

## ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

---

УДК 661.63:628.162.4.065

В. В. Печковский, И. П. Наркевич, О. Б. Дормешкин

### ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ ФТОРФОСФАТНЫХ ШЛАМОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

При производстве фосфорных удобрений образуются кислые стоки с довольно большим содержанием фосфора и фтора. Обезвреживание этих стоков производится путем их обработки 7—12%-ной суспензией гидроксида кальция до значений  $\text{pH}=8\div 10$  с последующей коагуляцией и отделением выпавшего осадка на фильтре. Невысокое содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  и F в образующихся при этом шламах препятствует их переработке. Так, массовая доля  $\text{P}_2\text{O}_5$  колеблется от 10 до 13%, а F — от 7 до 12% (в пересчете на сухое вещество).

В литературе имеются сведения об изучении основных стадий процесса обезвреживания сточных вод известковым методом с целью максимально полного удаления  $\text{P}_2\text{O}_5$ , F из сточных вод [1—3]. Однако данные о составе осадков, образующихся при различных степенях нейтрализации сточных вод, отсутствуют.

В указанных и аналогичных исследованиях использовали модельные образцы сточных вод, оксид либо гидроксид кальция реактивной квалификации. Оксид кальция, применяемый в промышленности для нейтрализации сточных вод производств фосфорных удобрений, существенно отличается от оксида кальция реактивной квалификации, так как включает в свой состав примеси: массовая доля  $\text{SiO}_2$  равна 10—15%,  $\text{MgO}$ —2—6,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —1—2, активного  $\text{CaO}$ —55—60%. Наличие примесей в техническом оксиде кальция, в частности оксида магния, должно оказывать влияние на процесс нейтрализации фтор- и

фосфорсодержащих сточных вод, а также на состав образующихся осадков.

В данной работе обсуждаются результаты изучения нейтрализации сточных вод реактивным оксидом кальция, а также оксидом кальция, применяемым для этой цели в промышленности, и исследования состава образующихся осадков.

В опытах использовали сточные воды Гомельского химического завода, содержащие 4300 мг/л  $P_2O_5$ ,

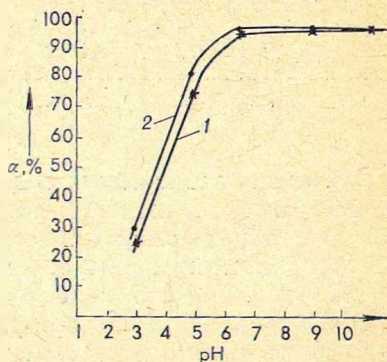


Рис. 1. Изменение степени осаждения  $P_2O_5$  ( $\alpha$ ) в зависимости от pH растворов:

1—осадитель—технический CaO; 2—осадитель—CaO марки «хч»

3600 мг/л F и 2400 мг/л взвесей. Стоки обрабатывали 10%-ной суспензией известкового молока, приготовленной из оксида кальция марки «хч», а также из технического оксида кальция следующего состава (массовая доля, %): активный CaO—53; MgO—5;  $SiO_2$ —10. Сточную воду нейтрализовали до pH 3—10. Образующийся осадок отделяли фильтрованием на вакуум-филт্রে и анализировали на содержание основных компонентов по известным методикам [4].

Как видно из таблицы и рис. 1, содержание  $P_2O_5$  в осадке существенно зависит от pH нейтрализованных сточных вод.

При использовании технического CaO оптимальным является pH=5÷5,6, при котором основное количество фосфора из сточных вод переходит в осадок и в шламе содержание  $P_2O_5$  максимальное. Дальнейшее увеличение степени нейтрализации приводит лишь к незначительному росту количества  $P_2O_5$  в осадке, а увеличение массы осадка происходит главным образом за счет балласта.

### Состав шлама, полученного нейтрализацией

№ опыта	рН	СаО марки «хч»				Осадок, г/л сточной воды
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	F*	СаО*	SiO <sub>2</sub> *	
1	1,40	4,3	—	41,5	12,5	2,40
2	3,03	15,43	34,51	44,02	3,52	8,50
3	5,10	25,41	24,11	41,80	4,21	14,80
4	6,63	19,93	17,54	42,31	5,15	20,81
5	9,00	14,32	12,15	44,3	5,66	26,03
6	10,90	13,24	11,21	43,12	5,81	28,41

\*) Содержание компонентов дано в пересчете на сухое вещество,

Аналогичная зависимость содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в шламе при различных значениях рН наблюдалась и в опытах по нейтрализации сточных вод реактивным оксидом кальция. Сокращение балласта, вводимого с известковым молоком с 40 до 2%, ведет к увеличению массовой доли P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в шламе до 25,4% при рН 5,1. Кроме того, переход P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> из сточных вод в осадок при использовании реактивного оксида кальция происходит при более низких значениях рН. Технический оксид кальция содержит до 5% MgO, который взаимодействует с фосфорной кислотой в кислых стоках с образованием кислых фосфатов магния, выпадающих в осадок только после осаждения фосфатов кальция при добавлении избытка кальция, что хорошо согласуется с литературными данными [5].

Несколько иной характер носит зависимость содержания фтора в осадке от степени нейтрализации (рис. 2). Максимальное содержание фтора в осадке наблюдается при рН 3 и при достижении рН 9 уменьшается в 3 раза. При использовании реактивного оксида кальция при рН 3,98% фтора переходит в осадок и дальнейшее увеличение рН приводит к увеличению содержания в осадке компонентов, не имеющих в составе фтор. Однако при использовании технического оксида кальция, содержащего MgO, процесс осаждения фтора сдвигается в сторону более высоких значений рН. Так, при рН 3 в осадок переходит лишь 82% фтора. Как известно, взаимодействие кремнефтористоводородной кислоты, в виде которой фтор присутствует в сточной воде, с активным оксидом

## стоков CaO марки «хч» и техническим CaO

Технический CaO				
$P_2O_5^*$	F*	CaO*	$SiO_2^*$	Осадок, г/л сточной воды
4,3	—	41,5	12,5	2,40
10,57	27,80	44,18	6,60	10,45
19,70	20,40	45,08	9,01	17,93
11,18	9,73	45,23	10,72	34,67
8,92	7,46	45,84	13,61	45,00
8,05	6,72	44,00	13,98	50,01

массовая доля, %.

кальция идет до образования фторида кальция. Оксид магния, присутствующий в осадителе, также взаимодействует с кремнефтористоводородной кислотой до образования фторида магния, представляющего собой аморфное соединение, выпадение которого в осадок происходит при более высоких значениях pH, чем осаждение  $CaF_2$ .

На основании вышеприведенных данных можно сделать следующие выводы. В процессе нейтрализации сточных вод производства фосфорных удобрений при pH 5—5,6 образуются максимально обогащенные  $P_2O_5$  и фтором осадки, переработка которых значительно облегчается как кислотными, так и термическими методами. Однако степень перехода  $P_2O_5$  и F в осадок зависит не только от состава сточных вод и степени их нейтрализа-

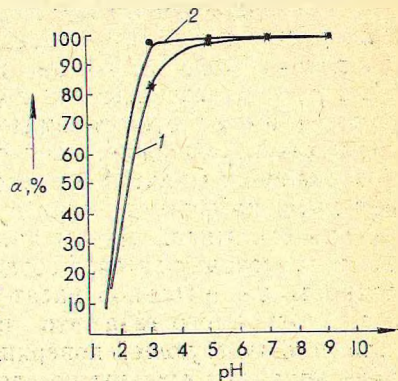


Рис. 2. Степень перехода фтора в осадок  $\alpha$  в зависимости от pH:

1—осадитель—технический CaO; 2—осадитель—CaO марки «хч»

ций, но и от состава применяемого осадителя, поскольку при наличии в нем значительного количества примесей степень выделения  $P_2O_5$  и фтора в твердую фазу уменьшается, сдвигаясь в область более высоких значений рН.

Знание условий нейтрализации и составов образующихся осадков позволяет рекомендовать оптимальный процесс обработки промышленных стоков, содержащих растворимые соединения фтора и фосфора в реальных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Денисова М. И., Шпунт С. Я. Исследование жидких фаз системы  $CaO-N_2PO_4-N_2SiF_6-N_2O$  // Тр. НИУИФ. — М.— 1976.— Вып. 228. — С. 12.
2. Архипова Л. Н., Цыбина М. Н., Субботина О. П. Исследование взаимодействия  $N_2SiF_6$  со щелочными реагентами // Тр. НИУИФ.— М.— 1976.— Вып. 228.— С. 52—55.
3. Филип В. Н., Афанасьева Л. Г., Павлова Е. М. Определение оптимальных условий очистки сточных вод, содержащих фтор и фосфор, производства удобрений // Журн. прикл. химии.— 1972.— № 6.— С. 101—107.
4. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / Под ред. Кротовой И. К.— М.— 1975.— 215 с.
5. Позин М. Е. Технология минеральных солей.— Л., 1974.— Т. 2.— С. 1026.

УДК 66.067.12

Н. П. Кохно, Э. И. Левданский, И. М. Плехов

#### РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РУКАВНОГО ФИЛЬТРА С НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

В настоящее время все шире применяются аппараты фильтрации для очистки газов от пыли по сравнению с аппаратами мокрой очистки газов и электрофильтрами [1]. Но используемые в промышленности рукавные фильтры имеют существенные недостатки, главный из которых — неустановившийся режим работы (изменение сопротивления фильтра и скорости фильтрации с ростом слоя пыли на фильтрующих рукавах). С целью его устранения были предложены аппараты, в которых регенерация происходит за счет создания у фильтрующей поверхности значительной касательной составляющей скорости очищаемого газа, что препятствует накоплению пыли на фильтрующей поверхности [2—4]. Вместе с тем такие аппараты сложны по своей конструкции и не обе-