

УДК 622.765.06

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ АКА-9 ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ФЛОТАЦИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА БАЗЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА

Д.А. Омарова, Р.А. Байжуманова, А.О. Абдикулова, Н.К. Тусупбаев<sup>2</sup>,  
С.Н. Калугин, Ж.А. Абилов

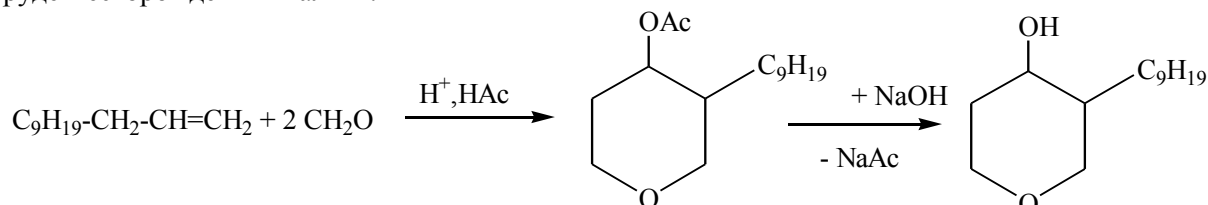
<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
АО ЦНЗМО, Алматы, Казахстан, e-mail: [omarova\\_da@mail.ru](mailto:omarova_da@mail.ru)  
Центр наук о Земле, металлургии и обогащения, e-mail: [nesipbay@mail.ru](mailto:nesipbay@mail.ru)

В данной статье приведен полный синтез и свойства нового пенообразователя АКА-9 для усовершенствования процесса флотации полиметаллического сырья Казахстана, на базе продуктов переработки углеводородного сырья. Приведены результаты извлечений металлов из руды месторождения Шалкия.

С каждым годом ухудшается качество минерального сырья, поступающего на обогатительные фабрики, снижается обогатимость руд, уменьшается содержание в них ценных компонентов. Применяемые флотореагенты мало эффективны, поэтому необходимо создать новые.

В последние годы на кафедре химии и химической технологии органических веществ, природных соединений и полимеров совместно с лабораторией флотореагентов и обогащения АО ЦНЗМО ведутся интенсивные работы по поиску новых эффективных флотреагентов и разработке оптимального флотационного режима обогащения полиметаллического сырья. Итогом этих работ стали флотореагенты серии КСК, позволившие увеличить выход меди и свинца в концентрат, уменьшить расход флотореагентов на 30% и снизить экономические затраты.

В продолжение этих работ был осуществлен синтез пенообразователя АКА-9, исследованы некоторые его коллоидно-химические свойства и проведены лабораторные флотационные испытания на руде месторождения Шалкия.



Структура полученного 3-нонитетрагидропиран-4-ола была доказана анализом ИК-спектроскопии.

Исследованы коллоидно-химические свойства полученного реагента АКА-9, является хорошим пенообразователем, снижает энергию поверхностного натяжения. Измерение поверхностного натяжения полученного реагента АКА-9 проводились сталагмометрическим методом, в сравнении с используемым в промышленности реагентом Т-80 (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1. Значения измерения поверхностного натяжения реагента Т-80

	N1	N2	<N>	σ
Вода/спирт	77	78	78	41,36
0,0625	87	86	86	37,51
0,125	87	87	87	37,08
0,25	88	89	88	36,66
0,5	89	89	89	36,24
1	92	93	92	35,06

Таблица 2. значения измерения поверхностного натяжения нового реагента АКА-9 (3-нонитетрагидропиран-4-ола)

	N1	N2	<N>	σ
Вода/спирт	37	38	38	71,96

0,0625	42	41	42	65,11
0,125	43	44	44	62,14
0,25	49	49	49	55,80
0,5	56	57	57	47,97
1	68	69	68	40,21

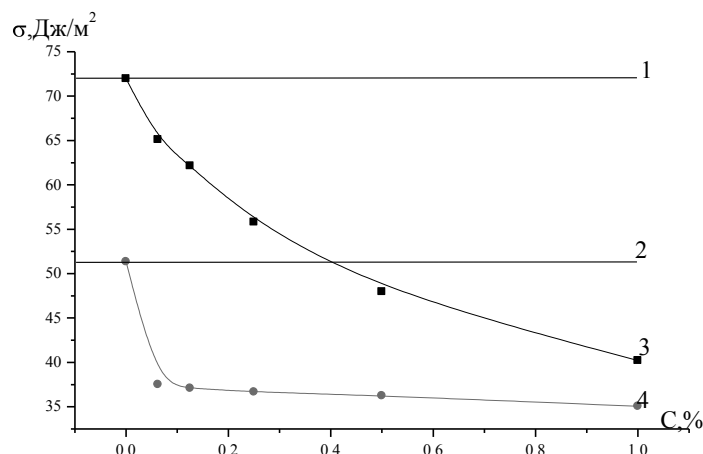


Рисунок 1. Зависимость поверхностного натяжения реагентов от концентрации растворов.

1 – вода; 2 – спирт-вода 1:1; 3 – реагент Т-80; 4 – реагент АКА-9

Известно, что низкомолекулярные спирты, метиловый и этиловый обладают способностью снижать пенообразование, несмотря на это АКА-9 в спиртово-водном растворе обладает достаточной поверхностной активностью для образования пены. По мере уменьшения поверхностного натяжения раствора его пенообразующая способность постепенно увеличивается. При этом для получения одинакового объема пены затрачивается меньшая работа, и запас свободной поверхностной энергии уменьшается.

Было проведено несколько опытов флотации с применением реагента – пенообразователя АКА-9 на руде Шалкия в лаборатории флотореагентов и обогащения АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения». Исследования проводились в сравнении с традиционным вспенивателем Т-80. В качестве нового пенообразователя применялся АКА-9. Исследовалось действие данного реагента на флотацию углистых сланцев в полиметаллической руде месторождения Шалкия. Опыты проводились на смешанной пробе руды верхнего и нижнего рудного тела при соотношении 1:1. Схема флотации и реагентный режим приведены на рисунке 2.

Схема включала измельчение руды до 98 % класса -0,074 мм, флотацию углистых сланцев, свинцовый и цинковый цикл. Свинцовый цикл состоял из основной свинцовой флотации, контрольной флотации и двух перечисток свинцового концентрата. Цинковый цикл состоял из основной цинковой флотации, двух контрольных флотаций и двух перечисток цинкового концентрата. Перед флотацией углистых сланцев проводилась обработка руды азацией в течение 10 минут в присутствии пенообразователя. Новые пенообразователи подавались только в угольную флотацию для улучшения флотируемости углистых сланцев. Расход пенообразователя во флотации углистых сланцев составлял 100-150 г/т. В основную свинцовую флотацию подавались сернистый натрий, цинковый купорос и цианид натрия для депрессии цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольную свинцовую флотацию подавали собиратель и вспениватель, в перечистки – цинковый купорос и цианид натрия для дополнительной депрессии цинка. В основную цинковую флотацию подавали регулятор среды – известь, для создания pH=10-10,5, медный купорос, как активатор цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольные цинковые флотации подавали активатор, собиратель и вспениватель, в перечистки – известь для создания pH=10,5-10,8 и жидкое стекло для депрессии пустой породы. Расходы реагентов указаны на рисунке 2.

Результаты, приведенные в таблице 3, показывают, что наилучшим пенообразователем для флотации угольных сланцев является АКА-9. Извлечение органического углерода при использовании АКА-9 увеличивается на 7,55 % по сравнению с Т-80. Содержание органического углерода в угольных сланцах возрастает на 2,8 %.

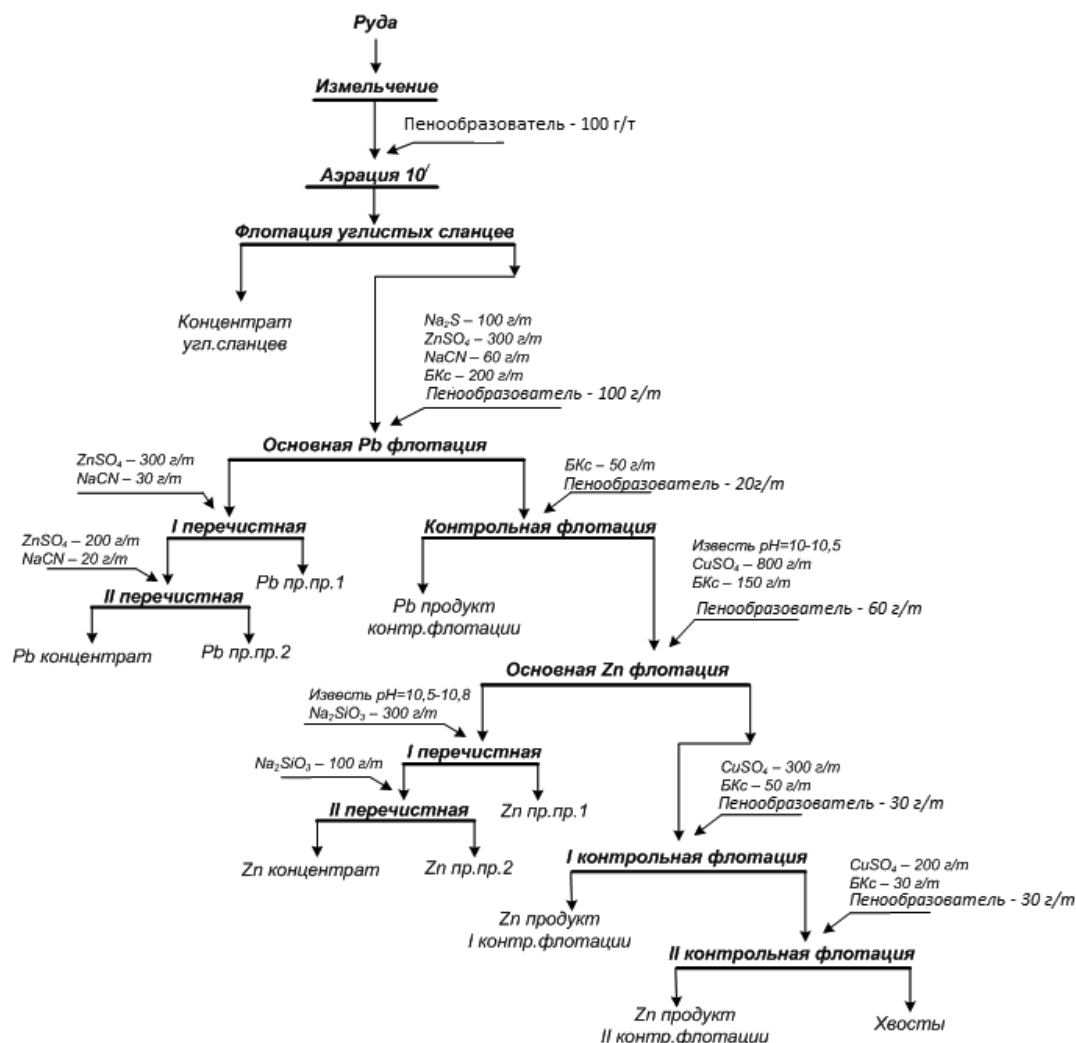


Рисунок 2. Схема и реагентный режим флотации полиметаллической руды месторождения Шалкия

Таблица 3. Результаты флотации углистых сланцев с применением различных пенообразователей

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание $C_{орг}$ , %	Извлечение $C_{орг}$ , %	Примечание
Конц. угольных сланцев	2,04	5,25	<b>11,79</b>	Т-80 100 г/т
Pb концентрат	1,80	6,33	12,54	
Pb пр.пр.1	3,32	1,35	4,93	
Pb пр.пр.2	1,31	3,13	4,51	
Pb к-т контрольной фл.	2,82	1,48	4,59	
Zn пр.пр.1	4,92	0,7	3,79	
Zn пр.пр.2	1,48	1,03	1,68	
Zn к-т контрольной фл.	2,98	0,98	3,21	
Zn концентрат	6,32	1,25	8,70	
Отвальные хвосты	73,03	0,55	44,24	
<b>Исходная руда</b>	<b>100</b>	<b>0,91</b>	<b>100</b>	АКА-9 100 г/т
Конц. угольных сланцев	2,24	8,04	<b>19,34</b>	
Pb концентрат	1,85	4,69	9,32	
Pb пр.пр.1	4,19	0,72	3,24	
Pb пр.пр.2	1,47	1,93	3,05	

Pb к-т контрольной фл.	3,10	0,94	3,13
Zn пр.пр.1	7,28	0,66	5,16
Zn пр.пр.2	2,14	1,2	2,76
Zn к-т контрольной фл. I	2,52	0,73	1,98
Zn к-т контрольной фл. II	2,57	0,75	2,07
Zn концентрат	7,27	1,18	9,21
Отвальные хвосты	65,38	0,58	40,75
<b>Исходная руда</b>	<b>100</b>	<b>0,93</b>	<b>100</b>

### Экспериментальная часть

Для синтеза пенообразователя АКА-9 применяется додецен-1 и параформ. Синтез включает в себя несколько стадий. Взаимодействие оксиметилирование додецена-1 параформом, щелочной гидролиз продукта оксиметилирования параформом в уксусной кислоте. Оксиметилирование проводят в круглодонной колбе, снабженной механической мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой, помещают 200 мл ледяной уксусной кислоты, 3 мл концентрированной серной кислоты и 0,5 М параформа. Содержимое колбы нагревают до 65-70<sup>0</sup>С и из капельной воронки прикапывают 0,25 додецена-1. Во время прикапывания температура смеси поднимается на 10-15<sup>0</sup>С. По окончании прикапывания реакционную массу нагревают до 90-95<sup>0</sup>С, выдерживают при этой температуре в течение 2-х часов и оставляют на ночь. На следующий день из реакционной смеси отгоняют уксусную кислоту в вакууме водоструйного насоса, остаток разбавляют 200 мл воды и экстрагируют три раза по 50 мл бензола. Растворитель отгоняют, а остаток перегоняют дважды в вакууме масляного насоса. Полученный 3-нониттетрагидропиран-4-ол помещают в круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником и механической мешалкой, кипятят в течение 8 часов в 100 мл водно-спиртовой смеси, содержащей 5г гидроксида натрия. После чего отгоняют спирт, одновременно добавляя воду, экстрагируют многократно эфиром. Эфирные вытяжки сушат над прокаленным сульфатом магния, фильтруют, упаривают и остаток перегоняют в вакууме масляного насоса.

Структура полученного 3-нониттетрагидропиран-4-ола была доказана анализом ИК-спектроскопии.

### Литература

1. Дуденков С.В., Шубов Л.Я., Глазунов Л.А. и др. Основы теории и практика применения флотационных реагентов.- М.: «Недра», 1969.- С. 25-28.
2. Синтезы гетероциклических соединений / Под ред. А.А. Арояна - вып. 10 - Ереван: АН Арм. ССР - 1975. - С. 68-69.

### ПОЛИМЕТАЛДЫ ШИКІЗАТТЫ БАЙЫТУ ПРОЦЕСТЕРІНЕ АРНАЛҒАН ҚАЗАҚСТАН КӨМІРСУТЕК ӨНІМДЕРІН ҚОЛДАНЫП ЖАҢА ОТАНДЫҚ АКА-9 ФЛОТОРЕАГЕНТІН СИНТЕЗДЕУ

Д.А. Омарова, Р.А. Байжуманова, А.О. Абдикулова, Н.К. Тусупбаев, С.Н. Калугин, Ж.А. Абилов

Мақалада жаңа отандық АКА-9 флотореагентінің синтезі, қасиеттері, оның Қазақстанның полиметалдық шикізатын байыту процестерін жетілдіру жолдары қарастырылған. АКА-9 флотореагенті жасау жолында мұнай өндеу өнімдері қолданылған. «Шалқия» кен байыту орнында өндірілген полиметалды шикізатты флотациялау нәтижелері көрсетілген.

### THE SYNTHESIS AND PROPERTIES OF THE NEW FOAM AKA-9 TO IMPROVE THE FLOTATION PROCESS OF KAZAKHSTANS POLIMETALLIC RAW MATERIALS, WHICH BASED ON HYDROCARBON PRODUCTS

D.A. Omarova, R.A. Baizhumanova, A.O. Abdikulova, N.K. Tusupbaev<sup>2</sup>, S.N. Kalugin, J.A. Abilov

This article has complete synthesis and properties of the new foam AKA-9 to improve the flotation process of Kazakhstans polimettalic raw materials, which based on hydrocarbon products. The results of the extraction metals from ore deposits Shalkiya.