

УДК 631.8

Н. И. Воробьев, профессор;  
А. И. Тетеревков, вед. н. сотр.;  
С. И. Кулешова, науч. сотр;  
В. Е. Первинкин, нач. отд.  
персп. развития ГХЗ;  
А. М. Козлова, нач. ЦЗЛ ГХЗ

### **ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОГО МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА НА ОСНОВЕ УПАРЕННОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ**

The technology of evaporated wet-process phosphoric acid purification from fluorine compounds has been developed. The obtained acid may be used as the raw material for food phosphates production.

Республика Беларусь обладает развитым животноводством. Для повышения его продуктивности необходима хорошая кормовая база. Неотъемлемой частью кормов для животных являются кормовые добавки, важнейшими из которых являются кормовые фосфаты. По данным Минсельхозпрода, общая потребность Республики Беларусь в кормовых фосфатах составляет 110 тыс. тонн в год. Производство кормовых фосфатов в республике отсутствует, в связи с чем они закупаются за рубежом. Основными поставщиками их являются Россия, Украина, Казахстан. Значительную часть стоимости этих кормовых добавок составляют транспортные расходы и таможенные пошлины. В то же время Республика Беларусь располагает возможностями для организации собственного производства кормовых фосфатов. На Гомельском химическом заводе имеется мощное производство экстракционной фосфорной кислоты, которая может служить сырьем для производства кормовых фосфатов. Однако выпускаемая заводом экстракционная фосфорная кислота содержит значительное количество фтора и без дополнительной очистки получить кормовые фосфаты из нее невозможно.

Очистке экстракционной фосфорной кислоты от фтора посвящено большое количество работ и патентов. В наибольшей мере изучены следующие способы [1-5]: экстракция фосфорной кислоты органическими растворителями с последующей промывкой и рекуперацией кислоты; выделение примесей на ионообменниках с последующей регенерацией ионообменников; перевод примесей в малорастворимые соединения и выделение последних отстаиванием и фильтрацией; отдувка соединений фтора при повышенных температурах инертным га-

зом (воздухом) или паровоздушной смесью с последующей абсорбцией соединений фтора.

Каждый из перечисленных способов имеет свои достоинства и недостатки и возможную область применения.

Учитывая степень изученности каждого из способов, технические возможности ГХЗ и технологичность указанных способов в последующих исследованиях для отработки технологического режима обесфторивания, были выбраны два метода очистки ЭФК – отдувка соединений фтора паровоздушной смесью при повышенных температурах и выделение фтора в виде малорастворимых соединений.

По литературным данным [3,4] установлено, что при продувке ЭФК, содержащей 47-52%  $P_2O_5$ , воздухом при температуре 84-100° С в продолжение 0,5-1,0 часа при расходе воздуха 0,31 кг/кг кислоты в присутствии диатомита конечное содержание фтора составляет 0,1%. С повышением температуры кислоты до 125° С и увеличением расхода воздуха до 1,4 кг/кг без добавок содержание фтора снижается до 0,05%.

Очистка ЭФК от фтора методом осаждения – наиболее изученный процесс, он неоднократно проверялся в полузаводских условиях и нашел применение при производстве технических фосфатов – триполифосфата, пирофосфата и полифосфата натрия [5].

При обработке фосфорной кислоты содой образуется малорастворимый гексафторсиликат натрия



Осадок кремнефторида натрия выделяют отстаиванием и фильтрацией. Дозировка соды составляет 130-270% от стехиометрии, температура – 20-60° С, длительность осаждения – 0,5-1,0 час.

Степень выделения фтора составляет 70-87%, и обесфторенная кислота содержит, как правило, менее 0,2% фтора. Такая кислота пригодна для производства кормовых фосфатов [1,2,5]. Однако большинство ранее выполненных работ относятся к очистке неупаренной кислоты, содержащей 23-32%  $P_2O_5$ . Очистка упаренной ЭФК практически не изучена. В то же время применение упаренной экстракционной фосфорной кислоты для производства кормовых фосфатов более предпочтительно по следующим причинам:

1) на стадии выпарки ЭФК в газовую фазу выделяется до 80% фтора в виде HF и  $SiF_4$ , которые используются для получения кондиционной гексафторкремниевой кислоты, перерабатываемой на фтори-

стые соли; в связи с этим резко снижается расход соды на осаждение фтора;

2) увеличивается степень осаждения фтора, так как, по данным [6], растворимость  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  с повышением концентрации фосфорной кислоты резко снижается и при концентрации  $\text{P}_2\text{O}_5$  46-48% составляет 0,08-0,16%, в то время как в неупаренной ЭФК концентрацией 28%  $\text{P}_2\text{O}_5$  растворимость  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  составляет 1,0-1,5%;

3) снижаются энергетические затраты на сушку кормовых фосфатов за счет уменьшения влажности продукта.

В связи с этим на кафедре ТНВ и ОХТ БГТУ были проведены исследовательские работы, направленные на изучение условий обесфторивания упаренной экстракционной фосфорной кислоты (УЭФК) Гомельского химического завода и установление норм технологического режима получения монокальцийфосфата из обесфторенной упаренной фосфорной кислоты и кормового гранулированного мела Волковысского известкового завода. Исследования по очистке упаренной экстракционной фосфорной кислоты проводились в двух направлениях: очистка путем выделения фтора в осадок в виде кремнефторидов натрия с последующим отделением образовавшегося осадка отстаиванием; обесфторивание кислоты путем удаления соединений фтора ( $\text{HF}$ ,  $\text{SiF}_4$ ) в газовую фазу методом отдувки воздухом или паровоздушной смесью при повышенных температурах.

Обесфторивание УЭФК методом отдувки соединений фтора в газовую фазу проводили путем барботажа воздуха или паровоздушной смеси через 250-1000 мл кислоты при температуре 80-140° С в продолжение 0,5-2,0 часов; скорость воздуха изменялась от 1,66 до 6,60 л/мин, а содержание водяного пара составляло от 7 до 50 об.%. После отдувки кислоту анализировали на содержание фтора путем отгонки с водяным паром и потенциометрическим окончанием с ионселективным электродом.

В работе использовали УЭФК Гомельского химического завода состава (мас.%):  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 51,0;  $\text{SO}_3$  – 2,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,4;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,4; F – 0,5; плотность – 1,638 г/см<sup>3</sup>.

В ряде опытов для увеличения степени выделения фтора в кислоту вносили технический аэросил ГХЗ по ТУ РБ 00203714-006094, который содержал 70%  $\text{SiO}_2$  и 16% влаги, или жидкое стекло, содержащее 27%  $\text{SiO}_2$ . Перед использованием жидкое стекло разбавляли водой в соотношении 1:2 или 1:3. Все анализы ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ , CaO, F,  $\text{R}_2\text{O}_3$ ) выполнены стандартными методами.

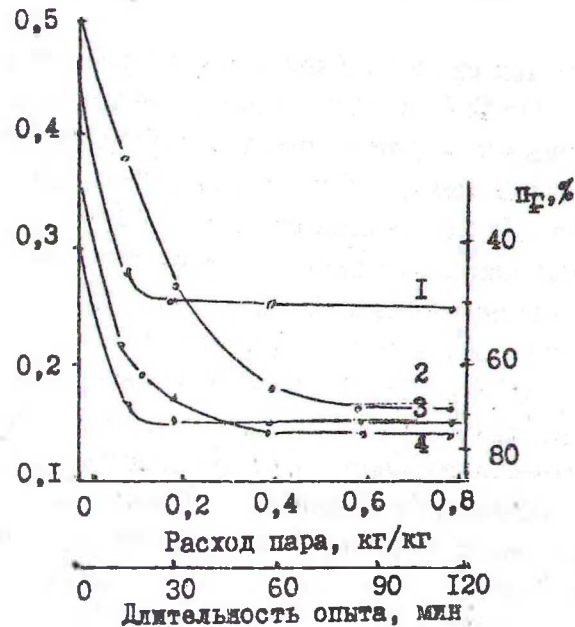


Рис. 1. Зависимость содержания фтора в кислоте ( $C_f, \%$ ) и степени обесфторивания ( $пф, \%$ ) от условий опыта при температуре  $80^\circ\text{C}$ : 1- продувка воздухом без добавок; 2- продувка воздухом с добавкой аэросила; 3- продувка паровоздушной смесью с добавкой аэросила; 4- продувка паровоздушной смесью

Результаты некоторых опытов по отгонке соединений при температуре  $80^\circ\text{C}$  представлены на рис. 1. Продувка воздухом, содержащим 0,8 об.% водяного пара, не позволяет получить кондиционную кислоту: остаточное содержание фтора – 0,26%; увеличение длительности опыта от 30 до 120 минут не дает какого-либо эффекта (кривая 1). Повышение температуры до  $140^\circ\text{C}$  позволяет увеличить степень обесфторивания до 84% за 30 минут: кислота содержит 0,08% F; увеличение длительности опыта не дает заметного эффекта.

Эффективность процессов в системе газ-жидкость зависит как от скорости подачи газа, так и от глубины барботаж. Выполнена серия опытов, в которой удельный расход воздуха оставался постоянным –  $0,5 \text{ м}^3/\text{кг}$  кислоты, скорость подачи воздуха возрастала от 1,67 до 6,60 л/мин при одновременном уменьшении длительности опыта от 120 до 30 минут. С ростом скорости подачи воздуха степень обесфторивания возрастала – при максимальной скорости обесфторенная кислота содержала 0,12% F.



Введение аэросила (120% от стехиометрии на образование  $\text{SiF}_4$ ) позволяет увеличить степень отдувки фтора до 65% за один час (рис. 1, кривая 2), обезфторенная кислота содержит 0,18% F.

Добавка аэросила или жидкого стекла дает положительный эффект при низких температурах (20-80° С), увеличение температуры до 120° С приводит к уменьшению степени обезфторивания кислоты по сравнению с опытами без добавок, что может быть связано с образованием устойчивых фторфосфорных кислот.

Наилучшие результаты получены при обработке УЭФК паровоздушной смесью (кривые 3, 4): степень отдувки составляет 67-70% за 30 минут, обработанная кислота содержит 0,15-0,18% фтора.

Увеличение содержания водяного пара в смеси с 0,8 до 7,8 об.% приводит к росту степени обезфторивания от 50 до 66% (рис. 2). Влияние содержания пара в паровоздушной смеси на степень обезфторивания, дальнейшее увеличение концентрации водяного пара до 44 об.% вызывает постепенное повышение степени отдувки фтора до 75%.

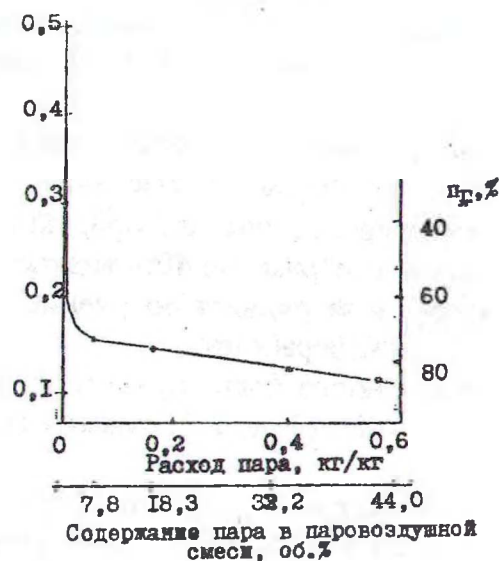


Рис.2. Влияние содержания пара в паровоздушной смеси на степень обезфторивания

Влияние изменения глубины барботажа от 70 до 280 мм изучали при продувке паровоздушной смеси, содержащей 50 об.% водяного пара, с температурой 80° С; начальная температура кислоты – 18° С, расход воздуха – 6,67 л/мин, длительность опыта – 30 минут. С ростом глубины барботажа до 210 мм эффективность отгонки фтора увеличи-

вается до 78% (0,11% фтора); дальнейшее увеличение глубины барботажа вызывает падение степени удаления фтора. В опытах данной серии температура кислоты постепенно повышалась до 85° С за счет частичной конденсации водяного пара.

Полузаводские испытания отдувки фтора проводили в аппарате барботажного типа диаметром 1090 и высотой 2600 мм при глубине слоя кислоты 2000 мм, парогазовый поток распределялся кольцевой трубой с 900 отверстиями диаметром 4 мм; опыты проводили в периодическом режиме.

Исходная кислота (49,6%  $P_2O_5$  и 0,42% F) заливалась в десорбер с температурой 30° С, к 2 м<sup>3</sup> кислоты добавляли 7 кг технического азросила. Смесь нагревали острым паром до 80° С, после чего продували паровоздушную смесь в течение часа; расход воздуха – 400 м<sup>3</sup>/ч, пара – 200 кг/ч. За счет частичной конденсации пара температура кислоты составляла 85-88° С.

По окончании продувки кислота содержала (мас.%):  $P_2O_5$  – 45,0; F – 0,2. По составу такая кислота пригодна для производства кормового монокальцийфосфата. Сильное разбавление кислоты объясняется ее низкой начальной температурой и большими потерями тепла в окружающую среду.

Из результатов полузаводских испытаний вытекает:

- способ отдувки связан с высокими энергозатратами (до 170 МДж/т), что увеличивает стоимость продукции;
- отходящие газы содержат до 40% водяного пара, что усложняет очистку их от фтора и затрудняет получение гексафторкремниевой кислоты, пригодной для переработки.

С учетом изложенного было принято решение сосредоточить усилия на очистке УЭФК методом осаждения гексафторсиликата натрия.

Очистку УЭФК методом осаждения фтора в виде гексафторсиликата натрия проводили с использованием в качестве осадителя технической соды, жидкого стекла, извести квалификации ЧДА и флокулянта Praestol-2500 (или 2515). Расход соды варьировали в пределах 100-200% от стехиометрии на образование гексафторсиликата натрия, расход жидкого стекла составлял 20-40%  $SiO_2$  от стехиометрии на образование гексафторсиликата натрия, а известь вводили в количестве до 60% от стехиометрии на связывание  $SO_3$ ; флокулянт вводили из расчета 3,5-5,0 мг/л кислоты в виде 0,05-0,10% водного раствора.

К заданному количеству кислоты (250-1000 мл), нагретой до температуры 40-60° С, добавляли расчетное количество соды и извести при непрерывном перемешивании, затем добавляли жидкое стекло в виде водного раствора в соотношении 1:2 или 1:3, перемешивали суспензию в продолжение 15-60 минут, вводили раствор флокулянта, перемешивали 5 минут, после чего мешалку выключали и суспензия отстаивалась. Пробы кислоты отбирали через 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 и 24,0 часа с глубины от поверхности жидкости от 50 до 190 мм. Отстоянную кислоту анализировали на содержание фтора.

Часть результатов лабораторных опытов представлена в табл. 1. При обработке кислоты содой и известью (опыты 1-3) возможно получение обесфторенной кислоты с концентрацией фтора менее 0,2%, однако скорость осветления незначительна – не более 0,03 м/ч. Введение флокулянта увеличивает скорость отстаивания до 0,05 м/ч (опыт 4). Наилучшие результаты получены при норме извести 10% от стехиометрии на  $SO_3$  и норме соды 160% от стехиометрии на образование  $Na_2SiF_6$  (опыты 6-8) при одновременном введении жидкого стекла: обесфторенная кислота содержала 0,10-0,15% фтора, а скорость отстаивания твердой фазы составляла 0,15-0,24 м/ч. Выход осветленной кислоты составлял 40-60%.

Полузаводские испытания проводили на Гомельском химическом заводе в реакторе с мешалкой полезным объемом 5 м<sup>3</sup>. В каждом опыте использовали свежую УЭФК, состав которой отражен в табл. 2. В качестве реагентов применяли: техническую соду, содержащую 87%  $Na_2CO_3$ , и влажностью 12,5%; молотую негашеную известь 1 сорта, содержащую 60% активной окиси кальция; натриевое жидкое стекло, разведенное водой до концентрации 7,5%  $SiO_2$ ; водный раствор флокулянта Praestol-2500 с концентрацией 0,1%.

К 5 м<sup>3</sup> кислоты при перемешивании добавляли соду из расчета 120-160% от стехиометрии на образование  $Na_2SiF_6$  и раствор жидкого стекла при дозировке 19-35% от теории на образование иона  $SiF_6^{2-}$ . Суспензию перемешивали в течение часа, после чего добавляли флокулянт из расчета 5 г сухого на кубометр кислоты, перемешивали 5 минут и выключали мешалку. В процессе отстаивания отбирали пробы кислоты с различных глубин (0,1-1,0 м) через 1, 2, 4 и 24 часа после начала отстаивания.

Условия опытов и результаты анализов сведены в табл. 2.

В полужаводском масштабе достигнуты хорошие результаты по обесфториванию упаренной ЭФК: очищенная кислота содержит 0,10-0,13% фтора и не более 5 г/л взвешенных веществ, выход ее равен 50-60%, степень разбавления невелика – концентрация  $P_2O_5$  понижается примерно на 0,5%; скорость отстаивания составляет 0,25 м/ч.

Оптимальный режим очистки:

- норма соды – 120-160% от стехиометрии на  $Na_2SiF_6$ ;
- норма жидкого стекла – 20-25%  $SiO_2$  от стехиометрии на образование иона  $SiF_6^{2-}$  при концентрации 6,5-8,0%  $SiO_2$ ;
- температура процесса – 40-60° С;
- длительность осаждения – 40-60 мин ;
- расход флокулянта – 5 г/м<sup>3</sup> в виде 0,1% раствора.

На основании проведенных исследований разработана принципиальная технологическая схема обесфторивания УЭФК (рис. 3).

Упаренная кислота из приемного бака (1) через промежуточную емкость (2) дозировочным насосом (3) подается в реактор (11). Раствор жидкого стекла готовится в растворителе (6) и поступает далее в реактор. Раствор флокулянта, полученный в растворителе (5), через промежуточную емкость (4) подается в смеситель (13). Сода и известь из бункеров (7 и 8) дозируются питателями (9 и 10) в реактор.

В реакторе (11) фосфорная кислота смешивается с содой, известью, раствором жидкого стекла и выдерживается при перемешивании не менее 1 часа при температуре 40-60° С. Суспензия из реактора перетекает в промежуточный сборник (12) и далее самотеком сливается в смеситель (13), где перемешивается с раствором флокулянта и сливается в отстойник (14), из отстойника очищенная кислота сливается в сборник (15), а сгущенная кислота с примесями кремнефторида натрия и гипса сливается в сборник (17) и насосом (18) перекачивается на использование в производство удобрений.

Очищенная фосфорная кислота насосом (16) подается в производство кормового монокальцийфосфата.

Технология получения монокальцийфосфата заключается в нейтрализации очищенной кислоты кормовым мелом и по аппаратурному оформлению не отличается от описанной в литературе [1].



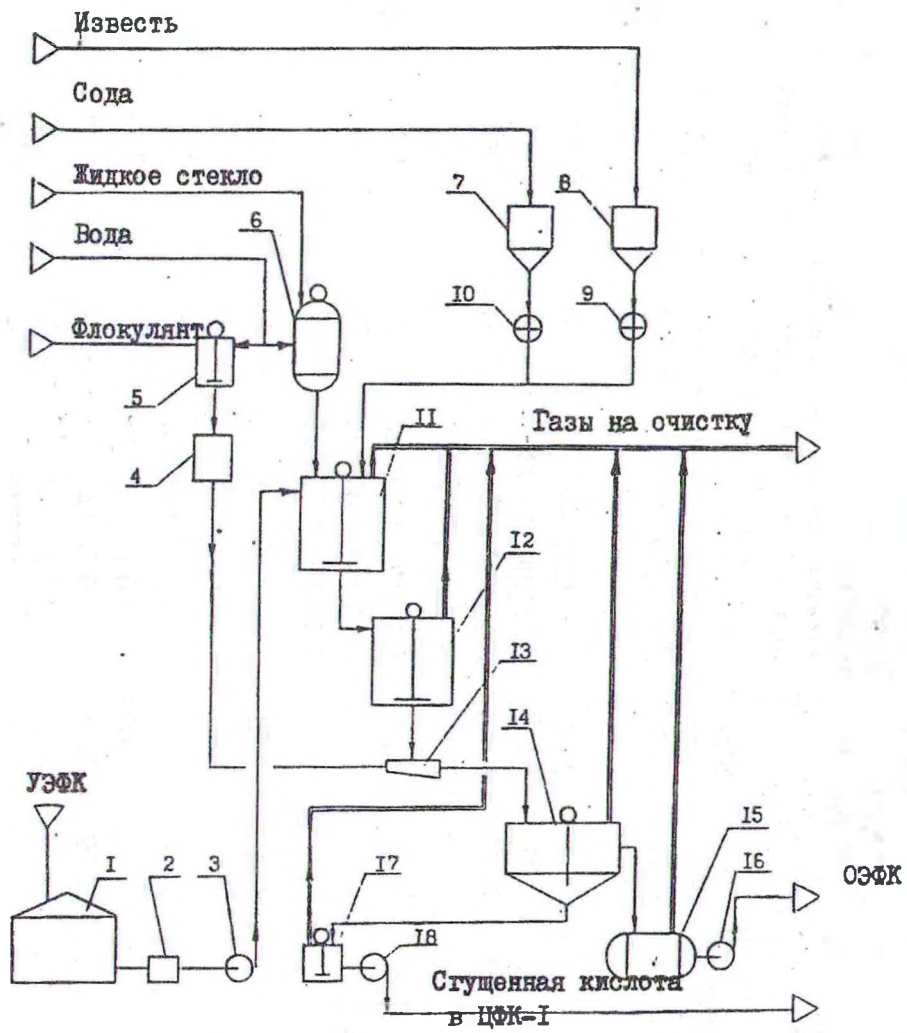


Рис.3. Принципиальная технологическая схема очистки УЭФК

Таблица 1

## Влияние различных факторов на обесфторивание упаренной ЭФК методом осаждения

Норма соды от стехиометрии, %	Норма СаО, %	Температура, °С	Флокулянт, марка и концент., мг/л	Состав исходной УЭФК, %			Содержание фтора в обесфторенной кислоте, %, глубина отбора, мм	Длительность отстаивания, ч	Средняя скорость отстаивания, м/ч	Примечания
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	SO <sub>3</sub>				
1. 130	60	60	нет	48,57	0,54	3,48	0,22/150 0,17/150	1,5 5,0	-- 0,03	
2. 180	60	60	нет	48,57	0,54	3,48	0,19/80	4,0	0,02	
3. 160	10	60	нет	49,72	0,81	5,21	0,37/100; 0,39/280	4,0	--	
4. 200	10	60	2500/5	48,67	0,78	6,00	0,19/100; 1,05/280 0,14/100; 1,37/280	2,0 4,0	0,05 --	
5. 200	10	60	2500/5	49,94	0,86	5,31	0,15/100; 1,06/250 0,15/100; 1,47/250 0,13/100; 1,73/250	0,5 2,0 4,0	0,2 -- --	жидкое стекло 8,6 г/л
6. 160	10	60	2515/5	50,81	0,85	5,48	0,13/100 0,10/100 0,10/100	0,5 2,0 4,0	0,2 -- --	жидкое стекло 11,5 г/л
7. 160	10	60	2515/5	52,65	0,74	5,00	0,13/100	0,5	0,2	жидкое
8. 160	10	60	2515/5	50,48	1,19	5,65	0,10/120 0,10/150 0,08/170 0,08/190	0,5 1,0 2,0 4,0	0,24 0,15 0,09 0,05	стекло 7,2 г/л жидкое стекло 11,5 г/л

Таблица 2

## Результаты полужаводских испытаний обесфторивания УЭФК методом осаждения

Исходная кислота, %				Условия опыта			Анализ обесфторенной кислоты					Скорость осветления кислоты, м/ч		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	SO <sub>3</sub>	Взвесь, г/л	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Норма соды, %	Норма жидкого стекла, %	Температура, °C	Время, ч	Высота отбора проб, мм	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F		SO <sub>3</sub>	Взвесь, г/л
50,30	0,86	4,05	65,07	1660	160	32,5	60	1	250	50,16	0,23	2,83	8,97	54
								4	1000	49,03	0,50	2,99	35,50	54
								24	250	47,97	0,16	3,03	1,0	50
								24	1000	47,10	0,13	3,07	2,25	50
									250	49,13	0,10	3,38	--	38
									1000	49,30	0,07	3,64	--	38
47,36	0,95	4,34	54,05	1618	140	20,8	52	4	1000	48,20	0,20	2,31	--	52
								24	1000	48,65	0,15	2,26	--	50
47,70	0,83	4,80	62,87	1640	130	24,1	60	4	1000	48,92	0,13	3,18	--	48
								24	1000	48,26	0,12	3,37	--	46
49,65	1,00	4,97	66,62	1650	120	19,9	50	4	500	49,09	0,17	3,32	0,46	45
								24	1000	49,10	0,17	4,03	--	35
47,08	0,76	4,52	41,50	1612	135	27,9	50	2	500	48,29	0,19	3,42	0,89	42
								4	1000	48,51	0,12	3,38	--	40
								24	1000	48,20	0,10	3,63	--	34
48,80	0,79	5,99	29,70	1630	130	25,3	50	2	1000	--	0,15	--	--	412
								4	1000	--	0,10	--	--	40

По описанной выше методике была наработана в лабораторных условиях партия обесфторенной кислоты, которая имела состав (мас.%):  $P_2O_5$  – 49,9;  $SO_3$  – 2,40; F – 0,12;  $Fe_2O_3$  – 0,2;  $Al_2O_3$  – 0,11; плотность при 20° С – 1,64 г/см<sup>3</sup>. Для получения кормового монокальцийфосфата использовали мелкогранулированный кормовой мел Волковысского завода по ТУ 21 БССР 2960-89 состава (мас.%):  $CaCO_3+MgCO_3$  – 94,6, НО – 2,1; F – 0,05; As – 0,0003; Pb – 0,0005; влага – 2,8.

Монокальцийфосфат (МКФК) получали твердофазным методом: навеску мела перемешивали в фарфоровой ступке с ретуром, добавляли расчетное количество обесфторенной кислоты и перемешивали до образования гранулированной массы, которую сушили при температуре 120-140° С в продолжение 2-4 часов. Сухой продукт отсеивали для отделения крупных частиц. Анализы продукта выполнены по ГОСТ 23999-80 с изменениями 1993 г.

Состав опытной партии МКФК (мас.%):  $P_2O_5$  – 51,2; Ca – 14,9; рН – 3; F – 0,13; влага – 3,8; зола – 4,9; As – отсутствует; Pb – 0,0002; Zn – 29,3 мг/кг; Cd – 0,13 мг/кг.

По всем показателям МКФК, полученный в лабораторных условиях, соответствовал требованиям ГОСТ 23999-80 с изменениями 1993 г. на продукт 2 сорта.

Опытная партия МКФК была испытана в Белорусском научно-исследовательском институте животноводства (г. Жодино) и показала хорошие результаты: перевариваемость сухих и органических веществ протеина и клетчатки увеличилась на 3-6%, степень усвоения фосфора составила 87-88%, а привес животных увеличился на 12,5%.

#### Заключение

Разработана технология очистки упаренной экстракционной фосфорной кислоты методом осаждения гексафторсиликата натрия, позволяющая получать кислоту с содержанием фтора 0,10-0,15%.

Полупромьшленные испытания подтвердили результаты лабораторных экспериментов; скорость отстаивания осадка составила 0,25 м/ч.

В лабораторных условиях наработана опытная партия кормового монокальцийфосфата на базе обесфторенной кислоты и мелкогранулированного кормового мела. Продукт соответствует требованиям стандарта, а испытания в институте животноводства подтвердили его пригодность для кормления животных.



На основе проведенных исследований разработано задание на проектирование и выполнен рабочий проект цеха кормового монокальцийфосфата. Технология очистки кислоты и получения монокальцийфосфата принята к внедрению на Гомельском химическом заводе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кармышов В.Ф., Соболев Б.П., Носов В.Н. Производство и применение кормовых фосфатов. М.: Химия, 1987. – 272 с.
2. Зайцев В.А. и др. Обесфторивание фосфорной кислоты методом осаждения // Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева. М.: 1973. – Вып. 73. – С. 10-13.
3. Бантов Д.В. и др. Изучение процесса обесфторивания фосфорной кислоты паровоздушной смесью и паром // Труды НИУИФ. Исследования в области производства кормовых, пищевых и технических фосфатов. М.: 1981. – Вып. 238. – С. 136-142.
4. Борисов В.М. и др. Обесфторивание ЭФК // Хим. пром., М.: 1983. – № 1. – С. 25-28.
5. Использование ЭФК в производстве пищевых и кормовых фосфатов. М.: НИИТЭХим, 1979. – 38 с.
6. Власов П.П., Гуллер Б.Д., Зинюк Р.Ю. Растворимость кремнефторида натрия в фосфорной кислоте концентрации 27-48%  $P_2O_5$  при температурах 90-110° С // Межвуз. сб. научн. тр. Технология минеральных удобрений. Л.: ЛТИ, 1979. – С. 49-55.
7. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д. Эвенчика и А.А. Бродского. М.: Химия, 1987. – 464 с.

УДК 541.183.6

Л. С. Ещенко, профессор

#### **ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ ПОРИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИХ ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА**

The questions of the synthesis of phosphorus - containing porous materials, properties and using was studied. Peculiarities of the porous framework and globule alumino- and aluminosilikaphosphates was show.

На пороге 21 века, когда остро встал вопрос решения ряда технологических и экологических проблем, создание эффективных процессов и материалов для защиты биосферы приобретает особую роль. В настоящее время известен ряд технологических решений, направ-