

# ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.7

Комплексное использование  
минерального сырья. № 4. 2017.

С. В. ЕФРЕМОВА\*, Л. В. БУНЧУК, Э. М. ЛИ, А. А. НИЯЗОВ, Ю. И. СУХАРНИКОВ

Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан,  
Алматы, \*e-mail: secretar\_rgp@mail.ru

## ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ФЛОТОРЕАГЕНТА ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ СОБИРАТЕЛЯ

**Резюме:** В процессе термической переработки рисовой шелухи получен пиролизат - органический продукт (ОП), представляющий собой водный раствор органических соединений различных классов. Наличие гидрофобных и гидрофильных групп атомов в составляющих компонентах органического продукта обеспечивает его гетерополярное строение. В условиях обогатительной фабрики РГП «НЦКПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр» проведены полупромышленные испытания органического продукта пиролиза рисовой шелухи в качестве собирателя на примере обогащения полиметаллической свинцово-цинковой руды месторождения Акжал. Органический продукт апробировали в сопоставлении с собирателем данафлот ТМ 067, заменяя 50 % его количества, вводимого во всех циклах технологического процесса обогащения. Приведены результаты сравнительных экспериментов флотации руды по базовому режиму (с использованием данафлота ТМ 067) и опытному режиму с использованием нового флотореагента в составе композиции данафлот ТМ 067:ОП = 1:1. Показано, что органический продукт пиролиза рисовой шелухи проявляет собирательные свойства и обеспечивает улучшение показателей флотации. Введение разбавленного в соотношении 1:1 водой раствора ОП вместо собирателя данафлот ТМ 067 позволяет повысить содержание свинца в свинцовом концентрате на 0,20 % и цинка в цинковом концентрате - на 0,38 % при росте извлечения металлов. Рекомендовано применение органического продукта пиролиза рисовой шелухи в качестве универсального флотореагента для обогащения свинцово-цинковых руд.

**Ключевые слова:** флотация, флотореагент, собиратель, обогащение, рисовая шелуха, органический продукт пиролиза рисовой шелухи, свинцово-цинковая руда

**Введение.** Реализация третьей модернизации страны через всеобъемлющую и глубокую индустриализацию, объявленная Президентом страны Н. А. Назарбаевым, ставит определенные цели перед горно-металлургической отраслью как базовой отраслью экономики государства и отечественной наукой, обеспечивающей ее научно-техническое сопровождение. Особый акцент поставлен на углубление комплексной переработки сырья. Представляет интерес создание и использование экодружелюбных и экономичных технологий, альтернативных приемов, новых отечественных материалов. В этой связи невозможно переоценить важность флотационных методов обогащения, успех которых определяется эффективностью подбора флотационных реагентов. С ухудшением качества полезных ископаемых данная задача усиливается. Возрастает актуальность разработки и внедрения местных флотореагентов. В этой области авторы данной статьи занимаются изучением флотационной активности жидкого органического продукта пиролиза рисовой шелухи (ОП).

Известно, что рисовая шелуха, являясь отходом производства риса, представляет собой

возобновляемое сырье для создания полифункциональных материалов для разных отраслей народного хозяйства [1-5], состав, свойства и область применения которых определяются условиями переработки прекурсора. Несмотря на разнообразие проводимых экспериментов [6-8], апробация пиролизата рисовой шелухи в качестве флотореагента является новым направлением. Ранее [9-10] мы сообщали о возможности его использования в качестве вспенивателя. В ходе полупромышленных испытаний установлено [10], что использование ОП при обогащении Акжалской руды вместо вспенивателя Т-92 в количестве 20 г/т обеспечивает повышение качества цинкового концентрата на 0,23 % (с 60,77 % до 61,0 %) при незначительном снижении извлечения цинка на 0,1 % (с 89,98 % до 89,88 %). В то же время извлечение свинца повышается на 1,1 % (с 84,81 % до 85,91 %) при одновременном повышении качества свинцового концентрата на 0,5 % (с 57,72 % до 58,22 %). Эти данные позволяют говорить о проявлении органическим продуктом пиролиза рисовой шелухи и собирательных свойств.

Так, при обогащении Шалкинской свинцово-цинковой руды в ходе лабораторных испытаний ОП в качестве добавки в количестве 20, 30, 40 г/т к базовому реагентному режиму, включающему цианид натрия – 60 г/т; цинковый купорос – 300 г/т; сернистый натрий – 30 г/т; ксантогенат бутиловый – 200 г/т; жидкое стекло – 200 г/т; вспениватель Т-80 – 45 г/т, было установлено, что ОП практически не влияет на извлечение цинка и качество цинкового концентрата, но способствует увеличению извлечения свинца в концентрат на 8 % и его содержания в концентрате на 2 %. Причем, оптимальным является введение органического продукта в количестве 20 г/т в свинцовую флотацию [11]. Проведение схемных опытов с подачей ОП в количестве 20 г/т в основную свинцовую флотацию и 10 г/т в основную цинковую флотацию в дополнение к базовому режиму подтвердило собирательные свойства органического продукта в отношении минералов свинца. При переработке Шалкинской руды с введением ОП в дополнение к базовому режиму извлечение свинца в свинцовый концентрат возросло с 70,8 до 73,6 % и содержание свинца в свинцовом концентрате увеличилось с 44,5 до 48,5 %.

Положительные результаты были получены и при флотации Салаирской руды в замкнутом цикле, которую проводили аналогично Шалкинской, но при сокращении расхода флотореагентов на 1/3 из-за меньшего содержания в ней органических веществ. Показано [11], что ОП улучшает не только качество свинцового концентрата на 4,87 %, но и способствует росту извлечения цинка в цинковый концентрат на 5,57 %, обеспечивая сокращение расхода цианида натрия в 2 раза.

В связи с этим **целью настоящей работы** было определено проведение полупромышленных испытаний органического продукта пиролиза рисовой шелухи в качестве собирателя.

**Экспериментальная часть.** Описание процесса получения и состав органического продукта пиролиза рисовой шелухи представлены в [10]. Методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (Agilent 6890N/5973N) установлено, что ОП представляет собой водный раствор органических соединений различных классов, содержащих гидрофобные (алифатические и циклические углеводородные радикалы) и гидрофильные (-ОН, -СООН, -NH<sub>2</sub>, -СО) группы атомов, благодаря чему имеет гетерополярное строение.

Полупромышленные испытания ОП в качестве собирателя проводили в условиях обогатительной

фабрики филиала РГП «НЦКПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр» на примере свинцово-цинковой руды месторождения Акжал. Схема подготовки руды к испытаниям, ее химический, рентгенофазовый и гранулометрический состав даны в работе [9].

На основании лабораторных исследований для проведения полупромышленных испытаний была произведена сборка и монтаж цепи аппаратов с применением следующего оборудования:

- двух шаровых мельниц 416x445 мм для измельчения исходной руды;
- двух спиральных классификаторов В = 150 мм, L = 1250 мм, работающих в замкнутом цикле с шаровыми мельницами;
- шестнадцати камер флотационных машин «Механобр», объемом 12 дм<sup>3</sup> каждая, для проведения основной, контрольной и перечистных операций;
- питателей перистальтического типа ПП в количестве двенадцати единиц для дозирования реагентов в процесс флотации;
- тринадцати песковых насосов марки ПН для перекачки промпродуктов флотации.

Технологическая схема с указанием основных технологических режимных параметров флотации приведена на рисунке и включает:

- измельчение I стадии до крупности 52 % класса минус 0,074 мм;
- измельчение II стадии до крупности 65 % класса минус 0,074 мм;
- основную свинцовую флотацию, которую проводили с использованием цинкового купороса – 400 г/т, данафлота – 10 г/т, Т-92 – 10 г/т при значении рН = 8,0;
- контрольную свинцовую флотацию при расходе данафлота ТМ 067 – 10 г/т, Т-92 – 10 г/т;
- перечистку грубого свинцового концентрата, осуществляемую подачей цинкового купороса в количестве: в I перечистку – 60 г/т, во II перечистку – 20 г/т;
- основную цинковую флотацию, предусматривающую активацию цинковых минералов медным купоросом при расходе 300 г/т при рН = 9,2, данафлота ТМ 067 – 30 г/т, Т-92 – 20 г/т;
- контрольную цинковую флотацию при расходе данафлота ТМ 067 – 20 г/т, Т-92 – 10 г/т;
- доизмельчение грубого цинкового концентрата до 92 % класса минус 0,074 мм;
- три перечистки грубого цинкового концентрата.

Органический продукт пиролиза рисовой шелухи разбавляли водой в соотношении 1:1 и ис-

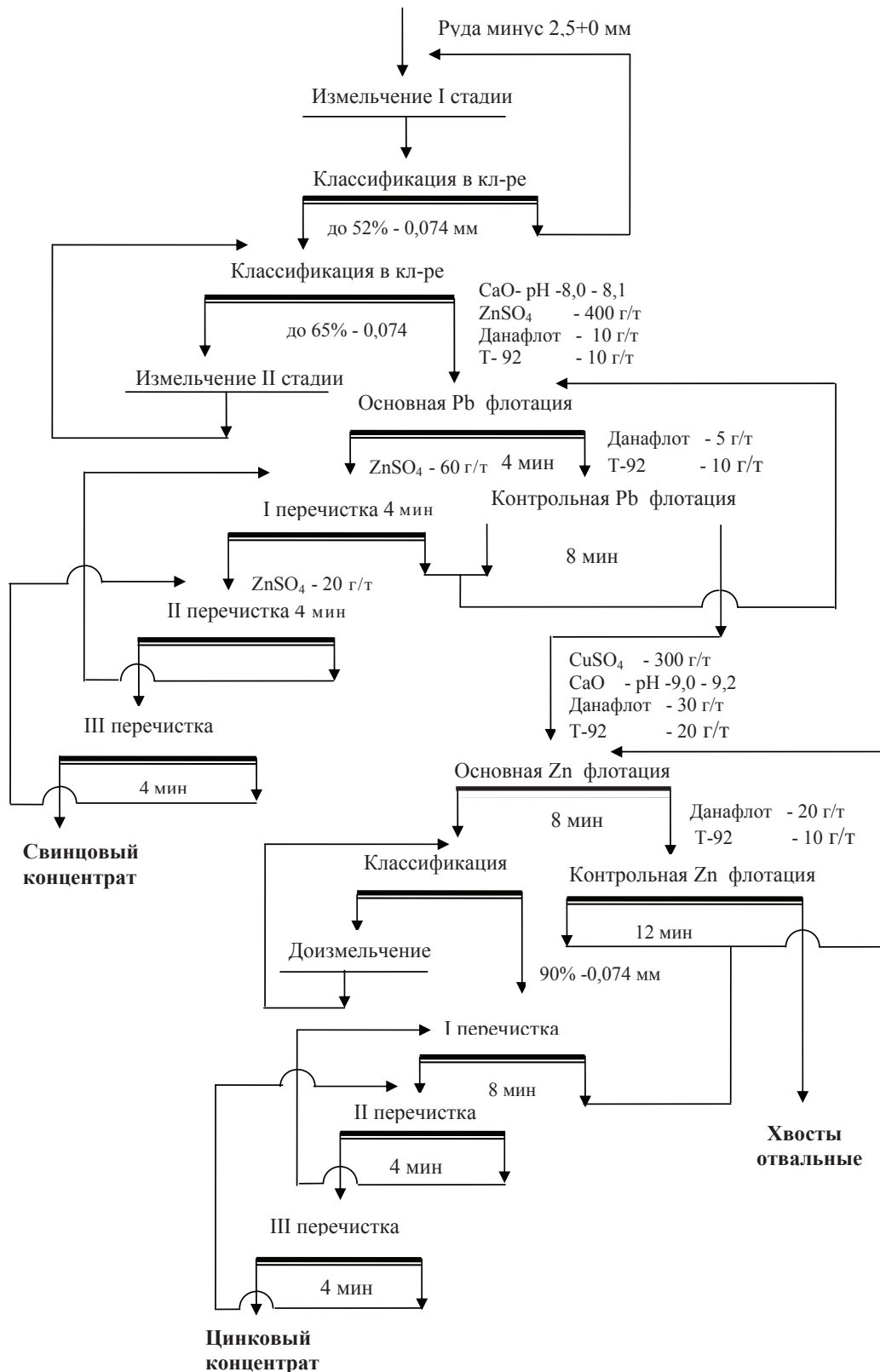


Рисунок – Технологическая схема переработки руды в полупромышленных условиях

пользовали в качестве собирателя в композиции с данафлотом ТМ 067 в соотношении 1:1. В таблицах 1 и 2 приведены основные технологические параметры ведения свинцовой и цинковой флота-

ции по базовому и опытному режимам: расходы используемых реагентов, их точки подачи, плотность пульпы, рН среды, время флотации по операциям.

Таблица 1 – Технологические параметры по базовому режиму

Точки подачи	Расход реагентов, г/т					% твердого	рН пульпы	Время флотации, мин
	CaO	ZnSO <sub>4</sub>	данафлот ТМ 067	CuSO <sub>4</sub>	Т-92			
Слив классификатора		-	-	-	-	75	8,0	-
Основная свинцовая флотация	до	400	10	-	10	35	8,0	4
Контрольная свинцовая флотация	рН	-	10	-	10	30	8,0	8
I перерешетка свинцового концентрата	8,0	60	-	-	-	28	8,0	4
II перерешетка свинцового концентрата		20	-	-	-	25	7,9	4
Основная цинковая флотация		-	30	300	20	30	9,2	8
Контрольная цинковая флотация	до рН 9,2	-	20	-	10	28	9,0	12
Итого		380	70	300	50	-	-	-

Таблица 2 - Технологические параметры по опытному режиму

Точки подачи	Расход реагентов, г/т					% твердого	рН пульпы	Время флотации, мин
	CaO	ZnSO <sub>4</sub>	композиция данафлот ТМ 067:ОП	CuSO <sub>4</sub>	Т-92			
Слив классификатора		-	-	-	-	75	8,0	-
Основная свинцовая флотация	до	400	5/5	-	10	35	8,0	4
Контрольная свинцовая флотация	рН	-	5/5	-	10	30	8,0	8
I перерешетка свинцового концентрата	8,0	60	-	-	-	28	8,0	4
II перерешетка свинцового концентрата		20	-	-	-	25	7,9	4
Основная цинковая флотация		-	15/15	300	20	30	9,2	8
Контрольная цинковая флотация	до рН 9,2	-	10/10	-	10	28	9,0	12
Итого		380	70	300	50	-	-	-

**Результаты и их обсуждение.** Сравнительные данные технологического баланса средневзвешенных результатов полупромышленных испытаний по базовому режиму и опытному режиму с использованием ОП в композиции с данафлотом ТМ 067 в соотношении 1:1 представлены в таблице 3, из которой видно, что:

- по базовому режиму получены:

- свинцовый концентрат с содержанием свинца – 57,72 %, цинка – 13,90 % при извлечении свинца 84,81 %. Потери цинка в свинцовом концентрате составляют 2,41 %, выход концентрата – 0,955 %;

- цинковый концентрат с содержанием цинка – 60,77 %, свинца – 0,55 % при извлечении цинка 89,98 %. Потери свинца в цинковом концентрате составляют 6,88 %, выход концентрата – 8,14 %;

- хвосты отвальные с содержанием свинца – 0,06 %, цинка – 0,46 %. Потери при выходе хвостов 90,905 % составляют: свинца – 8,31 %, цинка – 7,61 %.

- по опытному режиму получены:

- свинцовый концентрат с содержанием свинца – 57,92 %, цинка – 12,62 % при извлечении свинца 84,84 %. Потери цинка в свинцовом концентрате составляют 2,18 %, выход концентрата – 0,95 %;

- цинковый концентрат с содержанием цинка – 61,15 %, свинца – 0,54 % при извлечении цинка 90,20 %. Потери свинца в цинковом концентрате составляют 6,74 %, выход концентрата – 8,10 %;

- хвосты отвальные с содержанием свинца – 0,06 %, цинка – 0,46 %. Потери при выходе хвостов 90,95 % составляют: свинца – 8,42 %, цинка – 7,62 %.

Таблица 3 - Технологический баланс средневзвешенных результатов полупромышленных испытаний по базовому и опытному режимам

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Базовый режим					
Pb концентрат	0,955	57,72	13,90	84,81	2,41
Zn концентрат	8,14	0,55	60,77	6,88	89,98
Хвосты отвальные	90,905	0,06	0,46	8,31	7,61
Руда	100,0	0,65	5,50	100,0	100,0
Опытный режим					
Pb концентрат	0,95	57,92	12,62	84,84	2,18
Zn концентрат	8,10	0,54	61,15	6,74	90,20
Хвосты отвальные	90,95	0,06	0,46	8,42	7,62
Руда	100,0	0,65	5,49	100,0	100,0

Представленные результаты свидетельствуют о том, что замена 50 % расхода данафлота ТМ 067 органическим продуктом пиролиза рисовой шелухи в процессе флотации свинцово-цинковой руды месторождения Акжал обеспечивает повышение качества свинцового концентрата на 0,20 % при сокращении содержания цинка в нем на 1,28 % и цинкового концентрата – на 0,38 % при росте извлечения цинка на 0,22 %. Принимая во внимание, что ОП проявляет также свойства вспенивателя [10], можно заключить, что полученный продукт работает как флотореагент универсального действия. Учитывая его более низкую стоимость (172 тенге/кг) по сравнению с данафлотом (1385 тенге/кг) и даже пенообразователем Т-92 (229 тенге/кг), использование ОП в композиции с данафлотом 1:1 позволит сэкономить 45,4 тенге с каждой тонны руды. При производительности 1200 тыс т руды в год фабрика будет иметь существенную экономию – 54,5 млн тенге. Таким образом, обеспечение новым флотореагентом технологических показателей не хуже чем по фабричному режиму в совокупности с высокими экономическими показателями делает применение ОП весьма привлекательным.

**Выводы.** Проведены полупромышленные испытания органического продукта пиролиза рисовой шелухи как собирателя при обогащении свинцово-цинковой руды месторождения Акжал. В ходе сравнительных экспериментов флотации руды по базовому режиму (с использованием данафлота ТМ 067) и опытному режиму (с использованием нового флотореагента в

составе композиции данафлот ТМ 067:ОП = 1:1) установлено, что органический продукт пиролиза рисовой шелухи обеспечивает улучшение показателей флотации. Введение разбавленного в соотношении 1:1 водой раствора ОП вместо собирателя данафлот ТМ 067 позволяет повысить содержание свинца в свинцовом концентрате на 0,20 % и цинка в цинковом концентрате – на 0,38 % при росте извлечения металлов соответственно на 0,03 % и 0,22 %. Органический продукт пиролиза рисовой шелухи проявляет свойства вспенивателя и собирателя и может быть использован как универсальный флотореагент при обогащении полиметаллических руд.

*Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК (проект № 2252/ГФ4).*

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Genieva S., Turmanova S., Dimitrov A., Petkov P., Vlaev L. Thermal degradation of rice husks on a pilot plant Utilization of the products as adsorbents for oil spill clean-up // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2012. – 110(1). - P. 111-118.
- 2 Lattuada R. M., Peralba M. C. R., Dos Santos J. H. Z., Fisch A. G. Peat, Rice Husk and Rice Husk Carbon as Low-Cost Adsorbents for Metals from Acidic Aqueous Solutions // Separation Science and Technology. – 2014. - 49(1). - P. 101-111.
- 3 Na Chun Ki. Preparation of Biosorbent using Rice Husk: Introduce Anion-sorption Functional Group by Copolymerization with GMA and Subsequent Amination // Journal of Korea Society of Waste Management. – 2014. - 31(7). - P. 725-733.
- 4 Chen H., Zhao L., Wang X., He X., Fang W., Wang X., Wang F. Hybrid one-dimensional nanostructure based on biomorphic porous SiO<sub>2</sub> through in-situ catalytic pyrolysis of rice husk // Ceramics International. – 2015. - 41(4). - P. 6089-6097.



5 Singh S.K., Mohanty B.C., Basu S. Synthesis of SiC from rice husk in a plasma reactor // *Bulletin of Materials Science*. – 2002. – 25(6). – P. 561-563.

6 Bazargan A., Bazargan M., McKay G. Optimization of rice husk pretreatment for energy production. // *Renewable Energy*. – 2015. – 77. – P. 512-520.

7 Zhang S.P., Chen T., Xiong Y.Q., Dong Q. Effects of wet torrefaction on the physicochemical properties and pyrolysis product properties of rice husk // *Energy Conversion and Management*. – 2017. – 141. – P. 403-409.

8 Zhang H., Ding X., Chen X., Ma Yu., Wang Z., Zhao X. A new method of utilizing rice husk: Consecutively preparing d-xylose, organosolv lignin, ethanol and amorphous superfine silica // *Journal of hazardous materials*. – 2015. – 291. – P. 65-73.

9 Yefremova S., Sukharnikov Yu., Bouchuk L., Kablanbekov A., Li E., Niyazov A., Shalgimbayev S., Zharmenov A. Development of a new flotation reagent based on rice husk // *Mine Planning and Equipment Selection Symposium: Proceedings of the 26<sup>th</sup> Internation. Conf. - Luleå, Sweden, 2017*. – P. 265-270.

10 Ефремова С., Бунчук Л., Сухарников Ю., Ли Э., Ниязов А., Шалгимбаев С., Жарменов А. Опытные промышленные испытания флотореагента из рисовой шелухи в качестве вспенивателя // *Промышленность Казахстана*. – 2017. – № 1. – С. 27-28.

11 Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Еремин Ю.П., Бунчук Л.В., Андерсон К.Дж. Оценка флотационной активности пиролизата от рисовой шелухи при обогащении труднообогатимых руд // *Жидкость на границе раздела фаз – теория и практика. Абишевские чтения-2006: Матер. Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 70-летию член-корр. НАН РК Жанторе Нурлановича Абишева.* – Караганда, Казахстан, 2006. – С 84-87.

## REFERENCES

1 Genieva S., Turmanova S., Dimitrov A., Petkov P., Vlaev L. Thermal degradation of rice husks on a pilot plant Utilization of the products as adsorbents for oil spill cleanup. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. **2012**. *110(1)*, 111-118 (in Eng).

2 Lattuada R. M., Peralba M. C. R., Dos Santos J. H. Z., Fisch A. G. Peat, Rice Husk and Rice Husk Carbon as Low-Cost Adsorbents for Metals from Acidic Aqueous Solutions. *Separation Science and Technology*. **2014**. *49(1)*, 101-111(in Eng).

3 Na Chun Ki. Preparation of Biosorbent using Rice Husk: Introduce Anion-sorption Functional Group by Copolymerization with GMA and Subsequent Amination. *Journal of Korea Society of Waste Management*. **2014**. *31(7)*, 725-733 (in Eng).

4 Chen H., Zhao L., Wang X., He X., Fang W., Wang X., Wang F. Hybrid one-dimensional nanostructure based on biomorphic porous SiO<sub>2</sub> through in-situ catalytic pyrolysis of rice husk. *Ceramics International*. **2015**. *41(4)*, 6089-6097 (in Eng).

5 Singh S.K., Mohanty B.C., Basu S. Synthesis of SiC from rice husk in a plasma reactor. *Bulletin of Materials Science*. **2002**. *25(6)*, 561-563 (in Eng).

6 Bazargan A., Bazargan M., McKay G. Optimization of rice husk pretreatment for energy production. *Renewable Energy*. **2015**. *77*, 512-520 (in Eng).

7 Zhang S.P., Chen T., Xiong Y.Q., Dong Q. Effects of wet torrefaction on the physicochemical properties and pyrolysis product properties of rice husk. *Energy Conversion and Management*. **2017**. *141*, 403-409 (in Eng).

8 Zhang H., Ding X., Chen X., Ma Yu., Wang Z., Zhao X. A new method of utilizing rice husk: Consecutively preparing d-xylose, organosolv lignin, ethanol and amorphous superfine silica. *Journal of hazardous materials*. **2015**. *291*, 65-73 (in Eng).

9 Yefremova S., Sukharnikov Yu., Bouchuk L., Kablanbekov A., Li E., Niyazov A., Shalgimbayev S., Zharmenov A. Development of a new flotation reagent based on rice husk. *Mine Planning and Equipment Selection Symposium: Proceedings of the 26<sup>th</sup> Internation. Conf. Luleå, Sweden, 2017*. 265-270 (in Eng).

10 Yefremova S., Bunchuk L., Sukharnikov Yu., Li E., Niyazov A., Shalgimbayev S., Zharmenov A. *Opytno-promyshlennye ispytaniya flotoreagenta iz risovoy sheluhi v kachestve vspenivatelya (Semi-industrial tests of flotation from rice husk as blowing agent). Promyshlennost' Kazakhstana = Industry of Kazakhstan*. **2017**. *1*, 27-28 (in Russ).

11 Yefremova S.V., Sukharnikov Yu.I., Yeremin Yu.P., Bunchuk L.V., Anderson K.J. *Otsenka flotacionnoj aktivnosti pirolizata ot risovoy sheluhi pri obogashchenii trudnoobogatimih rud (Estimate of flotation activity of rice husk pyrolyzate in refractory ores enrichment). Zhidkost na granice razdela faz – teoriya i praktika. Abishevskie chteniya-2006: Mater. Mezhdunar. Nauch.-prakt. konf. (Fluid at the interface - theory and practice. Abishev's readings-2006: Proceedings of the Internation. Science&Practice Conf.) Karaganda, Kazakhstan, 2006*. 84-87. (in Russ).

## ТҮЙІНДЕМЕ

Күріш қыпығын термикалық өңдеу процесінде түрлі класты органикалық қосылыстардың сулы ерітіндісінен тұратын пиролизат – органикалық өнім (ОӨ) алынды. Органикалық өнімнің компоненттері құрамында гидрофобты және гидрофилді топтардың атомдарының болуы оның гетерополярлы құрылымын қамтамасыз етеді. «ҚР МШҚҰ ҰО» РМК-ның «Қазмеханобр» МӨЭФӨБ байыту фабрикасы жағдайында Ақжал кенорнының қорғасын-мырышты полиметалл кендерін байыту мысалында жинағыш ретінде күріш қыпығы пиролизінің органикалық өніміне жартылай өндірістік сынақ жүргізілді. Органикалық өнімді данафлот ТМ 067 жинақтағышымен салыстыра, байыту процесінің бүкіл технологиялық циклындағы оның мөлшерінің 50 % алмастыра отырып сынадық. Базалық режим (данафлот ТМ 067 пайдаланып) мен тәжірибелік режим (данафлот ТМ 067:ОП = 1:1 композицияларының құрамындағы жаңа флотореагенттерді пайдаланып) бойынша кендерді флотациялаудың салыстырмалы эксперименттерінің нәтижелері күріш қыпығы пиролизінің органикалық өнімі жинағыштық қасиетке ие екендігін және флотация көрсеткіштерін жақсартатынын көрсетті. Металдарды алу көлемінің өсуі кезінде ОӨ 1:1 қатынасты сулы ерітіндімен араластырып данафлот ТМ 067 жинақтағышының орнына жібергенде қорғасын концентратындағы қорғасынның мөлшерін 0,20 %, мырыш концентратындағы мырыштың 0,38 % арттыруына мүмкіндік береді. Күріш қыпығы пиролизінің органикалық өнімі қорғасын-мырыш кендерін байытуда әмбебап флотореагент ретінде қолданылуға ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** флотация, флотореагент, жинақтағыш, байыту, күріш қыпығы, күріш қыпығы пиролизінің органикалық өнімі, қорғасын-мырышты кендері.

### ABSTRACT

At thermal processing of rice husk, pyrolyzate – an organic product (OP), representing a water solution of organic compounds of different classes has been obtained. The presence of hydrophobic and hydrophilic group of atoms in the components of the organic product provides its heteropolar structure. In the conditions of the concentrated plant of SNPUIE Kazmekhnabor RSE "NCCPMRM RK" branch the semi-industrial tests of organic product of rice husk pyrolysis as the collecting agent were conducted on the example of enrichment of polymetal lead-zinc ore of the Akzhal minefield. The organic product has been tested in comparison with the danafloat TM067 selecting agent, by replacing 50 % of its amount, added in all cycles of enrichment technological process. The results of comparative experiments of ore flotation by base regime (with the use of danafloat TM 067) and experimental regime (with the use of the new flotation reagent OP in a composition of the danafloat TM 067:OP = 1:1) has showed that organic product of rice husk pyrolysis shows selective properties and provides the improvement of flotation indicators. Adding of the water-diluted OP solution in ratio 1:1 instead of danafloat TM 067 allows increasing the content of the lead to 0.20 % in the lead concentrate and zinc – to 0.38 % in the zinc concentrate during the increase of metal extraction. It is recommended to use the organic product of rice husk pyrolysis as the universal flotation reagent for lead-zinc ores enrichment.

**Key words:** flotation, flotation agent, collector, enrichment, rice husk, organic product of rice husk pyrolysis, lead-zinc ore

*Поступила 27.10.2017*