимостью и широким спектром свойств указанных компонентов.

Большинство жиров не растворяются в воде, однако в растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ) определенной концентрации в процессе солюбилизации они образуют коллоидную систему. При этом растворимые низкомолекулярные углеводороды в процессе солюбилизации внедряются в мицеллу, а высокомолекулярные – между отдельными мицеллами с последующим переходом в раствор.

В связи с этим, для композиционного состава разрабатываемой эмульсии исследованы именно коллоидные ПАВ, обладающие способностью к мицеллообразованию и, соответственно, обеспечивающие процесс солюбилизации (анионоактивный алкилсульфат натрия и неионогенный оксиэтилированный алкилфенол ОП-7).

Кроме того, в качестве добавки к органическому растворителю для интенсификации процесса обезжиривания концентратов согласно техническим характеристикам и составу выбрано моющее техническое средство «ТЕМП-100Д».

Таким образом, для решения задачи выбора композиционного состава эмульсии выполнен комплекс исследований, в которых в качестве объекта исследований принят процесс растворения мази с поверхности кристалла, а в качестве предметов исследований изучены углеводородные основы водно-органических эмульсий, коллоидные ПАВ в качестве добавки, их расход и температура эмульсии для растворения жировой мази.

Интервал температур выбран в области расплавления жировой мази. За контролируемый параметр принята

скорость отмывки мази с поверхности алмазов.

Результаты исследований представлены на рис. 1–3, которыми установлено, что наиболее эффективной основой является дизельное топливо (солярковое масло), оптимальная концентрация ПАВ составляет 3%, температура для приготовления эмульсии принята в области 50–60 °С.

Полученные параметры заложены в основу композиционного состава разрабатываемой эмульсии ЭДТ-100.

В табл. 1, 2 представлены результаты экспериментов оптимизации состава эмульсии за счет использования различных ПАВ.

Наибольшую эффективность применения установлена у средства «ТЕМП-100Д» (табл. 2), обладающего синергетическим эффектом. С учетом результатов исследований средство «ТЕМП-100Д» заложено в композиционный состав разрабатываемой эмульсии.

В результате комплекса выполненных исследований для промышленной реализации разработанной эмульсии приняты следующие ее параметры:

- рациональная температура эмульсии и растворов ПАВ, используемых для отмывки кристаллов от мази составляет 50–60 °С;
- оптимальная композиция эмульсии для первой стадии отмывки жировой мази с поверхности кристаллов содержит в качестве углеводородной основы дизельное топливо (солярковое масло) с добавлением 3% по массе ПАВ «ТЕМП-100Д» (в виде 30%-ного раствора).

Скорость отмывки мази, мг/с

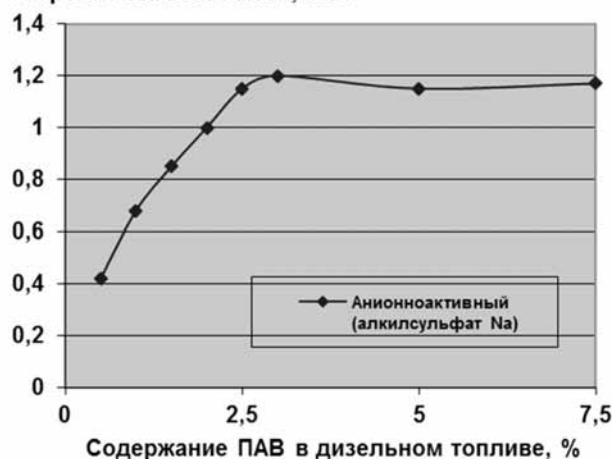


Рис. 1. Влияние концентрации ПАВ (алкилсульфат натрия) в эмульсии на скорость отмывки мази при 50 °С

Скорость отмыва мази, мг/с

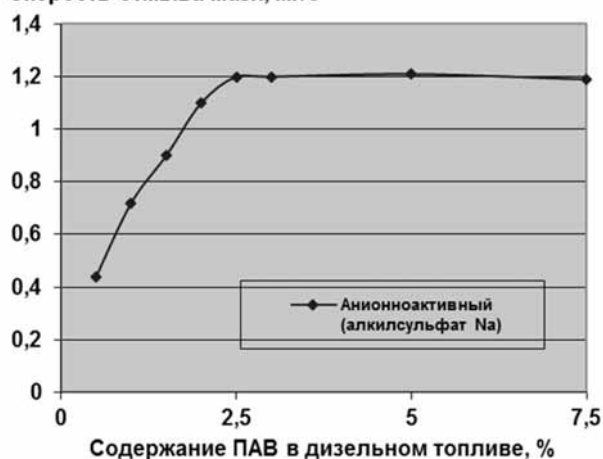


Рис. 2. Влияние концентрации ПАВ (алкилсульфат натрия) в эмульсии на скорость отмывки мази при 60 °С

С учетом результатов предыдущих исследований разработана принципиальная схема применения эмульсии в условиях предприятий АК «АЛРОСА» (рис. 4). Основными операциями в данной схеме являются подготовка эмульсии, кондиционирование с алмазосодержащим концентратом, контрольная очистка, промывка горячей водой и температурная сушка.

Таблица 1

Влияние концентрации неионогенного компонента и температуры эмульсии на скорость отмывки мази

№ п/п	Концентрация ПАВ в органическом растворителе, %	Скорость отмывки мази, мг/с				
		$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	0,0	0,10	0,23	0,30	0,32	0,33
2	0,5	0,11	0,2	0,33	0,35	0,4
3	1,0	0,11	0,24	0,40	0,48	0,52
4	1,5	0,12	0,30	0,46	0,55	0,55
5	2,0	0,12	0,33	0,50	0,60	0,61
6	2,5	0,14	0,35	0,51	0,65	0,65
7	3,0	0,15	0,37	0,54	0,70	0,71
8	5,0	0,16	0,40	0,57	0,65	0,67
9	7,5	0,15	0,38	0,55	0,67	0,70

Таблица 2

Влияние концентрации моющего средства «ТЕМП-100Д» и температуры эмульсии на скорость отмывки мази

№ п/п	Концентрация ПАВ в органическом растворителе, %	Скорость отмывки мази, мг/с				
		$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	0,0	0,10	0,23	0,30	0,45	0,51
2	0,5	0,21	0,32	0,50	0,53	0,61
3	1,0	0,25	0,56	0,77	0,87	0,93
4	1,5	0,28	0,74	0,96	1,05	1,11
5	2,0	0,31	0,87	1,09	1,21	1,28
6	2,5	0,35	0,95	1,34	1,55	1,61
7	3,0	0,38	1,12	1,37	1,75	1,85
8	5,0	0,38	0,95	1,19	1,80	1,89
9	7,5	0,37	0,95	0,18	1,80	1,83

Результатами стендовых и промышленных испытаний [7–8] установлена эффективность разработанного состава эмульсии и способа ее применения для отмывки жировой мази с алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации. Эффективность очистки алмазов от жировой мази разработанным эмульсионным методом, которая достигает 87,7%, что в 8,5 раз выше,

чем в условиях применения стандартной технологии при тех же условиях (10,2%).

Таким образом, в результате выполненного комплекса исследований получены следующие результаты:

- Основные составляющие жировой мази, используемой в процессах липкостной сепарации, являются нерастворимыми в воде техническими

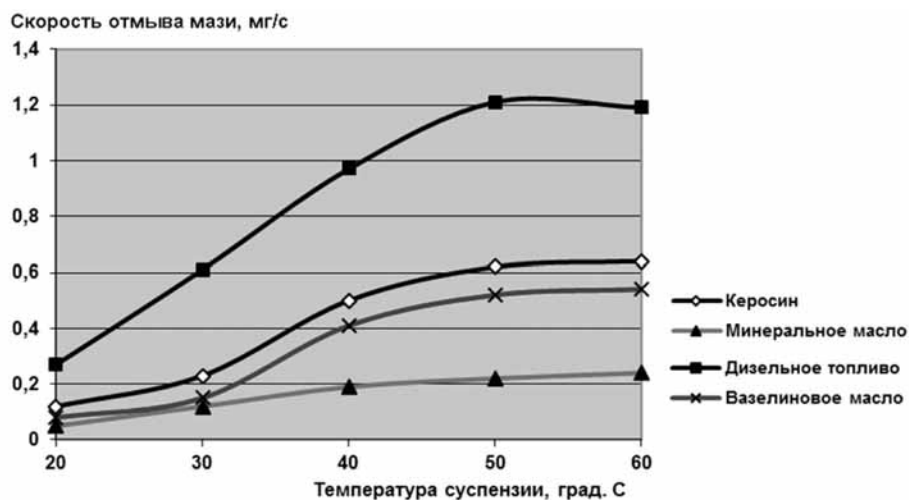


Рис. 3. Влияние типа органического растворителя и температуры эмульсии на скорость отмывки мази при концентрации в эмульсии ПАВ (алкилсульфат натрия) 3%

нефтепродуктами, характеризующимися высокой адгезией к гидрофобным поверхностям, что обуславливает свойства органических соединений на поверхности алмазосодержащих концентратов как техногенных мазутно-парафинистых высокомолекулярных

органических загрязнений, требующих разработки специальных методов их растворения и удаления.

- Экспериментально обоснован оптимальный состав эмульсии, представленный дизельным топливом (соляровое масло) в качестве углеводо-

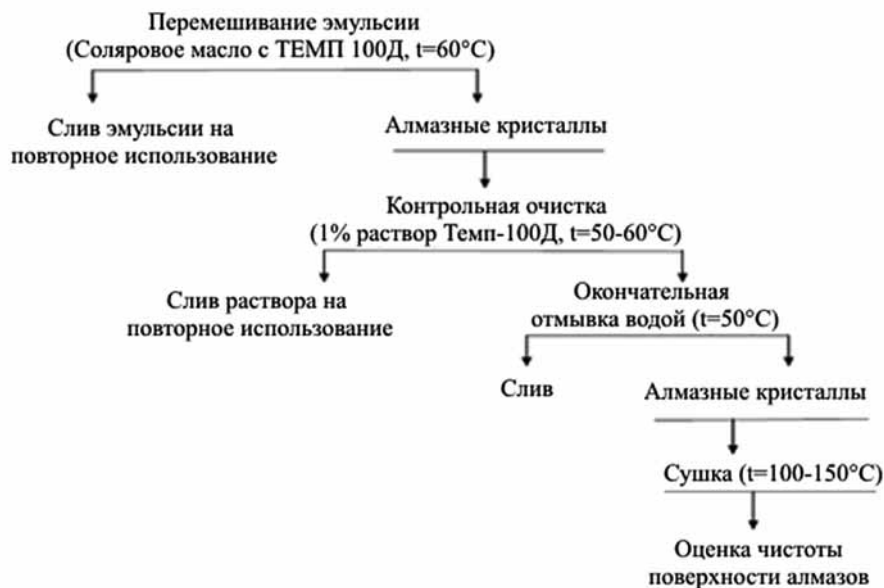


Рис. 4. Принципиальная схема использования эмульсии ЭДТ-100

родной основы с добавлением 3% ПАВ «ТЕМП-100Д». При этом наибольшая эффективность обезжиривания, позволяющая удалить более 90% органических примесей с поверхности алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации, достигается при температуре эмульсии 50–60°C.

• Механизм двойного действия разработанной водно-органической эмульсии для интенсификации процесса обезжиривания алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации, заключается в солюбилизации и последующем удалении труднорастворимых компонентов жировой мази с поверхности алмазных кристаллов перед процессом высокотемпературной сушки.

• Результаты стендовых испытаний установлена эффективность разработанного состава эмульсии и способа ее применения для отмывки жировой мази с алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации. Эффективность очистки алмазов от жировой мази разработанным эмульсионным методом достигает 87,7%, что в 8,5 раз выше, чем в стандартных условиях.

На разработанный состав эмульсии «ЭДТ-100» утверждены технические условия и декларация о соответствии полученного продукта для применения в условиях обогащательных фабрик АК «АЛРОСА». Разработка защищена патентом № 2500479 «Способ обработки алмазосодержащих концентратов липкостной сепарации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2100088 (РФ), МПК В 03 В 5/44. Липкий состав для извлечения алмазов. Якутский научно-исследовательский и проектный институт алмазодобывающей промышленности Акционерной компании «Алмазы России-Саха»; опублик. 27.12.1997.

2. Абрамзон А.А., Зайченко Л.П. и др. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение. – Л.: Химия, 1988. – С. 200.

3. Закупра В.А. Методы анализа и контроля в производстве поверхностно-активных веществ. – М.: Химия, 1977. – С. 368.

4. Левченко Д.Н., Бернштейн Н.Б., Худякова А.Д., Николаева Н.М. Эмульсии нефти с водой и методы их разрушения. – М.: Химия, 1967.

5. Назимов Н.М. Растворители для удаления асфальтено-смоло-парафиновых отложений. Автореферат диссертации на соискание степени канд. техн. наук по специальности 02.00.13 – Нефтехимия. – Казань: Казан-

ский государственный технологический университет, 2003.

6. Патент (2265081) б МПК С23G 5/028. – Состав для очистки поверхностей от канифольевых и масложировых загрязнений / заявитель ФГУП «ВНИИХТ», ОАО «НКНХ». № 2004102107/02; заявл. 28.01.2004; опублик. 28.01.2004.

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

8. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Трофимова Э.А., Чаадаев А.С., Островская Г.Х. Эмульсионный метод очистки алмазосодержащих концентратов липкостной и пенной сепарации от органических примесей // Горный журнал. – 2012. – № 12. – С. 79–82. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Островская Галия Харисовна – аспирант ИПКОН РАН, зав. лабораторией, Институт Якутнипроалмаз АК «АЛРОСА», e-mail: ostrovskayagkh@alrosa.ru.

**EXPERIMENTAL VALIDATION OF EDT-100 EMULSION
COMPOSITION ELEMENTS AND MECHANISM IN THE CIRCUIT
OF WASHING OF DIAMOND CONCENTRATES FROM FAT**

Ostrovskaya G.Kh., Graduate Student,
Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia,
Head of Laboratory, Institute «Yakutniproalmaz» Corporation «ALROSA»,
678174, Mirny, Republic of Sakha (Yakutia), Russia,
e-mail: ostrovskayagkh@alrosa.ru.

Based on the outcomes of a package of experimental and theoretical researches, the author validates the water-emulsion technology of washing of diamond concentrates from fat after adhesion separation and before high-temperature drying, to reduce loss of crystals in further circuits of finishing by X-ray fluorescence separation.

Defatting of adhesion separation concentrates under treatment by double-action water-organic emulsion takes place due to solubilization and removal of hardly soluble fat components from diamond crystals before high-temperature drying circuit, which enhances diamond recovery in further X-ray fluorescence separation.

The composition of the water-organic emulsion and the efficient operation mode in the circuit of finishing of adhesion separation concentrates prior to thermal treatment are theoretically and experimentally validated.

The manufacture procedure, technology and application sequence of the EDT-100 water-organic emulsion in the circuit of defatting of adhesion separation concentrates before thermal treatment are developed.

The experimental research undertaken for processing plants of ALROSA has shown that the efficiency of diamond defatting under application of the developed emulsion technology reaches 87.7%, which 8.5 times higher than under standard conditions.

Key words: emulsion, composition, inversion, fat, washing, solubilization, dissolution, proportion.

REFERENCES

1. Patent 2100088 (RF), MPK B 03 B 5/44, 27.12.1997.
2. Abramzon A.A., Zaichenko L.P. *Poverkhnostno-aktivnye veshchestva. Sintez, analiz, svoystva, primeneniye* (Surface-active substances. Synthesis, analysis, properties, application), Leningrad, Khimiya, 1988, pp. 200.
3. Zakupra V.A. *Metody analiza i kontrolya v proizvodstve poverkhnostno-aktivnykh veshchestv* (Analysis and control in production of surface-active substances), Moscow, Khimiya, 1977, pp. 368.
4. Levchenko D.N., Bernshtein N.B., Khudyakova A.D., Nikolaeva N.M. *Emul'sii nefti s vodoi i metody ikh razrusheniya* (Oil-and-water emulsions and their decomposition techniques), Moscow, Khimiya, 1967.
5. Nazimov N.M. *Rastvoriteli dlya udaleniya asfal'teno-smolo-parafinovykh otlozhenii* (Dissolvents for removal of asphaltene-resin-paraffin depositions), Candidate's thesis, Kazan', Kazanskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2003.
6. Patent 2265081 b MPK S23G 5/028, 28.01.2004.
7. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A., Chaadaev A.S., Zyryanov I.V., Ostrovskaya G.Kh. *Gornyi zhurnal*. 2011, no 1, pp. 71–74.
8. Chanturiya V.A., Dvoichenkova G.P., Trofimova E.A., Chaadaev A.S., Ostrovskaya G.Kh. *Gornyi zhurnal*. 2012, no 12, pp. 79–82.



Время и книга – великие учителя.