

АБСОРБЦИЯ ПЕНТАОКСИДА ФОСФОРА ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ В РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ КОЛОННЕ

Никандров М. И., Никандров И. С.

Дзержинский политехнический институт Нижегородского государственного технического университета, г. Дзержинск (606029, г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49) e-mail: mnnd@mail.ru

Показан механизм окисления фосфора. Полученный после абсорбции оксидов раствор моносодийфосфата используется в производстве тринатрийфосфата. Газ после колонны абсорбции содержит менее 50 г/м³ оксидов фосфора. Изучено поглощение оксидов фосфора раствором динатрийфосфата в распылительной колонне из газов обезвреживания фосфорного шлама, содержащего до 52 % желтого фосфора. Показано, что полное выгорание фосфора в печи достигается за время 30 минут. Уходящий фосфорный шлак содержит 45 % P₂O₅. Показано влияние расхода абсорбента на степень поглощения оксидов фосфора и коэффициент массопередачи в распылительной колонне, который составляет 300-400 час⁻¹. При расходе воды на орошение от 2 до 6 кг на кг шлама степень абсорбции оксидов фосфора возрастает с 58 до 72,6 %. Концентрация фосфорной кислоты снижается с 50 до 26 %. Максимальная степень поглощения пентаоксида фосфора составила 77 %. Степень абсорбции оксидов фосфора раствором динатрийфосфата на 4-10 % больше, чем при абсорбции водой.

Ключевые слова: пентаоксид фосфора, абсорбция, степень поглощения, массопередача.

ABSORPTION PHOSPHORUS PENTAOXIDE FROM FURNACE GAS IN SPRINKLING COLUMN

Nikandrov M. I., Nikandrov I.S.

Dzerzhinsky Polytechnic Institute of Nizhegorodsky Technical University, Dzerzhinsk, Russia (606029, Dzerzhinsk, avenue of Gaydar, 49) e-mail: mnnd@mail.ru

The mechanism of oxidation of phosphorus was showed. Received after absorption oxides solution of phosphate (monosodics) is used in the production of phosphate (tertiary). Gas after absorption columns contains less than 50 g/m³ oxides of phosphorus. Studied the absorption of oxides of phosphorus by means of disodium hydrogen phosphate solution in the distribution column of gases neutralization of phosphorus sludge, containing up to 52 % of yellow phosphorus. It is shown that the total burnout phosphorus in the furnace is achieved at the time of 30 minutes. The outgoing phosphorus slag contains 45 % of P₂O₅. Shows the effect of consumption of an absorbent to the extent of absorption of oxides of phosphorus and mass-transfer coefficient in a spray column, which is 300-400 hour⁻¹. At a flow rate of water for irrigation from 2 to 6 kg per kg of sludge absorption degree of oxides of phosphorus increased from 58 to 72,6 %. The concentration of phosphoric acid is reduced from 50 % to 26 %. The maximum degree of absorption of phosphorus pentaoxide amounted to 77 %. The degree of absorption of oxides of phosphorus by means of disodium hydrogen phosphate solution on 4-10% more than for absorption of water.

Keywords: phosphorus pentaoxide, absorbtion, degree of absorption, mass transfer.

Введение. Товарный желтый фосфор, поставляемый для производства красного фосфора, содержит 2–8 % фосфорного шлама. Он представляет собой взаимную эмульсию фосфора с водой, стабилизированную примесями твердых частиц. Для исключения скапливания шлама, его необходимо обезвреживать как по экологическим, так и по экономическим соображениям. Представляется целесообразным после сжигания шлама выделять образующиеся

оксиды абсорбцией раствором динатрийфосфата и использовать абсорбционный раствор в производстве фосфатов натрия [1-3].

Цель работы. Получение отсутствующих сведений по массопередаче при поглощении оксида фосфора раствором динатрийфосфата в распылительной колонне.

Экспериментальная часть

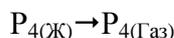
Фосфорный шлак с содержанием 52–58 % желтого фосфора сжигали в наклонной трубе диаметром 0,12 м непрерывным просасыванием через нее воздуха. В минеральной части шлама определено наличие до 42 % масс P_2O_5 , 19,5 % SiO_2 , 28,3 % C, 5,3 % CaO, 2,1 % R_2O_3 . Плотность шлама составляла 1590–1630 кг/м³. Степень выгорания фосфора и степень его отгонки азотом определяли по разности начального и конечного содержания фосфора в шлаке. Степень абсорбции оксидов фосфора определяли по содержанию P_2O_5 в газе до и после распылительной колонки [4,5] методом фотоколориметрии поглотительного раствора.

Результаты и их обсуждения

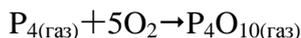
Сравнение результатов исследования выгорания фосфора при аэрации шлама воздухом и отдувки фосфора азотом показало, что в обоих случаях степень удаления фосфора из шламовой массы примерно равны.

Это показывает, что окисление фосфора проходит по следующей схеме.

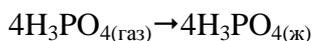
Первоначально фосфор испаряется в газовую фазу:



Пары фосфора окисляются кислородом:



Оксиды фосфора, взаимодействуя с парами воды, образуют туман:



Как видно из рисунка 1, требуемое время пребывания шлака в печи составляет 25–30 минут. Максимальная степень выгорания (98,6 %) фосфора достигается при коэффициенте избытка воздуха K равном 3–3,5. С дальнейшим увеличением подачи воздуха степень выгорания даже понижается и составляет при $K=5$ уже 97 %. Это объясняется относительным понижением температуры в печи (на 50–60 °С) и, как следствие этого, падением скорости отгонки фосфора.

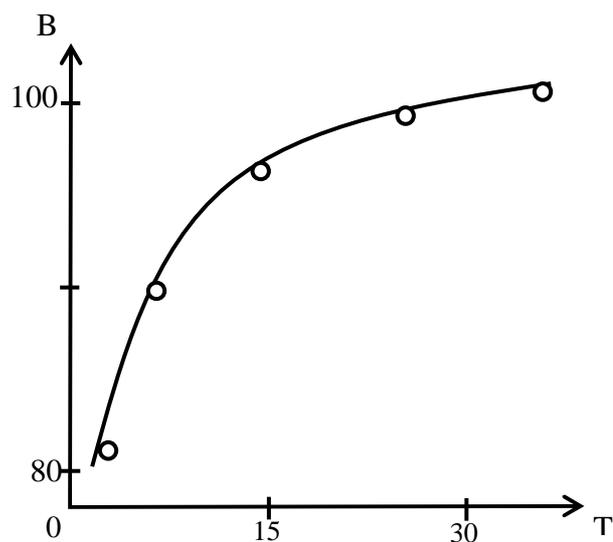


Рисунок 1. Зависимость степени выгорания фосфора (В, %) от времени пребывания шлама в печи (Т, мин) при коэффициенте

Уходящие из печи газы содержат $150\text{--}160 \text{ г/м}^3 \text{ P}_2\text{O}_5$, $2,5\text{--}3 \text{ г/м}^3 \text{ P}_2\text{O}_3$ и до $0,6 \text{ г/м}^3 \text{ SiF}_4$. Температура газов на выходе из печи составляет $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Газы из печи сжигания подавали в полую распылительную колонку, орошаемую двумя форсунками. Перед колонкой к газу добавляли водяной пар из расчета $0,5 \text{ кг}$ на 1 кг сжигаемого фосфора.

Как видно из рисунка 2, с увеличением расхода воды на распыление в колонне с 2 до 6 кг на 1 кг шлама поглощения пентаоксида фосфора возрастает с 58 до $72,6 \text{ \%}$.

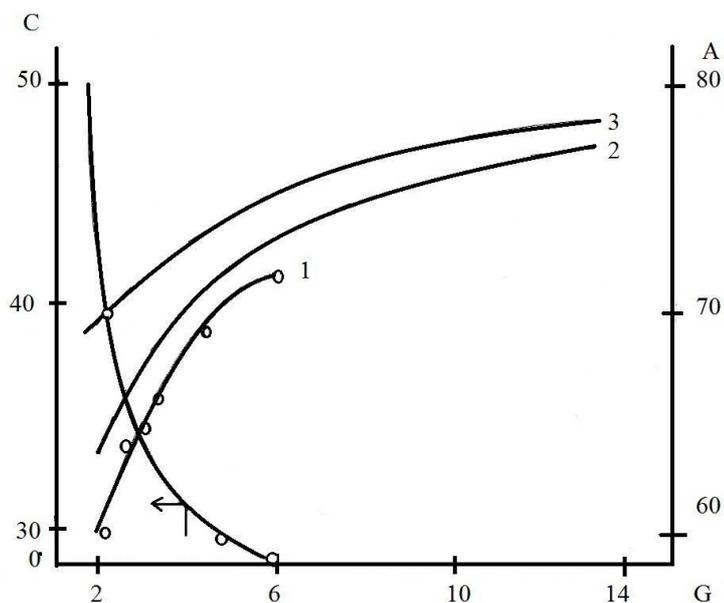
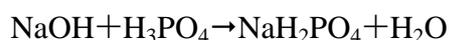
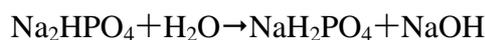


Рисунок 2. Влияние расхода воды (G, кг/кг шлама) (1) и раствора, содержащего 12 % динатрийфосфата (2) или 25 % динатрийфосфата (3), на степень поглощения пентаоксида фосфата (A, %) и концентрацию фосфорной кислоты (C, % масс) на выходе из колонны.

Степень поглощения пентаоксида фосфора раствором динатрийфосфата выше, чем при поглощении водой, и максимально она достигает 77 % при подаче раствора в количестве 12,5 кг на 1 кг шлама.

В Процессе абсорбции при подкислении раствора динатрийфосфата происходит его гидролиз:



Гидроксид натрия, связывая фосфорную кислот, тоже переходит в мононатрийфосфат.

При поглощении пентаоксида фосфора водой с увеличением подачи воды с 2 до 6 кг/кг шлама концентрация фосфорной кислоты на выходе из колонны снижается с 50 до 26 % масс.

При абсорбции пентаоксида фосфора в распылительной колонне диаметром 300 мм и высотой 2200 мм коэффициент массопередачи меняется от 250 ч^{-1} до 330 ч^{-1} для 12 % орошающего раствора динатрийфосфата.

При орошении колонны раствором, содержащим 25 % динатрийфосфата, коэффициент массопередачи составляет $K_v=300-405 \text{ час}^{-1}$ (рисунок 3).

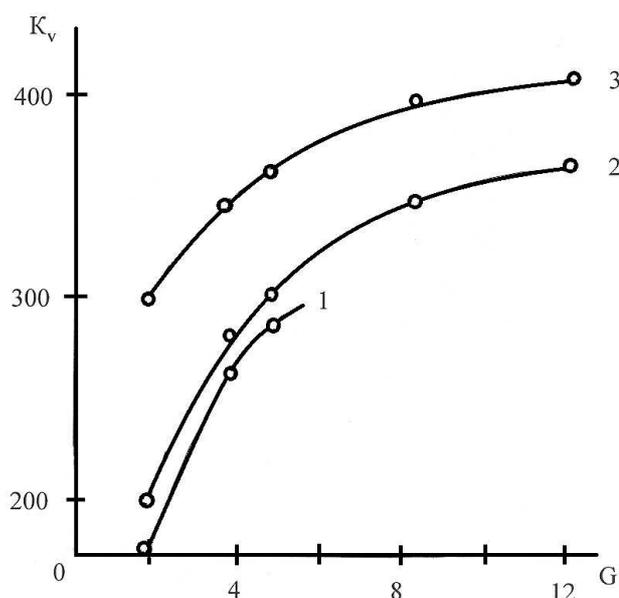


Рисунок 3. Влияние Расхода (G, кг/кг шлама) воды (1), 12 % раствора динатрийфосфата (2) и 25 % раствора динатрийфосфата (3) на коэффициент массопередачи (K_v , час⁻¹) при абсорбции пентаоксида из печных газов

В процессе абсорбции всвязи с конверсией динатрийфосфата в мононатрийфосфат происходит подкисление раствора и значение рН его понижается с 9,7 до ~6.

Заключение

Абсорбция оксидов фосфора раствором динатрийфосфата эффективнее чем водой или фосфорной кислотой. Степень абсорбции оксидов в распылительной колонне достигает 77 %.

Список литературы

1. Никандров М. И., Ефимова Е. О., Никандров И. С. Способ получения семиводного динатрийфосфата. Патент РФ № 2 277 067, С01 в 21/30, приоритет 04.10.04, опубл. 27.05.06, Бюл № 15.
2. Никандров М. И., Никандров И. С. Способ получения десятиводного тринатрийфосфата, Патент РФ № 2275328., Бюпл. Изобретений №12 2006 год.
3. Никандров М. И., Никандров И. С. Исследование приготовления содовой суспензии в производстве фосфатов натрия II // Труды НГТУ. – 2011. – №2 (87). – С. 222-226.
4. Позин М. Е. Технология минеральных солей. – 4-е изд. – Л.: Химия, 1974. – 860 с.
5. Позин М. Е., Копылев Б. А., Тумаркина Н. П., Бельченко Г. В. Практическое руководство по технологии неорганических веществ. – Л.: Химия, 1978. – 324 с.

Рецензенты:

Луконин В. П. д.т.н., профессор, генеральный директор Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом» (ФГУП «НИИ Полимеров»), г. Дзержинск.

Ширшин К. В., д.х.н., профессор, заместитель директора Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом» (ФГУП «НИИ Полимеров») по научной работе, г.Дзержинск.