

ВСПЕНИВАТЕЛИ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ СИЛЬВИНА НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА

А.А. Сосновская*, В.Л. Флейшер

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

E-mail: a.sosnovskaya94@gmail.com

Синтезированы образцы вспенивателей для сильвиновой флотации методами жидкофазного окисления α -пинена и кислотно-каталитической гидратации живичного скипидара. Проведение испытаний в условиях центральной лаборатории ОАО «Беларуськалий» показали, что при одинаковом расходе вспенивателей (16 г/т руды) эффективность извлечения хлористого калия при использовании образца, полученного путем окисления α -пинена, сопоставима с показателем эффективности масла соснового марки МС-60, используемого в настоящее время на предприятии, и составляет 94,0%. Образец, полученный методом гидратации живичного скипидара, обладает более высокой эффективностью (94,8%) извлечения в сравнении с предыдущими. Согласно лабораторным испытаниям на ОАО «Беларуськалий», синтезированные вспениватели рекомендуются к опытно-промышленным испытаниям на предприятии, что подтверждает перспективность их применения.

Ключевые слова: скипидар, флотация, сильвин, вспениватель, масло сосновое, вербенон, вербенол, эпоксид α -пинена, α -терпинеол, флотореагент.

Одним из механизмов повышения конкурентоспособности промышленного комплекса Республики Беларусь является формирование условий для реализации политики рационального импортозамещения и развития импортозамещающих производств. Главным резервом импортозамещения страны по-прежнему остается увеличение глубины переработки отечественного возобновляемого сырья, а, как известно, Республика Беларусь обладает большим запасом возобновляемого растительного сырья – древесиной хвойных пород.

Живичный, сульфатный и другие виды скипидара, например, в России, используются в качестве исходного сырья для производства соснового масла (как одно из направлений), которое находит широкое применение в горнодобывающей промышленности [1, 2]. В то же время глубокая переработка данного вида сырья в Республике Беларусь отсутствует. Поэтому получение соснового флотационного масла, как одного из продуктов глубокой переработки скипидара, является актуальным и перспективным направлением в лесохимической отрасли Беларуси.

Традиционно применяющимся вспенивателем для флотации сильвина является масло сосновое (МС-60), полученное путем кислотно-каталитической гидратации сульфатного скипидара [1, 3, 4]. Его основными компонентами являются терпеновые кислородсодержащие соединения моноциклического ряда (α -, β -, γ -терпинеолы), которые обладают отличной флотирующей способностью, т.е. создают устойчивую мелкопузырчатую пену, необходимую для извлечения хлористого калия. Существует и другой способ: получение терпеновых кислородсодержащих соединений на основе α -пинена живичного скипидара. Способ заключается в окислении исходного соединения кислородом воздуха в присутствии различных каталитических систем с получением смеси, основными компонентами которой являются 2,3-эпоксипинан, вербенол и вербенон.

Целью исследований является оценка эффективности вспенивателей на основе α -пинена живичного скипидара на примере флотации сильвина в условиях центральной лаборатории ОАО «Беларуськалий». Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- синтезированы образцы вспенивателей, полученные жидкофазным окислением α -пинена кислородом воздуха с использованием катализатора стеарата кобальта и кислотнo-каталитической гидратацией живичного скипидара;
- в условиях центральной лаборатории ОАО «Беларуськалий» проведена флотация сильвина с применением полученных образцов в качестве вспенивателей;
- проведен сравнительный анализ эффективности флотации сильвина с использованием синтезированных вспенивателей и масла соснового марки МС-60.

Ранее нами изучены условия проведения процессов жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха в присутствии стеарата кобальта и кислотнo-каталитической гидратации живичного скипидара [5, 6]. Для увеличения доли кислородсодержащих соединений в смеси до 63–69 мас. % ее подвергали фракционированию. Качественный и количественный состав вспенивателей представлен в табл. 1. Содержание спиртов в масле соснового марки МС-60 в пересчете на терпинеол составило 62,00%. Компонентный состав определяли на газовом хроматографе «Цвет-800» с пламенно-ионизационным детектором. Условия хроматографического анализа: колонка капиллярная кварцевая, длина – 30 м, внутренний диаметр – 0,25 мм; неподвижная фаза – VB-5 – 0,25 мкм; температура термостата колонки – 90–220°C, (90°C – 15 мин; подъем температуры – 2°C /мин, до 120°C; 120°C – 20 мин), температура испарителя – 220°C и детектора – 220°C, скорость газ-носителя (азот) – 50 мл/мин, водорода – 22,2 мл/мин, воздуха – 220 мл/мин. Избыточное давление азота на входе в колонку равно 0,045 МПа.

Таблица 1 – Качественный и количественный состав вспенивателей

Наименование компонента	Содержание согласно ГЖХ, мас. %		
	Вспениватель марки МС-60	Вспениватель (полученный жидкофазным окислением α -пинена)	Вспениватель (полученный кислотнo-каталитической гидратацией скипидара)
α -Пинен	9,32	23,62	–
β -Пинен	1,65	–	–
β -Мирцен	0,43	–	–
3-Карен	7,33	–	4,51
Дипентен	8,32	–	2,37
Терпинолен	13,09	–	21,98
α -, β -, γ -Терпинеолы	47,71	–	69,03
2,3-Эпоксипинан	–	12,50	–
Вербенол	–	24,61	–
Вербенон	–	26,04	–
Неидентифицированные компоненты	12,15	13,23	2,11

Результаты лабораторных испытаний полученных вспенивателей для сильвиновой флотации на ОАО «Беларуськалий» показали, что при их одинаковом расходе (16 г/т руды) эффективность синтезированных образцов сопоставима с эффективностью при использовании соснового масла марки МС-60. При этом извлечение хлористого калия в концентрат составило: для масла соснового марки МС-60 – 94,0%, для вспенивателей, полученных методами жидкофазного окисления α -пинена и кислотнo-каталитической гидратацией живичного скипидара – 94,0 и 94,8% соответственно. Поскольку эффективности флотации при использовании синтезированного вспенивателя на основе α -пинена и импортного соснового масла марки МС-60 на основе сульфатного скипидара сопоставимы, и в случае со вспенивателем на основе живичного скипидара эффективность выше, то их получение и применение в Республике Беларусь позволит решить поставленную задачу по импортозамещению продукции.

Таким образом, вспениватели, полученные методами жидкофазного окисления α -пинена и кислотно-каталитической гидратацией живичного скипидара, рекомендуются к опытно-промышленным испытаниям на ОАО «Беларуськалий», что подтверждает перспективность их применения.

Список литературы

1. Ильичев И.И., Радбиль А.Б., Ходов Н.В. «Оргхим»: сосновое масло мирового стандарта // Глобус, 2013. № 3 (27). С. 62–63.
2. Григорьев А.А. Производство флотореагентов // Катализ и нефтехимия, 2001. № 9–10. С. 53–59.
3. Долинский Т.И., Ильичев И.С., Шалашова А.А., Новоселов А.С., Маврина Е.А., Семенычева Л.Л. Разработка условий получения слабоокрашенного соснового масла // Химия растительного сырья, 2015. № 2. С. 155–159.
4. Радбиль А.Б., Семенычева Л.Л., Ильичев И.С., Шалашова А.А., Маврина Е.А. Оптимизация процесса кислотно-каталитической гидратации скипидара // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2014. №2 (1). С. 87–90.
5. Сосновская А.А., Боркина Я.В., Флейшер В.Л. Оптимизация процесса жидкофазного окисления α -пинена кислородом воздуха в присутствии стеарата кобальта (II) // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук, 2019. Т. 55. № 2. С. 233–239.
6. Шпак С.И., Чернышева Т.В., Флейшер В.Л., Квеско А.А. Получение соснового флотационного масла методом гидратации α -пинена // Труды БГТУ, 2016. № 4. С. 144–148.

FOAMING AGENTS FOR THE FLOTATION SYLVINE BASED ON THE COMPONENTS OF TURPENTINE

A.A. Sosnovskaya*, V.L. Fleischer

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

E-mail: a.sosnovskaya94@gmail.com

Samples of foaming agents for sylvite flotation have been synthesized by the methods of liquid-phase oxidation of α -pinene and acid-catalytic hydration of gum turpentine. Testing in a central laboratory OJSC «Belaruskali» showed that with the same consumption of foaming agents (16 g / t of ore) the efficiency of extracting potassium chloride when using a sample obtained by oxidation of α -pinene is comparable to the efficiency indicator, currently used, of pine oil grade MS-60 and is 94.0%. The sample obtained by the method of hydration of gum turpentine has a higher extraction efficiency (94.8%) in comparison with the previous ones. According to laboratory tests at OJSC «Belaruskali» synthesized blowing agents are recommended for pilot testing at the enterprise, which confirms the prospects of their use.

Keywords: turpentine, flotation, sylvite, foaming agent, pine oil, verbenone, verbenol, α -pinene epoxide, α -terpineol, flotation reagent.

References

1. Il'ichev I.I., Radbil' A.B., Khodov N.V. «Orgkhim»: sosnovoe maslo mirovogo standart [«Orgkhim»: pine oil is a global standard]. *Globus* [Globe], 2013, no.3 (27), pp. 62–63. (In Russian).
2. Grigor'ev A.A. Proizvodstvo flotoreagentov [Production of flotation agents]. *Kataliz i neftekhimija* [Catalysis and Petrochemicals], 2001, no. 9–10, pp. 53–59. (In Russian).
3. Dolinskij T.I., Il'ichev I.S., Shchalashchova A.A., Novoselov A.S., Mavrina E.A. Razrabotka uslovij poluchenija slabookrashchennogo sosnovogo masla [Development of conditions for

- obtaining slightly colored pine oil]. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plants materials], 2015, no. 2, pp. 155–159. (In Russian). DOI: 10.14258/jcprm.201502523.
4. Radbil' A.B., Semenycheva L.L., Il'ichev I.S., Shchalashchova A.A., Mavrina E.A Optimizatsiya protsessa kislotno-kataliticheskoy gidratatsii skipidara [The optimization of the process of acid-catalyzed hydration of turpentine]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. Lobachevsky], 2014, no. 2 (1), pp. 87–90. (In Russian).
 5. Sosnovskaya A.A., Borkina Y.V., Fleisher V.L. Optimizatsiya protsessa zhidkofaznogo okisleniya α -pinena kislorodom vozdukha v prisutstvii stearata kobalta (II) [Optimization of the process of liquid-phase oxidation of α -pinene by atmospheric oxygen in the presence of cobalt (II) stearate]. *Izvestija Natsionalnoj akademii nauk Belarusi. Serija khimicheskikh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical series], 2019, vol. 55, no. 2, pp. 233–239. (In Russian). DOI: 10.29235/1561-8331-2019-55-2-233-239].
 6. Shpak C.I., Chernyshcheva T.V., Flejshcher V.L., Kvesko A.A. Poluchenije sosnovogo flotatsionnogo masla metodom gidratatsii α -pinena [Preparation of pine flotation oil by hydration with α -pinene]. *Trudy BGTU* [Trudy BSTU], 2016, no. 4, pp. 144–148. (In Russian).