

# **М И Р**



# **СЕРЫ, N, P и K**

2006 год

Выпуск 2

## **БЮЛЛЕТЕНЬ**

**Очистка фосфорной кислоты методом  
жидкостной экстракции**

**Фосфорная кислота.**

**Оживлённый мировой рынок стимулирует  
создание новых мощностей**

**Совершенствование технологии классификации в  
цикле измельчения апатит-нефелиновых руд**

**Российские новости**

**Зарубежные новости**

**Цены на сырьё и удобрения**

**ОАО "НИУИФ"**

Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. проф. Я.В. Самойлова  
**МОСКВА**

# СОДЕРЖАНИЕ

## **Очистка фосфорной кислоты методом жидкостной экстракции** 3

*В.М. Лембриков, Л.В. Коняхина, В.В. Волкова, В.Г. Никитин, С.М. Еришова, Л.И. Царева, Л.Г. Афанасьева, Т.П. Затыкина, ОАО «Воскресенский НИУиФ»*

*Описана технологическая схема установки по очистке ЭФК, полученной из Хибинского апатита, методом жидкостной экстракции трибутилфосфатом мощностью 18,6 тыс.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> очищенной кислоты в год с применением пульсационных колонн.*

## **Фосфорная кислота. Оживлённый мировой рынок стимулирует создание новых мощностей** 7

*По прогнозам, мировое производство фосфорной кислоты в течение следующих пяти лет должно увеличиться в целом на 14%.*

## **Совершенствование технологии классификации в цикле измельчения апатит-нефелиновых руд** 10

*Ю.Е. Брыляков, С.П. Шишкин, М.А. Кострова, В.Е. Потокин, ОАО «Апатит», В.Г. Голованов, А.И. Ангелов, А.И. Калугин, ОАО «НИУиФ», М.Е. Борис, Н.К. Тране, ЗАО «Тране Текникк», С.Б. Валин, «Derrick® Corporation»*

## **Калий. Увеличение спроса на калий в Азии** 18

### **Российские новости**

**Инвестиции в комплексное развитие «Апатита» превысят 500 млн. дол.** 19

**«Апатит» продолжил реализацию программы технического перевооружения** 20

**Компания «ФосАгро» подписала с «Суалом» договор о поставках нефелинового концентрата** 20

**«Аммофос» произвел 410,6 тыс. тонн серной кислоты** 20

**«Балаковские минеральные удобрения» выпустили 127,3 тыс.т аммофоса** 21

**ОАО «Череповецкий «Азот» произвел 68,6 тыс. тонн аммиачной селитры** 21

**Кемеровский «Азот» планирует произвести в марте рекордное количество аммиачной селитры** 21

**Выпуск минеральных удобрений в России составил 3 млн тонн** 21

### **Зарубежные новости**

**Белоруссия закупит в России около 300 тыс. т удобрений** 22

**Беларуссия снижает объем производства минудобрений** 22

**В Киргизии построят завод азотных удобрений при помощи китайской компании CITIC** 22

**Цены на удобрения в Китае будут стабильными в этом году** 22

**Предприятия Украины произвели 197,4 тыс. тонн минеральных и химических азотных удобрений** 22

### **Цены на сырье и удобрения** 23



**серы, N, P и K**

**Редколлегия:**

Сущев В.С.	Зам. ген. директора по научной работе
Суходолова В.И.	Ученый секретарь

**Редакционно-издательская группа:**

Суходолова В.И.	119333, Москва, Ленинский пр., 55/1, стр.1
Фетисова Н.Ф.	Тел. 500 03 81 Факс: 312 00 25 E-mail: niuif@bk.ru Web: fertilizers.ru

Бюллетень зарегистрирован в Государственном Комитете РФ по связи и информации НТЦ «Информрегистр». Рег. свидетельство № 5101 от 23.06.1999 г. Рег.№ 029905421

# ОЧИСТКА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

*В.М. Лембриков, Л.В. Коняхина, В.В. Волкова, В.Г. Никитин,  
С.М. Ершова, Л.И. Царева, Л.Г. Афанасьева, Т.П. Затыкина,  
ОАО «Воскресенский НИУиФ»*

*Описана технологическая схема установки по очистке ЭФК,  
полученной из Хибинского апатитового концентрата,  
методом жидкостной экстракции трибутилфосфатом мощностью  
18,6 тыс.т  $P_2O_5$  очищенной кислоты в год с применением пульсационных колонн.  
Приведены основные технологические показатели работы  
опытно-промышленной установки по схеме: экстракция - промывка - реэкстракция.*

Одним из способов получения очищенной фосфорной кислоты является жидкостная экстракция. В России, в ОАО «Воскресенский НИУиФ» на протяжении 10 лет работает опытно – промышленная установка по очистке экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) с использованием в качестве экстрагента трибутилфосфата (ТБФ). Основными аппаратами в технологическом процессе являются пульсационные колонны [1, 2]. Суть процесса состоит в экстракции фосфорной кислоты из ЭФК экстрагентом в пульсационной колонне диаметром 1400 мм и реэкстракции очищенной фосфорной кислоты водой в другой пульсационной колонне диаметром 1200 мм. Высота обеих колонн равна 14000 мм. Рабочая зона колонн заполнена насадкой КРИМЗ. Принципиальная схема процесса представлена на рисунке. Экстрагент подается в нижнюю часть колонны 1, а ЭФК в верхнюю часть рабочей зоны колонны. Движение фаз осуществляется в условиях противотока. Рафинат из нижней отстойной зоны колонны передается на переработку в аммофос. Экстракт из верхней отстойной зоны поступает в колонну реэкстракции 2, где в результате контакта с артезианской водой образуется очищенная фосфорная кислота.

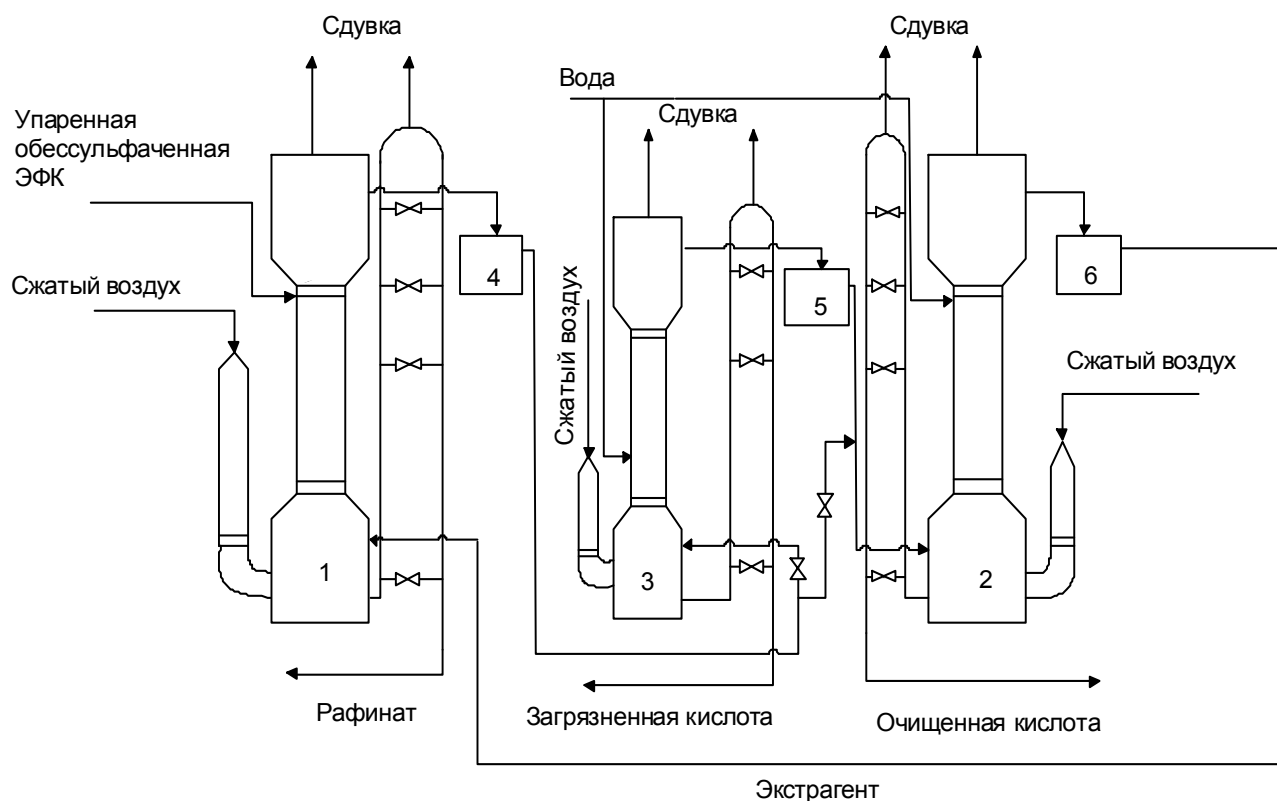
В настоящее время производительность установки по очищенной кислоте составляет 18,6 тыс.т  $P_2O_5$  в год. Сырьем является ЭФК из Хибинского апатитового концентрата, производимая ОАО «Воскресенские минеральные удобрения». Очистка жидкостной экстракцией ТБФ по-

зволяет получать фосфорную кислоту с достаточно высокой степенью очистки от примесей металлов, но для снижения содержания фтора и сульфатов требуется проведение дополнительных операций – обесфторивание и обессульфачивание. На очистку поступает предварительно упаренная и обессульфаченная ЭФК состава, % мас.:  $P_2O_5$  52 – 54; F – 0,3 – 0,4;  $SO_4$  0,3 – 0,4;  $Fe_2O_3$  – 0,3 – 0,47; содержание твердых взвесей 0,2 – 0,4.

Получаемая на установке кислота марки Т-2 имеет следующие показатели: содержание (% мас.)  $H_3PO_4 \geq 55$ ;  $SO_4 \leq 0,2$ ;  $Fe \leq 0,02$ ;  $F \leq 0,1$ ;  $TBF \leq 0,005$ , и соответствует требованиям технических условий [3].

С апреля 2005 г. на установке начато производство очищенной фосфорной кислоты с пониженным (по сравнению с кислотой марки Т-2) содержанием примесей. Более глубокая очистка достигается путем промывки экстракта водой для отделения части примесей [4]. Процесс происходит в промывной колонне 3 (см. рисунок). Экстракт, образующийся в колонне экстракции (1), подается в нижнюю часть промывной колонны (3), работающей на сплошной водной фазе при противоточном движении фаз. Конструктивно промывная колонна аналогична колоннам экстракции и реэкстракции. В среднюю часть рабочей зоны подается артезианская вода. Вода, по мере движения в нижнюю отстойную зону колонны, контактирует с экстрактом и вымывает из него примеси железа, сульфатов, фтора и частично фосфорную кислоту.

Рисунок. Схема экстракционной очистки ЭФК трибутилфосфатом с промывкой экстракта.



1 - колонна экстракции, 2 - колонна реэкстракции 3 - колонна промывки экстракта,  
4, 5, 6 – отстойники органических фаз.

Из нижней отстойной зоны выводится фосфорная кислота с повышенным содержанием примесей и направляется в голову процесса на смешение с ЭФК. Промытый экстракт передается в колонну реэкстракции, где в результате дальнейшей промывки водой образуется очищенная фосфорная кислота, передаваемая далее на стадии упарки до 53%  $P_2O_5$ . В процессе упарки содержание F снижается до 0,005% мас., содержание ТБФ до 0,0005% мас. Необходимо отметить, что установка может работать по схеме как на 2-х колоннах, так и на 3-х.

В феврале 2006 г. установка по очистке работала, как по обычной схеме с двумя колоннами, так и по схеме с промывкой экстракта. В табл. 1 приведены технологические показатели при работе на 3-х колоннах, для сравнения приведены усредненные из десяти значений технологические показатели при работе установки на 2-х колоннах. В табл. 2 и 3 приведены характеристики органических фаз и усредненные составы кислот из технологического процесса. Из сравнения показателей, представленных в табл. 1 следует, что при работе на 3-х колоннах снижается выход очищенной кислоты по сравнению

с режимом работы на 2-х колоннах, а именно с 78,6% до 66,6%, что составляет около 3,5 т  $P_2O_5$ /смену. Снижение связано с тем, что кислота из промывной колонны выводится в голову процесса на смешение с обессульфаченной ЭФК. Выработка не будет снижаться, если будет найден потребитель указанной кислоты.

Кроме этого, при передаче фосфорной кислоты со стадии промывки экстракта в голову процесса на смешение с ЭФК, происходит некоторое снижение содержания  $P_2O_5$  в кислоте, подаваемой на очистку. Так, если в исходной ЭФК концентрация кислоты составляла 52,5%, то после смешения с кислотой от промывки экстракта она снижалась до 50,8%  $P_2O_5$ .

С целью эффективного использования кислоты из промывной колонны были проведены лабораторные испытания по переработке указанной фосфорной кислоты на тринатрийфосфат (ТНФ), опыты показали, что из неё получается ТНФ стандартного качества, соответствующего ГОСТу 201-76.

Таблица 1. Технологические показатели работы опытно-промышленной установки (февраль 2006 г.).																
№ смены	Расход, м <sup>3</sup> ·ч <sup>-1</sup>			Амплитуда пульсации 2А мм для колонн			Соотношение фаз V <sub>ТФб</sub> : V <sub>эфк</sub>	Выход очищенной кислоты		Температура в рабочей зоне колонны, °С	Степень реэкстракции, %	Промывная колонна II Расход, м <sup>3</sup> ·ч <sup>-1</sup>				
	ТБФ	ЭФК	Вода	I	II	III		Очищ. к-та, г P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /см*	%			I к	II к	III к	ТБФ	Вода
1	16,9	4,1	3,0	80	80	80	4,1	27,3	66,9	48	56	57	18,6	0,52	0,45	35,7
2	18,0	4,1	3,1	70	85	80	4,4	26,7	65,9	48	54	56	19,8	0,52	0,45	38,3
3	17,6	4,0	3,1	73	85	80	4,4	26,1	69,2	49	56	57	19,4	0,51	0,53	38,0
4	17,4	4,0	3,1	80	95	80	4,3	26,7	66,7	48	55	56	19,1	0,47	0,43	40,5
5	19,3	4,2	3,1	80	95	80	4,6	27,3	67,0	47	56	55	21,2	0,43	0,36	49,0
6	17,4	4,2	3,0	70	90	80	4,1	27,8	68,2	47	55	55	19,1	0,47	0,35	40,8
7	16,6	4,1	3,0	80	90	85	4,0	26,3	67,1	48	58	56	18,3	0,50	0,41	36,5
8	16,6	4,1	2,8	95	100	85	4,0	27,0	67,9	49	56	56	18,3	0,51	0,41	35,9
9	17,2	4,2	3,0	75	90	80	4,1	26,0	64,2	48	56	56	18,9	0,55	0,58	34,7
10	16,9	4,2	3,0	70	100	80	4,0	26,1	64,0	48	56	55	18,6	0,50	0,47	36,8
11	17,3	4,1	3,0	80	100	85	4,2	26,0	66,5	48	56	55	19,0	0,54	0,50	35,3
12	16,9	4,0	3,0	80	95	85	4,2	26,1	68,7	48	56	55	18,6	0,53	0,54	35,0
13	13,6	4,2	3,0	80	95	85	3,2	26,1	65,0	48	55	55	15,0	0,53	0,51	28,6
14	16,4	4,2	3,0	70	90	80	3,9	26,4	63,4	48	55	55	18,0	0,54	0,61	33,6
15	17,7	4,1	3,0	75	90	80	4,3	27,0	69,3	48	55	55	19,5	0,52	0,51	37,1
Ср	17,1	4,1	3,0	77	92	82	4,1	26,6	66,6	48	56	55	18,8	0,51	0,47	37,0
**	16,6	3,8	3,4	80	-	80	4,0	31,3	78,6	47	-	54,5	-	-	-	-

\* продолжительность смены 12 ч.

\*\*-средние показатели при работе установки на 2-х колоннах.

Таблица 2. Характеристика органических фаз с установки очистки.

№ смены	Экстракт		Промытый экстракт	Экстрагент	
	Плотность, г·см <sup>-3</sup>	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , масс. %		Плотность, г·см <sup>-3</sup>	Плотность, г·см <sup>-3</sup>
1	1,100	14,9	1,086	0,997	1,8
2	1,085	14,4	1,084	1,002	2,2
3	1,091	14,0	1,082	0,998	1,7
4	1,097	14,7	1,086	0,998	1,8
5	1,095	14,6	1,088	0,999	1,9
6	1,101	15,4	1,089	1,001	2,3
7	1,100	15,1	1,084	1,000	2,1
8	1,088	13,9	1,082	0,998	1,8
9	1,104	15,6	1,084	1,005	2,5
10	1,106	15,9	1,088	1,003	2,2
11	1,096	14,7	1,082	0,999	1,9
12	1,098	14,9	1,085	0,998	1,8
13	1,094	14,6	1,088	1,000	1,9
14	1,104	15,4	1,088	1,000	2,3
15	1,102	15,2	1,088	1,003	2,4
средн.	1,097	14,8	1,086	1,000	2,0
*	1,098	14,7	-	0,994	1,8

\*-средние показатели при работе на 2-х колоннах.

Таблица 3. Характеристика исходных и очищенных фосфорных кислот с установки очистки.

Наименование кислоты	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание, % мас.				
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub>	F	Fe	взвешенные вещества
Обессульфаченная ЭФК с добавкой загрязненной кислоты из промывной колонны	1,585	50,8	0,38	0,35	0,28	0,25
Рафинат	1,281	24,7	0,60	0,65	0,52	0,12
Очищенная кислота марки Т-2	1,398	40,7	0,14	0,080	0,018	<0,05
Очищенная кислота с пониженным содержанием примесей	1,376	38,6	0,13	0,068	0,0070	<0,05
Загрязненная кислота из промывной колонны	1,432	43,0	0,38	0,18	0,077	<0,05

Как видно из табл. 3, использование стадии промывки экстракта позволяет снизить содержание Fe в производственной кислоте с 0,018% до 0,007%, т.е. дополнительно очистить фосфорную кислоту от Fe- на 60%, снижение таких примесей как F и SO<sub>4</sub> при этом незначительное.

Все вышесказанное относится к очистке ЭФК из Хибинского апатитового концентрата. Нами в

лабораторных условиях были поставлены опыты по экстракционной очистке ТБФ экстракционной фосфорной кислоты, полученной из Ковдорского апатитового концентрата, производимой на Белореченском заводе. Результаты исследований показали возможность очистки Ковдорской ЭФК от примесей Fe, Mg, F и SO<sub>4</sub> в широком диапазоне содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в исходной

кислоте (28-55,1%). При этом происходит эффективная очистка от Mg - более 95%, и Fe-до 89,5%, а также благодаря присутствию Mg в исходной кислоте в значительных количествах наблюдается эффективная очистка от сульфат-ионов [5] и F [6]. Использование стадии промывки экстракта в случае применения Ковдорской ЭФК позволило очистить фосфорную кислоту от сульфатов на 93,7%, а от фтора – на 55,48%. Из лабораторных опытов следует, что при очистке ЭФК из Ковдорского апатита содержание сульфатов в очищенной кислоте может быть снижено с 0,2% до 0,023%, т.е. практически на порядок ниже, чем достигнуто при очистке ЭФК из Хибинского апатита.

Таим образом, десятилетний опыт эксплуатации установки по очистке ЭФК показал, что процесс стабилен, легко управляем, достаточно эффективен и гибок, благодаря чему завоевал себе право на жизнь. Одним из перспективных направлений в развитии процесса может быть использование для очистки не только кислоты, полученной из Хибинского апатита, но и фосфатных руд других месторождений, в частности Ковдорских апатитов.

## Список литературы

1. Лембриков В.М., Коняхина Л.В., Волкова В.В. и др. Очистка экстракционной фосфорной кислоты с использованием трибутилфосфата на опытно-промышленной установке // Хим. технология. 2005. №6. С.2-5.
2. Лембриков В.М., Коняхина Л.В., Никитин В.Г., Волкова В.В. Очистка фосфорной кислоты трибутилфосфатом // Хим. технология. 2004. №8. С.4-8.
3. Кислота ортофосфорная очищенная.
4. Технические условия ТУ 2142-001-00209460-95.
5. Лембриков В.М., Коняхина Л.В., Волкова В.В. и др. Пат.РСФСР № 2219125 Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты. Оpubл.20.12.2003. Бюл.№35.
6. Гриневич А.В., Коняхина Л.В., Целищев Г.К. и др. А.с.СССР № 1174374. Способ очистки фосфорной кислоты от сульфатов.//1985. Б.И.№31.
7. Ларин В.К., Беляев А.П., Соловьев А.А. и др. А.с.СССР.№ 1754652. Способ рафинирования фосфорной кислоты.//1992. Б.И.№30.

# ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА. ОЖИВЛЁННЫЙ МИРОВОЙ РЫНОК СТИМУЛИРУЕТ СОЗДАНИЕ НОВЫХ МОЩНОСТЕЙ

**П**о прогнозам, мировое производство фосфорной кислоты в течение следующих пяти лет должно увеличиться в целом на 14%.

Увеличение производства фосфорной кислоты, которое началось в 2004 г., продолжало расти быстрыми темпами в 2005 г., и это нашло отражение в мировых рыночных ценах. Цены на ДАФ на конец года составили около \$260/т, фоб, Тампа, что немного ниже максимальных цен в октябре 2005 г. (\$265/т) и на 64% выше, чем в январе 2003 г. Такая же тенденция сохранялась и на цены на фосфорную кислоту: в январе 2003 г. обычная

цена была приблизительно \$250/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, фоб, Марокко, в конце декабря 2005 г. цены возросли на 50% и в среднем составили \$375/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> фоб, Марокко.

В 2004 г. по данным ИФА, мировое производство фосфорной кислоты возросло на 5% и составило 32.6 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, в то время как её продажи увеличились на 11% и составили 4.9 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Увеличению объёмов торговли в 2004 г. способствовало устойчивое возрождение производства фосфорных удобрений в Индии и Пакистане и такие темпы сохранились в 2005 г. По предварительным данным, общее мировое производство фосфорной ки-

слоты в 2005 г. составило 33.6 млн.т  $P_2O_5$ , что на 3.7% больше по сравнению с 2004 г.

Сегодняшний оживлённый рынок привёл к увеличению загрузки мощностей. Использование мощностей выросло в среднем до 78% в 2004 г., а в 2005 г. превысило 80%. Основные экспортёры: Марокко, Иордания и Тунис загружали свои мощности более чем на 90%. Тем не менее, был отмечен спад производства в Южной Африке и Сенегале, и в каждой из этих стран загрузка мощностей была на уровне 70 и 80%, соответственно.

Индия остаётся ведущим мировым импортером фосфорной кислоты, поскольку закупает половину кислоты от всей мировой торговли. По оценкам экспертов, Индия в 2005 г. импортировала 2.3 млн.т фосфорной кислоты, что на 6% меньше по сравнению с 2004 г. Значительно возросли импортные поставки в Пакистан и Индонезию.

По данным экспертов, в 2005 г. мировые фосфорнокислотные мощности оцениваются 43.6 млн.т фосфорной кислоты, что на 1.7 млн.т больше чем в 2004 г. Большинство новых установок вступили в строй в **Китае** и по оценкам составляют 90% всех дополнительных мощностей. Прошлый год был также отмечен некоторым сокращением мощностей: в ноябре 2005 г в США был закрыт завод компании "Agri-Chem" производительностью около 600 тысяч т/год  $P_2O_5$ . Фосфорнокислотные мощности США в настоящее время составляют 11.5 млн.т/год  $P_2O_5$ . По прогнозам ИФА, этот уровень производства сохранится в течение среднесрочного периода времени.

В 2006 г., по прогнозам специалистов, мировое производство фосфорной кислоты достигнет 44.1 млн.т  $P_2O_5$ . Произведённые объёмы кислоты на дополнительных мощностях пойдут на выпуск удобрений МАФ и ДАФ. Ожидается, что Китай будет дополнительно производить 800 тысяч т/год фосфорной кислоты на новой установке, что отражает продолжающийся рост спроса на фосфорные удобрения в стране, производство которых увеличилось на 10% и составило 10.7 млн.т  $P_2O_5$  в 2004 г. Ожидается, что в течение ближайших пяти лет в Китае произойдёт ускорение разработок новых проектов по производству удобрений, что позволит дополнительно производить около 3.6 млн.т/год  $P_2O_5$  к основному производству. По прогнозам ИФА, китайские мощности по выпуску фосфорной ки-

слоты соизмеримо возрастут и к 2009 г. в целом составят около 11.4 млн. т/год  $P_2O_5$ .

В **Индии** в 2005 г. компания IFFCO организовала совместное предприятие по созданию установки по производству фосфорной кислоты в Египте с компанией El Nast Mining Co. Новая компания будет известна как Indo Egyptian Fertilizer Co. (IEFCO). Партнёры планируют построить фосфорнокислотную установку мощностью 500 тыс.т/год  $P_2O_5$ , которая будет находиться в Edfu, около фосфатных рудников компании El Nast Mining Co. в Aswan. На сегодня данный проект является самым крупным совместным предприятием компании IFFCO за рубежом, в дополнение к её совместному предприятию с сенегальской фирмой ICS, которое производит 550 тыс.т/год фосфорной кислоты. Ожидается, что установка компании IFFCO войдёт в строй в 2009 г.

Кроме того, компания IFFCO предусматривает создание двух других новых установок в Индии: по производству фосфорной кислоты и удобрений ДАФ и NPK. Мощность установки по производству фосфорной кислоты составит 500 тыс.т кислоты в год. Две новые установки обеспечат совместное предприятие гарантированными поставками фосфорной кислоты и позволят увеличить объёмы выпускаемых удобрений с 6.1 до 8.6 млн.т в год.

Компания Madras Fertilizers Ltd (MFL) и компания MMTC рассматривают создание совместного предприятия с иранской компанией National Petroleum Co.(NPC) по эксплуатации установки по производству фосфорной кислоты в Иране. В настоящее время индийская компания эксплуатирует установку по производству удобрений NPK мощностью 840 тыс.т в год в г. Чинаи на восточном побережье Индии. Из-за хронической нехватки фосфорной кислоты установка работала только на 30% от своей мощности в течение 12 месяцев до 31 марта 2004 г. и приблизительно на 40% в 2004/2005 гг.

Среди других известных совместных предприятий и союзов между индийскими производителями удобрений и международными поставщиками фосфорной кислоты следует отметить Zuari Group, которая образовала индийско-марокканское СП «Indo Maroc Phosphate» (IMACID) с компанией OCP (Марокко) по производству в этой стране 330 тыс.т в год фосфорной кислоты в Марокко.



**Пакистан** также вступил в союз с компанией OCP, чтобы увеличить свои поставки фосфорной кислоты, создав СП «Pakistan Maroc Phosphate». Это СП между компанией Fauji fertilizer Bin Qasim и OCP по разработке новой установки производительностью 375 тыс.т в год фосфорной кислоты в Jorf Lasfar, будет запущена в эксплуатацию в 2007 г. На новой установке будут производить фосфорную кислоту для производства ДАФ на установке компании Fauji производительностью 450 тыс.т, находящейся в порту Qasim. Пакистан будет покупать около 2/3 от всего тоннажа.

**В Бразилии** первые годы нынешнего десятилетия были отмечены крупным увеличением производства сельскохозяйственной продукции в результате культивации почв в Sergado, Goais и Mato Grosso. Это, в свою очередь, стимулировало повышение спроса на удобрения. С 2001 по 2004 гг. потребление фосфорсодержащих удобрений в Бразилии, по оценкам специалистов, возросло на 38.5% с 2.48 до 3.44 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

В Бразилии фосфорную кислоту производят три компании: Fosfertil/Ultrafertil, Bunge Fertilizantes и Copebras. Fosfertil/Ultrafertil эксплуатирует установку производительностью 496 тыс.т/год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в Uberaba, штат Minas Gerais. Планируется расширить комплекс в Uberaba, что позволит увеличить производительность установки до 676 тыс.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и до 810 тыс.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> всей группы. Работы включают реконструкцию фосфорнокислотной установки по повышению производительности на 180 тыс.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. На заводе идёт разработка новой установки по производству тройного суперфосфата производительностью 350 тыс.т в год.

Новый комплекс будет состоять из сернокислотной установки мощностью 1.125 млн.т в год, фосфорнокислотной установки мощностью 375 тыс.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и установки по производству МАФ, ДАФ и тройного суперфосфата мощностью 300 тыс.т в год.

Ожидается, что строительство комплекса завершится в конце 2007 г. или в начале 2008 г. По оценкам компании OCP, на строительство потребуется около 265 млн. долларов.

Компания Copebras уже приобрела дополнительный источник производства фосфорной кислоты, пустив в эксплуатацию небольшую установку в Catalao, которая будет до-

полнительно производить 23 тыс.т в год МАФ и тройного суперфосфата. По прогнозам, все бразильские фосфорнокислотные мощности возрастут не менее, чем на 700 тыс.т в течение следующих пяти лет и превысят 1.8 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> к 2009 г.

Проект Al-Jalamid по выпуску фосфатной продукции, разрабатываемый в Саудовской Аравии, позволит увеличить мировое производство до 4.5 млн.т в год фосфатного концентрата и до 2.9 млн.т в год ДАФ. Комплекс будет состоять из трёх фосфорнокислотных установок мощностью 1.460 т/сутки P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и трёх сернокислотных установок мощностью 4150 т/сутки, агрегата аммиака мощностью 2 тыс.т/сутки, а также трёх установок по производству ДАФ мощностью 3120 т/сутки. Пробный пуск первой линии производства ДАФ намечен на декабрь 2008 г., но по информации источников, близких к компании, эта дата может сместиться приблизительно на 12 или более месяцев. Согласно прогнозам ИФА, проект Al-Jalamid начнёт влиять на мировой спрос/предложение на фосфатную продукцию только с 2010 г.

**В Австралии** компания WMC Fertilizers строит планы по расширению своих мощностей производства фосфорной кислоты, МАФ и ДАФ в течение следующих четырёх лет. Производственные мощности в Phosphate Hill, Queensland в настоящее время производят 548 тыс.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> фосфорной кислоты и 1 млн.т в год P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> МАФ и ДАФ.

По прогнозам ИФА, за период с 2005 по 2009 гг., мировой спрос на фосфорсодержащие удобрения будет расти в среднем на 3% в год и приблизительно составит 40,7 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в 2009 г.

Ожидается, что баланс спроса и предложения на фосфорную кислоту останется напряжённым в 2006/2007 гг. с дополнительно произведёнными 2.9 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; после 2007/2008 гг. излишек увеличится, и может достигнуть 4 млн.т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> после ввода в строй новых мощностей. По прогнозам ИФА, в 2009 г. дополнительно произведённый тоннаж будет составлять приблизительно 10% от мирового производства фосфорной кислоты.

*(Источник: по материалам Fertilizer International, № 410, 2006 г.)*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛАССИФИКАЦИИ В ЦИКЛЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД

Ю.Е. Брыляков, С.П. Шишкин, М.А. Кострова, В.Е. Потокин, ОАО «Апатит»  
В.Г. Голованов, А.И. Ангелов, А.И. Калугин, ОАО «НИУИФ»  
М.Е. Борис, Н.К. Тране, ЗАО «Тране Текникк»,  
С.Б. Валин, «Derrick® Corporation»

ОАО «Апатит» разрабатывает шесть месторождений апатит-нефелиновых руд Хибинского массива на четырех рудниках и перерабатывает руду на двух обогатительных фабриках (АНОФ-2 и АНОФ-3). На фабриках используют аналогичные технологические схемы при различном их аппаратном оформлении, включающие следующие переделы:

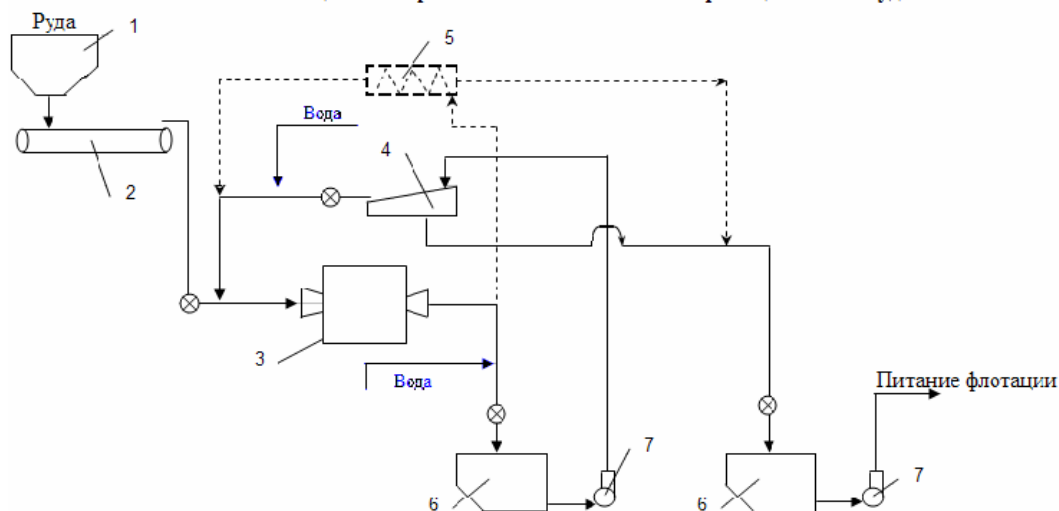
- трехстадиальное дробление руды в конусных дробилках;
- одностадиальное измельчение дробленой руды в шаровых мельницах МШР3,6×4,0 и МШР4,5×5,0 на АНОФ-2 и МШЦ5,5×6,5 на

АНОФ-3, работающих в замкнутом цикле с гидроциклонами;

- прямую флотацию апатита: основную, контрольную и три перечистных операции;
- двухстадиальное сгущение концентрата в гидроциклонах и радиальных сгустителях;
- фильтрацию и сушку концентрата с трехступенчатой очисткой отходящих газов.

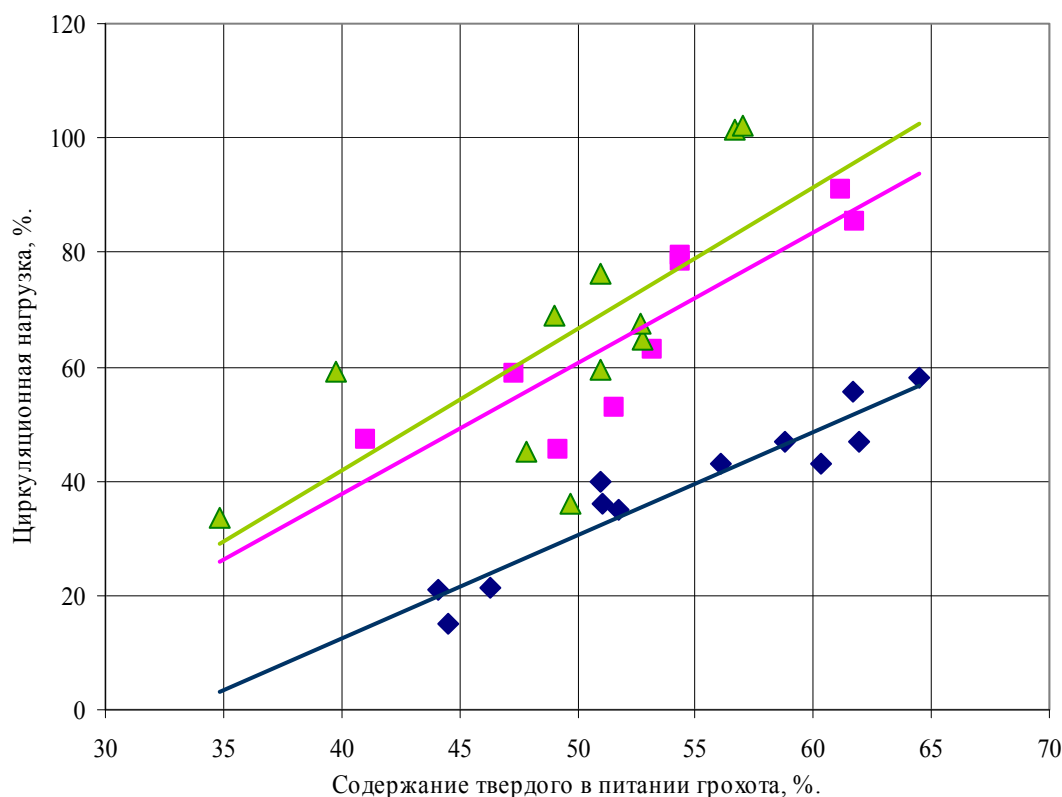
Удельный вес затрат на рудоподготовку составляет ~60% от суммарных затрат на обогащение руды, поэтому сокращение этих расходов представляет весьма актуальную задачу.

Рис. 1. Схема цепи аппаратов измельчения - классификации ОПУ "Руда".



1 - бункер, 2 - питатель, 3 - мельница МШР 1,5х1,6, 4 - грохот "Derrick",  
5 - односпиральный классификатор 1КСН, 6 - зумф, 7 - насос, ⊗ - точки отбора проб

**Рис. 2. Зависимость величины циркуляционной нагрузки от плотности питания грохота "Derrick".**  
 Размер ячеек сита: 1 - 0,39 мм (▲), 2 - 0,35 мм (■), 3 - 0,30 мм (◆).



Специфической особенностью апатит-нефелиновых руд является резкое отличие в твердости основных рудообразующих минералов. Если микротвердость апатита составляет 523 кг/мм<sup>2</sup>, то нефелина, титаномагнетита и других минералов – 750 кг/мм<sup>2</sup> и более [1]. Указанная особенность приводит к повышенному избирательному измельчению апатита по сравнению с нефелином и сопутствующими минералами в процессе рудоподготовки.

Анализ данных по классификации измельченной руды в гидроциклонах показывает, что извлечение готового для флотации продукта (класса –0,32 мм) в слив гидроциклонов не превышает 33%. При этом в мельницу МШР4,5×5,0 возвращается с циркулирующим продуктом 270 - 360 т/ч готового для флотации материала, а в мельницу МШЦ5,5×6,5 – 440 - 580 т/ч, т.е. количество, превышающее величину производительности мельниц по исходной руде.

Низкая эффективность классификации в гидроциклонах (~30%)\* имеет негативные технологические и экономические последствия. Первое из них заключается в переизмельчении апатита,

что ухудшает показатели флотации и обезвоживания при производстве апатитового концентрата, усложняет его перевозку, перевалку и переработку на химических предприятиях. Второе – в высокой циркуляционной нагрузке на мельницы (300 - 400%), что приводит к снижению их производительности, повышенным удельным расходам электроэнергии, стальных шаров и футеровки, технологической воды и других вспомогательных материалов.

В настоящее время в многотоннажных производствах минерального сырья, в первую очередь, в железорудной, а также других отраслях горнорудной промышленности, усовершенствование процессов рудоподготовки осуществляют, главным образом, по двум направлениям.

Первое из них заключается в снижении крупности питания шаровых мельниц до –12 мм, являющейся для них оптимальной [2]. Второе направление – повышение эффективности классификации измельченной руды минимум до 80%.

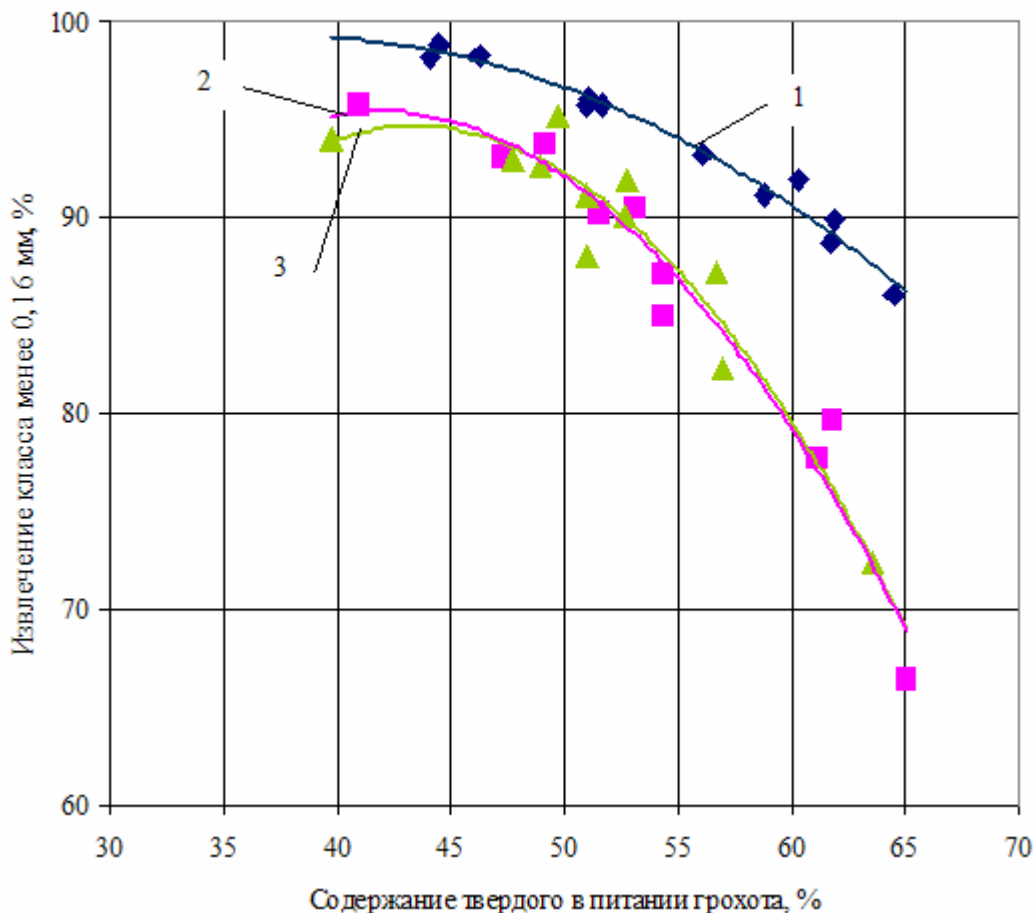
ОАО «Апатит» осуществляет мероприятия по совершенствованию рудоподготовки по обоим указанным направлениям.

Классификацию измельченной руды на фабриках ОАО «Апатит» осуществляют в две

\* - по формуле Хенкока:

$$E = [\gamma \times (\beta - \alpha)] / [\alpha \times (1 - \alpha)]$$

Рис. 3. Зависимость извлечения класса менее 0,16 мм в подрешетный продукт от плотности питания грохота "Derrick".  
Размер ячеек сита: 1- 0,39 мм (◆), 2 - 0,35 мм (■), 3 - 0,30 мм (▲).



стадии в последовательно установленных гидроциклонах (АНОФ-2 – ГЦ-1000 и ГЦ-710, АНОФ-3 – ГЦ-1400 и ГЦ-1000). Такая технологическая схема далеко не оптимальна, в настоящее время она устарела и требует коренной реконструкции.

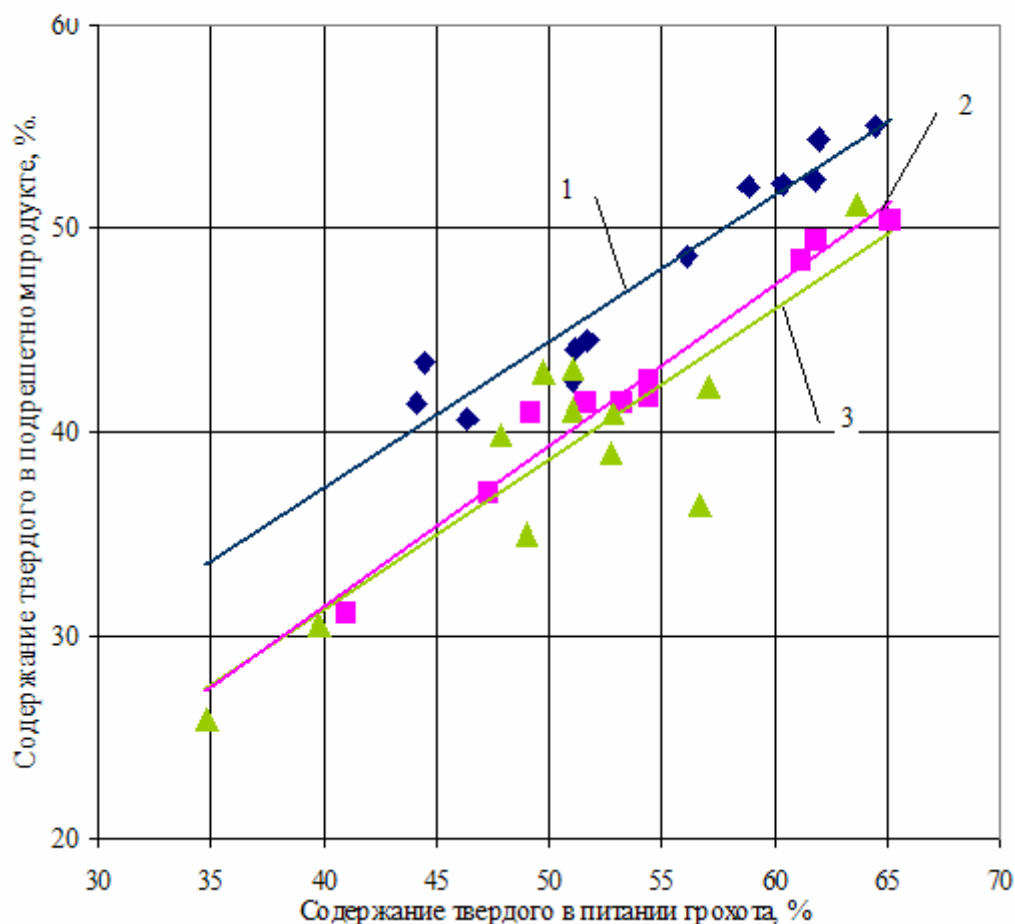
В последнее время на многих обогатительных фабриках, особенно при обогащении руд черных металлов (ОАО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение» (Казахстан) [3]), фосфатных руд (ОАО «Ковдорский ГОК» [4]), начали применять оборудование для тонкого грохочения. На рынке этого оборудования лидирующее положение занимают высокочастотные грохоты фирмы «Derrick» (США) [5]. Одной из последних разработок этой фирмы являются пятидечные грохоты модели «Stack Sizer 48» 2SG48-60W-5STK, с шириной рабочей поверхности 1200мм.

Тестовые испытания по тонкому грохочению измельченной апатит-нефелиновой руды были выполнены в 1997г. в лаборатории фирмы «Derrick» (г. Буффало, США). Результаты испытаний свидетельствуют, что при разделении по флотационной крупности слива мельниц на фабриках ОАО «Апатит» можно ожидать извлечения гото-

вой по крупности фракции в подрешетный продукт грохота не менее 75% при производительности пятидечного грохота «Stack Sizer 48» ~125 - 150 т/ч по исходному питанию. Таким образом, имеются основания для замены гидроциклонов в операции классификации на высокочастотные грохоты на фабриках ОАО «Апатит».

Следует отметить, что, несмотря на определенное промышленное распространение указанных грохотов в мировой и отечественной практике, отсутствует опыт их использования в замкнутом цикле с шаровыми мельницами (т.е. для классификации слива мельниц с возвратом надрешетного продукта непосредственно на измельчение) на крупнотоннажных предприятиях типа обогатительных фабрик ОАО «Апатит». Учитывая новизну процесса, в июле - сентябре 2005 г. были проведены опытно-промышленные испытания тонкого грохочения измельченной апатит-нефелиновой руды на ОПУ «Руд» ЦЛ ОАО «Апатит». Принципиальная схема установки представлена на рис.1, которая включает в себя шаровую мельницу МШР 1,5×1,6 с двигателем мощностью 55 кВт. Для испытаний в замкнутом цикле с мельницей, параллельно с односпиральным классификатором типа 1КСН, был установлен грохот «Derrick» модели Stack

Рис. 4. Зависимость содержания твердого в подрешетном продукте от плотности питания грохота "Derrick".  
Размер ячеек сита: 1 - 0,39 мм (◆), 2 - 0,35 мм (■), 3 - 0,30 мм (▲).



Sizer 2SG48-60W-1STK. Он представляет собой однодечный вариант грохота «Stack Sizer 48» с вибрационным приводом переменной частоты. Рабочие параметры деки грохота следующие: ширина – 1200 мм, длина – 1400 мм, угол наклона – 20°.

Цель испытаний – определение эффективности классификации измельченной апатит-нефелиновой руды, выбор оптимальных режимов работы грохота, предварительная оценка параметров процессов измельчения-классификации апатит-нефелиновой руды в замкнутом цикле и флотации.

В процессе испытаний изучалось влияние размера ячеек полиуретановых панелей ТН48–30×0,39МТ (0,39, 0,35 и 0,30 мм) и плотности питания грохота на эффективность его работы. Для оценки производительности грохота определяли длину рабочей зоны грохота, т.е. расстояние от точки подачи питания на деку грохота до точки его обезвоживания.

Основным критерием возможности применения грохота «Derrick» в условиях обогатительных фабрик ОАО «Апатит» являлась величина

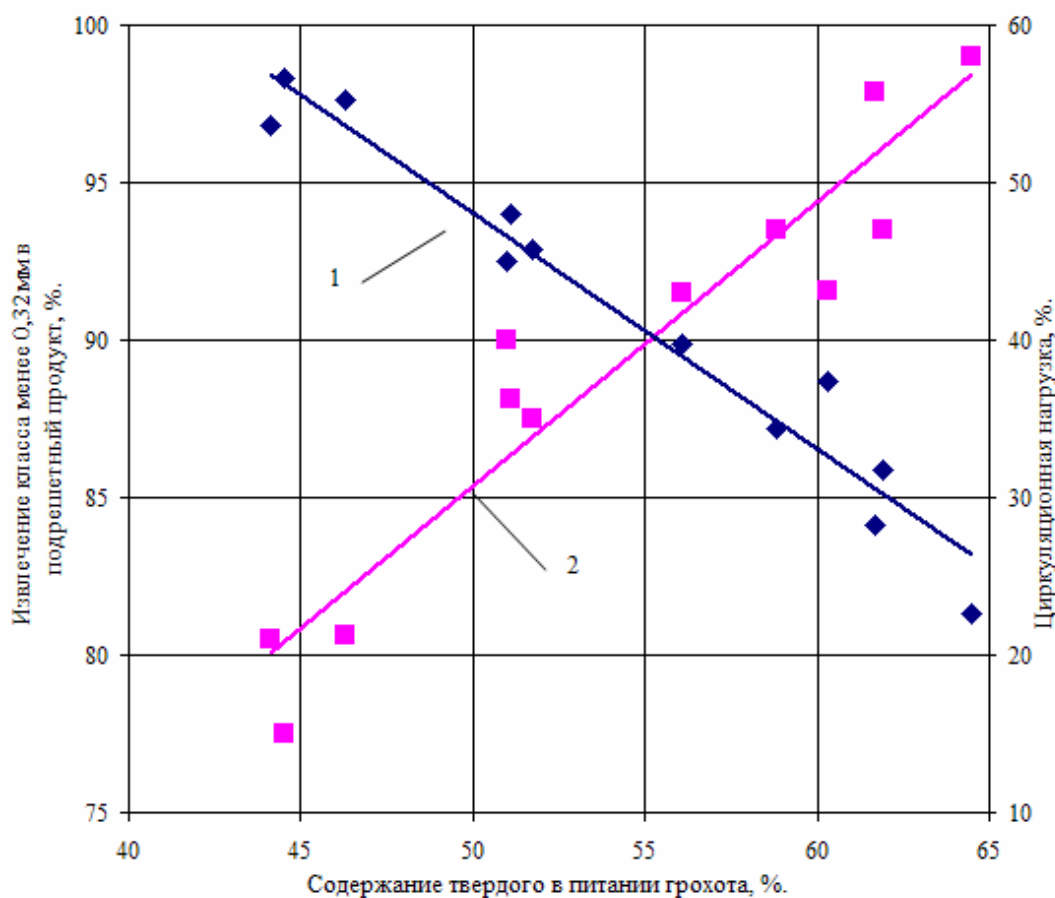
эффективности разделения\*\* по классу –0,32 мм при обеспечении содержания твердого в подрешетном продукте не менее 40%, необходимо для осуществления последующего процесса флотации апатита.

Результаты испытаний при использовании на грохоте сит с ячейками 0,39, 0,35 и 0,30 мм приведены в табл.1 и на рис.2, 3 и 4. Для сравнения даны показатели «нулевого» режима работы по стандартной схеме со спиральным классификатором. Анализируя данные табл.1, можно сделать вывод, что грохот «Derrick» по сравнению со спиральным классификатором обеспечивает значительный рост эффективности классификации.

Наиболее оптимальные и стабильные показатели достигнуты при работе на сите с ячейками 0,39 мм.

\*\* По методике, принятой фирмой «Derrick», эффективность разделения (классификации) оценивают величиной извлечения определенных классов крупности в продукты разделения.

Рис. 5. Зависимость извлечения класса менее 0,32мм (1 - ◆) и величины циркуляционной нагрузки (2 - ■) от плотности питания грохота "Derrick" (размер ячеек сита - 0,39мм).



В среднем извлечение класса – 0,32 мм в подрешетный продукт увеличилось на 32% (абс.) и достигло 91%, циркуляционная нагрузка на мельницу снизилась в 3 раза.

В результате опытно-промышленных испытаний установлено, что основным фактором, определяющим эффективность работы грохота, является содержание твердого в питании (рис.5). При одинаковой производительности секции по руде (3 т/ч) уменьшение содержания твердого в питании грохота с 59 до 44% привело к увеличению извлечения класса –0,32 мм в подрешетный продукт с 87 до 97% и к снижению циркуляционной нагрузки с 47 до 21%. Отмечено отсутствие взаимосвязи между эффективностью классификации и величиной нагрузки по питанию, что свидетельствует о значительном резерве производительности грохота в рассматриваемом режиме.

При испытании панелей с ячейками 0,30 мм изучено влияние изменения частоты вращения вибровозбудителей на эффективность работы грохота. Определено, что при снижении частоты с 50 до 30 Гц несколько увеличивается рабочая зона грохота, т.е. уменьшается удельная производительность грохочения, повышается извле-

чение готовых классов крупности в подрешетный продукт и снижается циркуляционная нагрузка на мельницу (табл.1). Величину оптимальной частоты вращения вибровозбудителей предстоит определить при проведении промышленных испытаний.

По данным минералогического анализа количество сростков апатита с другими минералами в крупных классах подрешетного продукта грохота «Derrick» существенно меньше, чем в аналогичных классах слива классификатора. Особенно четко эта разница заметна для класса +0,32 мм. Так, в этом классе подрешетного продукта грохота 14,6% апатита находится в сростках, для слива спирального классификатора этот показатель составляет 31,1%.

Производительность мельницы ОПУ «Руд» при использовании тонкого грохочения выросла на 30 - 40% по сравнению с режимом применения спирального классификатора. Можно ожидать, что в промышленных условиях прирост производительности будет выше, так как извлечение готового класса в спиральном классификаторе ОПУ «Руд» составляет 59%, а извлечение его в гидроциклонах в промышленных условиях только 33%.



Сравнительные технологические показатели флотации апатита на опытно-промышленной установке ЦП при использовании грохота «Derrick» с ячейками панелей 0,39 мм и спирального классификатора приведены в табл.2. При равном содержании  $P_2O_5$  в руде (11,6%) и в концентрате (39,3%) извлечение  $P_2O_5$  в режиме с грохотом на 0,98% (абс.) выше, чем в режиме с классификатором. Рост извлечения обусловлен более благоприятным для флотации распределением  $P_2O_5$  по классам крупности продукта, подготовленного на грохоте «Derrick», и более высокой степени раскрытия апатита в его крупных классах. По визуальной оценке флотационная пена в зависимости от способа рудо-подготовки изменилась от пышной и устойчивой (спиральный классификатор) до хорошо минерализованной и легко разрушаемой (грохот «Derrick»).

Преимущества подготовки питания флотации на грохотах «Derrick» иллюстрирует диаграмма извлечения  $P_2O_5$  по классам крупности в концентрат, приведенная на рис. 6.

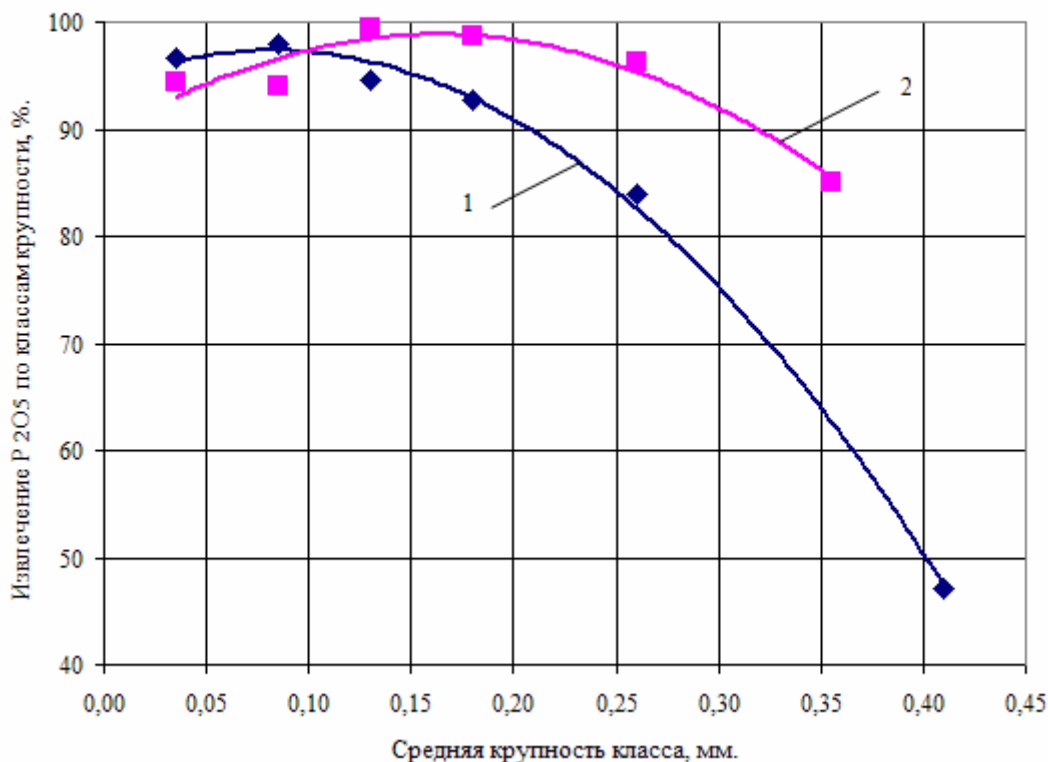
Снижение возврата готового класса в мельницу и, как следствие, повышение ее производительности, привело к увеличению крупности питания флотации при достаточном раскрытии апатита и к увеличению содержания класса +0,16 мм во флотационном концентрате с 15 до 30%.

Проблема оптимизации крупности апатитового концентрата имеет свою историю, подробно рассмотренную в литературе [6,7,8,9]. В качестве показателя крупности концентрата традиционно используют содержание в нем класса +0,16 мм. Первоначально ГОСТ22275-76 на апатитовый концентрат предусматривал содержание класса +0,16 мм не более 11,5%. В дальнейшем был принят ГОСТ22275-90, увеличивающий допустимое содержание класса +0,16 мм до 13,5%. Указанные требования по крупности апатитового концентрата выполнялись в основном за счет более тонкого измельчения апатит-нефелиновой руды, чем это необходимо для полного раскрытия зерен апатита. На АНОФ-1 отделение с восемью мельницами 2,7×4,2 и пневмомеханическими флотомашинами с 1963 года в течение 20 лет работало по схеме грубо-зернистого измельчения и флотации (-0,5 мм) и производило апатитовый концентрат, содержащий 19 - 20% класса +0,15 мм, с последующим его доизмельчением перед операциями обезвоживания [6]. Доизмельчение флотационного апатитового концентрата также осуществляли на АНОФ-2. В технологической схеме АНОФ-3 была предусмотрена операция доизмельчения промежуточного продукта.

Некоторое увеличение крупности измельчения апатит-нефелиновой руды и отказ от операции доизмельчения флотационного апатитового концентрата стали возможными с началом вы-

**Рис. 6. Извлечение  $P_2O_5$  в апатитовый концентрат по классам крупности.**

Для классификации измельченной руды использовали:  
1 - спиральный классификатор (◆), 2 - грохот "Derrick" (■).



### Совершенствование технологии классификации в цикле измельчения апатит-нефелиновых руд

пуска крупнозернистого апатитового концентрата марки «Супер». Технология его производства предусматривает классификацию флотационного апатитового концентрата в гидроциклонах с получением песков (концентрат «Супер» с содержанием класса +0,16 мм не менее 32,5%) и слива (концентрат «Стандарт», отвечающий требованиям ГОСТ 22275-90).

Ограничение крупности апатитового концентрата было в основном связано с производством суперфосфатов, где требуется тонкий гранулометрический состав сырья. В настоящее время

apatитовые концентраты используют для производства экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) сернокислотным разложением (75%), удобрений азотнокислотным разложением (15%) и технических фосфатов (10%) [7]. Указанные технологии не требуют тонкого помола апатитового концентрата. Это подтверждает опыт зарубежных фирм, применяющих для производства ЭФК и НРК-удобрений крупнозернистый хибинский апатитовый концентрат марки «Супер» и крупнозернистый апатитовый концентрат фирмы «Фоскор» (ЮАР) [8, 9].

Таблица 1. Показатели измельчения апатит-нефелиновой руды на ОПУ "Руд" с использованием спирального классификатора ("0" режим) и грохота "Derrick"

Показатели	Ед. изм.	Классификатор "0" режим	Грохот "Derrick" с размерами ячеек сит, мм			
			0,39	0,35	0,30	0,30
Частота вращения вибратора грохота	Гц		50	50	50	30
Производительность ОПУ						
по исходной руде	т/час	2,6	3,0	3,1	3,2	3,2
по питанию мельницы	т/час	5,6	4,1	5,8	5,5	5,0
Циркуляционная нагрузка	%	119,3	38,5	82,1	73,8	59,3
Рабочая зона грохота	мм		679	880	629	780
Слив мельницы						
содержание твердого	%	65,4	54,3	55,9	50,1	51,0
содержание класса –0,320 мм	%	74,3	75,2	71,5	73,0	27,4
содержание класса –0,071 мм	%	31,8	33,9	28,4	30,1	29,6
Циркулирующий продукт						
выход продукта от слива мельницы	%	53,7	27,2	44,3	41,0	36,8
содержание твердого	%	80,0	82,4	80,0	80,1	81,8
содержание класса –0,320 мм	%	56,9	23,0	37,5	34,9	30,5
содержание класса –0,071 мм	%	14,1	6,3	7,6	6,5	4,8
Продукт, готовый для флотации						
выход продукта от слива мельницы	%	46,3	72,8	54,9	59,0	63,2
содержание твердого	%	51,0	47,6	43,4	38,1	40,2
содержание класса –0,320 мм	%	94,3	93,9	97,8	98,4	97,1
содержание класса +0,160 мм	%	23,1	29,8	25,2	24,0	26,9
извлечение класса –0,320 мм	%	58,6	90,8	76,2	79,2	84,4
извлечение класса –0,160 мм	%	66,4	93,7	84,4	87,8	92,2
извлечение класса –0,071 мм	%	75,6	94,3	87,7	90,4	94,0

В порядке выполнения программы по повышению эффективности работы обогатительного комплекса ОАО «Апатит» в 2001 г. ОАО «НИУ-ИФ» провело исследования на модельной установке по получению ЭФК дигидратным и полу-гидратным методами из образцов апатитового

концентрата в широком диапазоне крупности. Установлено, что загрубление апатитового концентрата до 20% остатка на сите 0,16 мм не приводит к снижению технологических показателей производства ЭФК.



Таблица 2. Показатели флотации при использовании для классификации измельченной руды спирального классификатора ("0" режим) и грохота "Derrick" на ОПУ "Руд"

Показатели	Ед. изм.	Классифицирующий аппарат	
		Классификатор "0" режим	Грохот "Derrick"
Питание флотации			
содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	11,6	11,6
содержание твердого	%	46,6	44,6
содержание класса +0,160 мм	%	23,5	34,0
содержание класса –0,071 мм	%	48,6	40,2
Апатитовый концентрат			
содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	39,3	39,4
содержание твердого	%	50,3	55,6
содержание класса +0,160 мм	%	15,3	29,8
содержание класса –0,071 мм	%	52,8	41,2
извлечение P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	94,8	95,8

В 2004 г. ОАО «НИУИФ» провело промышленные испытания по переработке апатитового концентрата повышенной крупности: по получению из него ЭФК полугидратным методом в отделении №4 цеха ЭФК ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» (среднее содержание класса +0,16 мм в концентрате – 20,0%, максимальное – 29,5%), по получению ЭФК дигидратным методом в цехе №1 ЭФК ООО «Балаковские минеральные удобрения» (среднее содержание класса +0,16 мм в концентрате – 20,1%, максимальное – 24,9%) и по получению NP(K)-удобрений методом азотнокислотного разложения в цехе сложных удобрений ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б. П. Константинова» (среднее содержание класса +0,16 мм в концентрате – 23,1%, максимальное – 27,2%). Испытания на всех трех предприятиях показали, что снижения технологических показателей и каких-либо нарушений процессов при переработке указанных концентратов не произошло. Эти результаты подробно приведены в публикациях [8,9].

Следует отметить, что использование критерия «Содержание класса +0,16 мм» в качестве показателя крупности апатитового концентрата является достаточно условным и не может применяться для сравнения концентратов, полученных с применением разных способов классификации руды. Так при использовании тонкого грохочения содержание класса +0,16 мм заметно выше, а максимальная крупность зерен меньше, чем при использовании традиционных методов классификации.

Проблема оптимизации потребительских свойств апатитового концентрата является

весьма актуальной, поэтому работы в этом направлении будут продолжены в ОАО «НИУИФ».

Опытно-промышленные испытания показали эффективность применения грохота «Derrick» в замкнутом цикле с шаровой мельницей при подготовке апатит-нефелиновой руды к флотации. В результате испытаний получены:

- стабильные технологические показатели процессов измельчения, грохочения и флотации;
- увеличение извлечения класса –0,32 мм в подрешетный продукт с 59 до 91% (абс.);
- уменьшение циркулирующей нагрузки в цикле измельчения–классификации на ~80% (абс.);
- увеличение производительности мельницы на 30 - 40%;
- необходимое для флотации содержание твердого в подрешетном продукте (40 - 50%) и благоприятный состав питания флотации (более равномерное распределение P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по классам крупности, более полное раскрытие апатита);
- увеличение извлечения P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в концентрат на 0,98% (абс.) за счет эффективной флотации крупных классов.

Замена существующей на фабриках ОАО «Апатит» системы классификации измельченной руды в гидроциклонах на тонкое грохочение является узловой проблемой совершенствования не только рудоподготовки, но и всего переработки обогащения. Она позволит существенно увеличить производительность цикла измельчения, снизить переизмельчение апатита и, как

следствие, повысить технологические показатели обогащения.

## Литература

1. Турчанинов И.А. и др. Атлас физических свойств минералов и пород Хибинских месторождений, «Наука», Ленинградское отд., Л., 1975, с.71.
2. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы. // Под ред. О.С.Богданова, В.А.Олевского, 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1982, с.366.
3. Турдахунов М.М., Усаченко О.С., Барсов В.А. и др. Освоение высокочастотного грохота корпорации Derrick на ОАО «ССГПО». – Горная промышленность, 2002, №4, с. 28 - 30.
4. Сухорученков А.И., Стаханов В.В., Зайцев Г.В. Тонкое грохочение – высокоэффективный метод повышения технико-экономических показателей обогащения тонкокрапленных магнетитовых руд. – Горный журнал, 2001, №4, с. 48 - 50.
5. Valine S.B., Wennен J.E. Fine Screening in Mineral Processing Operations. – Семинар «Применение технологии тонкого грохочения на предприятиях горной отрасли», 10-11.02.2005г., С-Петербург, институт «Гипроникель», с.12.
6. Обогащение апатито-нефелиновых руд Хибинского массива. // Под ред. Г.А. Голованова. Мурманск, Мурманское книжное издательство, 1967, 175с.
7. Черненко Ю.Д., Ангелов А.И., Левин Б.В. Направления оптимизации качества Кольского апатитового концентрата. – Химическая промышленность, 1999, №11, с. 56 - 60.
8. Левин Б.В., Ангелов А.И., Голованов В.Г. Перспективы получения и переработки Кольского апатитового концентрата повышенной крупности. – Бюллетень «Мир серы, N, P и K», 2005, №1, с. 7 - 13.
9. Левин Б.В., Ангелов А.И., Голованов В.Г. Производство и химическая переработка Кольского апатитового концентрата повышенной крупности. – Химическая промышленность сегодня, 2005, №4, с. 42 - 48.

# КАЛИЙ. УВЕЛИЧЕНИЕ СПРОСА НА КАЛИЙ В АЗИИ

**Н**есмотря на разработку новых мощностей в Китае, Азия остаётся самым крупным мировым потребителем и импортером калия. Спрос на него в этом регионе растёт быстрыми темпами.

Калий наряду с азотом и фосфором является наиболее важным элементом из питательных веществ растений. Действительно, для таких сельскохозяйственных культур как масляная пальма или рис – обе эти культуры важны для Азии - калий действительно является основным питательным веществом. Тем не менее, количество стран, у которых есть экономически эксплуатируемые месторождения калия, очень небольшое. В международной торговле преобладают шесть основных стран-производителей, у которых сосредоточено 90% всех мировых мощностей по производству калия: это Канада, Россия, Беларусь, Германия, Израиль и Иордания.

В 2005 г. мировое производство калия составило 54.3 млн.т в виде KCl, приблизительно 1/3 от этого объёма было произведено в Канаде.

В 2004 г. спрос на калий в Азии находился на отметке 15.4 млн.т KCl. По прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН, мировое потребление калия будет продолжать расти устойчивыми темпами на уровне 2.7 млн.т в год и 60% этого роста придётся на Азию.

## Спрос на калий в Азии

На азиатском рынке отчётливо прослеживаются несколько регионов. В северо-восточной части Азии – это Япония, Южная Корея и Тайвань. Ожидается, что спрос на калий в этих странах (пока ещё существенный в пересчёте на душу населения), сохранится на относительно устойчивом уровне или немного снизится.

Индия доминирует на южноазиатском рынке и импортирует 2.8 млн.т калия в год. В отличие от Китая, фактически отсутствует спрос на калий у потребителей для его использования не в качестве удобрения. Согласно прогнозам, спрос на калий в Индии будет расти на 3-4% в год.

В Юго-Восточной Азии имеются пять основных потребителей: Вьетнам, Малайзия, Индонезия, Таиланд и Филиппины при совокупном спросе на уровне 3.6 млн.т. в год.

И, наконец, Китай, который является сейчас вторым крупнейшим в мире потребителем калия (после США). Большие объёмы калия используются в качестве удобрения, спрос на который быстро растёт.

Общие запасы калия в Китае оцениваются на уровне 147 млн.т. Однако, руда относительно низкого качества, содержание KCl в ней составляет 1.5-3.2%. Ожидается, что в течение следующих двух лет суммарные мощности по производству калия в Китае составят 4 млн.т в год.

Канада, Россия и Беларусь вместе производят 80% калия. Большинство основных стран-

экспортёров имеют единственную компанию по его экспорту. В России – это Уралкалий. Другие основные экспортеры – компании Dead Sea Potash в Израиле и Arab Potash в Иордании.

Канадские экспортные поставки идут через компанию Canpotex, которая является крупнейшим мировым экспортёром.

У стран СНГ, которые остаются крупнейшими региональными поставщиками калия в Азию, имеются разные шансы на успех. В республике Беларусь отсутствуют планы по расширению производства калия на будущий среднесрочный период, а калийная промышленность Украины, фактически, не работает. Тем временем, Россия начинает осознавать преимущества реконструкции по увеличению производительности, принятой в первой половине десятилетия. Ожидается, что к 2010 г. в эксплуатацию будут введены дополнительные мощности по производству около 2.2 млн.т калия в год.

*(Источник: по материалам «Fertilizer International», № 410, 2006г)*

# Российские новости

## Инвестиции в комплексное развитие «Апатита» превысят 500 млн. долларов

**В** ОАО «Апатит» в стадии подготовки и реализации находятся более 20 инвестиционных проектов, целью которых является комплексное развитие предприятия. В первую группу входят проекты, направленные на развитие рудно-сырьевой базы предприятия: завершение строительства горизонта +170 м; проект строительства железнодорожной ветки Юкспориок - АНОФ-3; строительство главного ствола № 2 с комплексом подземного дробления Кукисвумчоррского месторождения; строительство горизонта +90 м Кукисвумчоррского месторождения; строительство горизонта +170 м Юкспорского месторождения; строительство горизонта +450 м Расвумчоррского рудника; строительство горизонта +310 м Расвумчоррского рудника с комплексом подземного дробления главного ствола; реконструкция водоотлива Кошвинского карьера с понижением горных работ до горизонта +80 м; техническое перевооружение подземных рудников с полным переходом на добычу руды самоходной техникой.

Вторую группу инвестиционных проектов образуют те, что направлены на развитие обогатительного комплекса: реконструкция отделений флотации, сгущения, сушки концентрата, АСУТП АНОФ-2; техническое перевооружение фабрик с заменой дробильного и фильтровального оборудования, землесосов.

Третья группа инвестиционных проектов – экологические: охрана водного бассейна озер Вудъявр, Имандра и Умбозеро; расчистка вторичного отстойника хвостохранилища АНОФ-2-озера Сейдозеро; строительство сооружений по использованию ливневых вод промплощадки АНОФ-2 на технологические нужды; реконструкция ГТС и очистных сооружений Восточного рудника; охрана воздушного бассейна Кировско-Апатитского района - реконструкция систем газоочистки АНОФ-2; снижение негативного влияния на состояние окружающей среды отходов, образующихся в процессе выработки концентратов, – строительство полигона для обезвре-

живания и захоронения отходов 3-го и 4-го классов опасности; очистка шахтных вод подземных рудников.

Четвертая группа — социальные проекты: строительство торгового центра в городе Апатиты; реконструкция плавательного бассейна;

строительство православного храма в городе Кировске.

Общий размер инвестиций компании, направленных на развитие производства, реализацию социальных, экологических проблем на период до 2015 г. превысит 500 млн.долларов.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### **«Апатит» продолжил реализацию программы технического перевооружения**

**В** этом году «Апатит» продолжил реализацию программы технического перевооружения, был приобретен шестой по счету автосамосвал производства фирмы Caterpillar стоимостью более 1,5 млн. долларов.

Всего в карьеры Восточного рудника в течение прошлого года поступили погрузчик Cat 992 G и 5 автосамосвалов. Данная техника по мно-

гим характеристикам превосходит отечественные аналоги: грузоподъемность новой машины 136 т, экономичный двигатель, гидромеханическая передача. Это позволяет ей работать на крутых уклонах и вывозить руду с нижних горизонтов карьера.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### **Компания «ФосАгро» подписала с «Суалом» договор о поставках нефелинового концентрата**

**К**омпания «ФосАгро» подписала с «Суалом» договор о поставках нефелинового концентрата сроком на 3 года. В переговорном процессе приняли участие ФАС, представители компаний «Евроцемент» и «Метаксим», чьи интересы также связаны с поставками нефелинового концентрата Пикалевскому филиалу ОАО «Суал» (г. Пикалево, Ленинградская обл.).

Ежегодные поставки нефелинового концентрата на «Пикалевский глиноземный завод» составят 1,1 млн.т. Это позволит восстановить поставки этого сырья с ОАО «Апатит», обеспечив рентабельность его производства. С 1 апреля отгрузки концентрата на Пикалевский филиал ОАО «Суал» осуществляются в объеме,

необходимом для полной технологической загрузки предприятия. В прежних объемах будет также возобновлено производство продуктов комплексной переработки нефелинового концентрата - цемента, соды, поташа и пр.

Ранее rccnews.ru сообщало, что «ФосАгро» планирует построить глиноземный завод в Ленинградской области рядом с «Пикалевским глиноземным заводом», принадлежащим «Суалу». Инвестиционная стоимость проекта - 1,3 млрд. долларов.

Также ранее группа «Суал» сообщала о том, что «Пикалевский глиноземный завод» перейдет с нефелинового сырья на бокситы

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### **«Аммофос» произвел 410,6 тыс. тонн серной кислоты**

**В** январе-феврале 2006 г. химики «Аммофоса» получили 410,6 тыс.т серной кислоты (дополнительно к плану произведено 1,1 тыс.т). За аналогичный период прошлого года выпуск составил 413,5 тыс.т. За два первых месяца 2006 г. предприятие выпустило 159,3 тыс.т фосфорной кислоты (дополнительно к плану — 2,7 тыс.т). За аналогичный период прошлого года выпуск составил 160,1 тыс.т.

Также, в этот период в ОАО «Аммофос» произведено 349,3 тыс.т минеральных удобрений (дополнительно к плану - 4,4 тыс.т). За аналогичный период прошлого года выпуск составил 390,4 тыс.т. Общее снижение объемов производства ОАО «Аммофос» связано с приостановкой мощностей предприятия по производству комплексных удобрений (NPK) из-за высоких цен на хлористый калий, который поставляет ОАО «Уралкалий».

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### ООО «Балаковские минеральные удобрения» выпустили 127,3 тыс.т аммофоса

**В** январе-феврале 2006 г. ООО «Балаковские минеральные удобрения» («БМУ») выпустили 127,293 тыс.т аммофоса. Серной кислоты было произведено 221 тыс.т, что превосходит показатель за аналогичный период прошлого года на 3 тыс.т.

Значительно возросло по сравнению с январем-февралем прошлого года производство кормового монокальцийфосфата (КМКФ), пищевой добавки для скота и птицы. За первые два месяца текущего года ООО «Балаковские минеральные удобрения» выработали 13,1 тыс.т этой продукции, что на 3,085 тыс.т больше прошлогоднего результата за аналогичный период.

Стоит особо отметить, что в течение января-февраля текущего года на российский рынок компания «ФосАгро», отгрузила 35,427 тыс.т произведенного в Балаково аммофоса (27,8% объема производства за два месяца). Российские животноводы закупили у «ФосАгро» с начала текущего года 6,410 тыс.т КМКФ, произведенного на ООО «БМУ» (48,9% объема выпуска за январь-февраль 2006 г.).

Все вышеперечисленные показатели соответствуют плану, разработанному управляющей компанией ЗАО «ФосАгро АГ».

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### ОАО «Череповецкий «Азот» произвел 68,6 тыс. тонн аммиачной селитры

**З**а январь-февраль химики ОАО «Череповецкий «Азот» произвели 68,58 тыс.т минеральных удобрений (аммиачной селитры). План производства выполнен на 101%. Весь произведенный объем удобрений был отправлен на внутренний рынок через региональную сбытовую сеть «ФосАгро-Регион».

Также в первые два месяца этого года предприятие выпустило 151,84 тыс.т аммиака, что

меньше аналогичного прошлогоднего показателя на 8,25 тыс.т. Уменьшение объема производства связано с снижением отпуска газа на технологические нужды в период аномально низких температур. Предприятием были использованы все резервы для недопущения срыва поставок аммиака потребителям и минимизации ущерба от снижения производства данной продукции.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### Кемеровский «Азот» планирует произвести в марте рекордное количество аммиачной селитры

**К**емеровский «Азот» планирует произвести в марте рекордное количество аммиачной селитры - 80 тыс.т, из них 57 тыс.т будет расфасовано в мешки по 50 кг, а 5 тыс.т — в биг-бэги по 800 кг. В выполнении плана должны помочь новые высокопроизводительные итальянские фасовочные полуавтоматы-дозаторы, которые уже установлены в цехе и проходят производственную обкатку.

Кроме этого, в планах развития цеха аммиачной селитры в 2006 г. - продолжение прора-

ботки проекта по модернизации одного из двух агрегатов для выпуска принципиально нового для «Азота» продукта - пористой селитры, и модернизация цеховой весовой, что позволит более оперативно обеспечить работу по взвешиванию и отправке вагонов с селитрой потребителям. В стадии проработки сейчас находится также инвестиционное предложение компании «Сибур» о доведении к октябрю фасовки аммиачной селитры в биг-бэги до 200 тыс. тонн в год.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

### Выпуск минеральных удобрений в России составил 3 млн. тонн

**П**роизводство минеральных удобрений в России, по данным Росстата, за первые два месяца 2006 г. увеличилось на 6,3% по сравнению с показателями аналогичного периода прошлого года — до 3 млн.т (в пересчете на 100 % питательных веществ).

Апатитового концентрата в пересчете на  $P_2O_5$  выпущено 656 тыс.т, что на 6% меньше, чем в январе-феврале 2005 г.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

# Зарубежные новости

## Белоруссия закупит в России около 300 тыс. т удобрений

**Х**озяйства Белоруссии для весеннего сева закупят в России 155 тыс.т фосфорных и 146 тыс.т азотных удобрений. Как сообщает агентство «Белта», республиканский тендер на поставку недостающего количества фосфорных и азотных удобрений выиграли уже известные на белорусском рынке российские компании. Среди них — МХК «ЕвроХим», ООО «ФосАгроМаркет», ООО «АвтоАгроСервис», которые поставят 155 тыс.т аммофоса, а также ОАО «Акрон», ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химкомбината».

Сейчас фосфорных удобрений в хозяйствах республики накоплено 60,3 тыс.т, что составляет 30% от необходимого, азотных — 197,5 тыс.т (52%) и калийных - 496,7 тыс.т (93%). Всего к весеннему севу заготовлено 754,5 тыс.т минеральных удобрений, что составляет 69% необходимого объема.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

## Беларуссия снижает объем производства минудобрений

**О**бъем производства минеральных удобрений продукции на предприятиях химической и нефтехимической промышленности Беларуси в январе текущего года составил 570,1 тыс.т, или 95,9% по сравнению с соответствующим периодом прошлого года.

По данным Минстата Беларуси, снижение объема выпуска отмечается по всем видам удобрений, за исключением фосфорных. Их было произведено 13,6 тыс.т, что на 41,9% больше, чем в январе 2005 г.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

## В Киргизии построят завод азотных удобрений при помощи китайской компании CITIC

**М**инистерство сельского, водного хозяйства и перерабатывающей промышленности Киргизии и китайская корпорация CITIC International Cooperation Co. намерены совместно построить завод азотных удобрений на юге Киргизии. Мощность производства составит 150 тыс.т аммиака, 140 тыс.т

аммиачной селитры и 130 тыс.т карбамида в год.

Завод будет построен на базе одного из действующих месторождений угля - Таш-Кумырского или Кок-Янгакского (Джалал-Абадская область). Китайская компания разработает ТЭО проекта. CITIC также берет на себя обязательство при возведении предприятия использовать передовые технологии, в особенности по обработке промышленных отходов и безопасности производства.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

## Цены на удобрения в Китае будут стабильными в этом году

**К**итайская Государственная комиссия по реформам и развитию прогнозирует стабильные цены на удобрения и сбалансированность спроса и предложения в 2006 г. Согласно комиссии, Китай примет меры по стабилизации производства удобрений и контролю их экспорта, которые должны привести к стабилизации поставок и цен.

Китай сохранит низкие цены на электричество для производителей удобрений и не станет вводить налог на добавленную стоимость для производителей мочевины. Кроме того, государство прекращает предоставлять скидки при назначении экспортных пошлин при вывозе мочевины и фосфатов. Подобные меры, которые также включают установление верхнего порога цен и ограничение торговой прибыли, призваны обеспечить стабильность цен на удобрения и защитить интересы крестьян.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

## Предприятия Украины произвели 197,4 тыс. тонн минеральных и химических азотных удобрений

**В** феврале производство минеральных и химических азотных удобрений на Украине составило 197,4 тыс.т, что на 10% меньше, чем в январе 2006 г., и на 11% меньше, чем в феврале 2005 г., по данным Госкомстата Украины.

Всего с начала текущего года украинские предприятия произвели 416,7 тыс.т азотных удобрений.

*(Источник: RCC-News / Агрохимия.ru)*

## Цены на сырье и удобрения

(6 апреля 2006 г.),

дол./т

<b>ДАФ, fob, навалом</b>		Индия	335-350
США Galf	255-257	Дальний Восток	370-375
Тунис	253-262	Тайвань	353-360
Марокко	255-262	Тампа	355
Балтика	265-240	США Galf	360
Китай (bgd)	285-286	<b>СУЛЬФАТ АММОНИЯ, fob, навалом</b>	
Иордания	267-270	Черное море (капролактам)	92-95
Бенелюкс fot/fob	277-278	Балтика (капролактам)	90-95
<b>МАФ</b>		Юго-Восточная Азия, cfr	103-105
Балтика, fob, навалом	236-243	<b>АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА</b>	
<b>ДВОЙНОЙ СУПЕРФОСФАТ, fob, навалом</b>		Черное море, fob, навалом	135-140
США Galf	200-201	Балтика, fob, навалом	145-150
Тунис	171-183 <sup>#</sup>	<b>НРК 16-16-16, навалом</b>	
Марокко	171-183 <sup>#</sup>	СНГ, fob, spot	178-190
<b>КАРБАМИД, прил., fob, навалом</b>		Западная Европа, cfr	*230-233
Балтика	238-250	Китай, cfr	210-215
Южный	248-255	<b>СЕРА, fob, твердая, навалом</b>	
Болгария/Хорватия/Румыния	253-255	Ванкувер	60-65
Персидский залив	260-265	Ванкувер (Бразилия)***	62-65
Вьетнам, cfr, затар.	262-265	Сауд. Аравия/Кувейт/ОАЭ	60-68
<b>КАРБАМИД, гран., fob, навалом</b>		Китай	84-86
Персидский залив	245-250	Черное море	58-63
Персидский залив, США (net-back)	213-220	Средиземноморье, cfr	66-69
Египет, fob	265-270	Северная Африка, cfr	80-88
Венесуэла/Тринидад, fob	234-263	<b>СЕРА, cfr, жидкая</b>	
Индонезия/Малайзия	250-255	Тампа/Центр. Флорида	73-77
США Galf, за к.т., баржа	233-236	Бенелюкс	67-72
<b>КАРБАМИД, прил., fob, затар.</b>		Сев.-Зап. Европа, cfr	85-92
Персидский залив	270-275	<b>СЕРНАЯ КИСЛОТА, cfr</b>	
Китай	280-285	Сев.-Зап. Европа	€36-42
<b>АММИАК, fob</b>		<b>ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА</b>	
Сев.-Зап. Европа	*270-275	Индия, cfr	445
Южный	270-276	Европа, cfr	435-466
Сев. Африка	285-295	США, fob	340-350
Ближний Восток	300-330	<b>ФОССЫРЬЕ (70-73 VPL), cfr</b>	
США Gulf, за к.т., баржа	290-300	Индия, cfr	81-82
Карибский залив	315-320	<sup>#</sup> отражает нижний уровень продуктов, отправляемых в Европу	
<b>АММИАК, c+f</b>		* показательные цены	
Сев.-Зап. Европа (неопл.пошл.)	332-337	*** внесезонные контракты, заключенные в Бразилии в окт.-март 2006 г.	
С.-З. Европа (опл.пош./безпош.)	350-355		
Сев. Африка	*295-300		

(Источник: FMB Weekly Fertilizer Report  
6 апреля 2006 г.)