

УДК 662: 502.03:541.11

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАВЛЕННЫХ МАГНИЕВЫХ ФОСФАТОВ ИЗ ОТХОДОВ МЕЛОЧИ ФОСФОРИТОВ И ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ В КРУПНОЛАБОРАТОРНОЙ И ОПЫТНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧАХ

© 2009 В.Е. Трушников

Институт авиационных технологий и управления
Ульяновского государственного технического университета

Поступила в редакцию 20.07.2009

В работе представлены результаты испытаний по получению плавленных магниевых фосфатов из отходов мелочи фосфоритов, которые являются отходом в производстве фосфора, и хвостов обогащения Ковдорского ГОКа, которые содержат фосфор- и магнийсодержащие минералы. Показана принципиальная возможность получения термических фосфатов с содержанием P_2O_5 -19-20% и MgO -10-11%. Рассмотрен состав образующихся побочных продуктов, газовых выбросов и предложены способы их переработки.

На основании проведенных исследований предложена принципиальная технологическая схема получения термических фосфатов из отходов фосфатного сырья, включающая технологию окомкования мелкодисперсных фракций шихты, даны рекомендации по необходимому оборудованию.

Ключевые слова: отходы щелочь фосфоритов, хвосты обогащения, термические фосфаты, плавленные магниевые фосфаты, электротермическая печь.

В производстве фосфорных удобрений ограниченность запасов месторождений фосфатного сырья ставит задачи увеличения объема выпуска новых типов фосфорных удобрений путем вовлечения в переработку отходов фосфатного сырья и фосфатного сырья с пониженным содержанием P_2O_5 с наличием примесей, которые в различной степени затрудняют переработку такого сырья кислотными методами или электротермическим способом для получения желтого фосфора. Фосфориты, содержащие около 23-25 % P_2O_5 (данные завода) крупностью менее 10 мм, являются отходами и около 40 лет складировались в отвалы твердых отходов около фосфорного завода в Самарской области. Отвальные хвосты Ковдорского ГОКа содержат примерно 4 % P_2O_5 (около 26 % от содержащегося в исходном сырье P_2O_5) и около 28 % MgO (данные комбината), которые складировались примерно такое же время. Общеизвестно, что магний является четвертым удобрительным компонентом после азота, фосфора и калия. Поэтому вовлечение этих сырьевых ресурсов довольно перспективно. Одним из перспективных направлений переработки такого фосфатного сырья является способ получения термических фосфатов, сущность которого заключается в разрушении неусвояемой растениями кристаллической структуры минералов апатита при плавлении в процессе терми-

ческого нагрева. В результате быстрого охлаждения расплава и образования мелких гранул подаваемой водой под давлением сохраняется аморфная стеклообразная структура, растворимая в 2 %-ном растворе лимонной кислоты и усвояемая растениями при внесении в почву. Одним из видов термических фосфатов являются плавленные магниевые фосфаты, содержащие два удобрительных компонента: фосфор и магний. Минеральное сырье Ковдорского месторождения, крупнейшего источника фосфатного сырья, является наилучшим для производства плавленных магниевых фосфатов, так как в нем в значительных количествах присутствуют как фосфор-, так и магнийсодержащие минералы. Вовлечение в производство имеющегося в минеральном сырье неиспользуемого магния позволит создать малоотходную технологию разработки месторождения. Один из основных продуктов Ковдорского ГОКа, апатитовый концентрат доставляется на химические предприятия в центральных районах страны, поэтому транспортировка отходов фосфоритов в обратном направлении вполне доступна.

Наиболее перспективным направлением в этом случае может быть получение плавленных магниевых фосфатов путем смешения мелочи фосфоритов, хвостов магнитной сепарации и отвальных хвостов гравитации в определенных соотношениях. Поскольку производимые за рубежом плавленные магниевые фосфаты содержат от 18 до 21 % P_2O_5 [1], наиболее перспективной представляется переработка отходов мелочи фосфори-

*Вячеслав Евстафьевич Трушников, кандидат технических наук, доцент кафедры "Самолетостроение".
E-mail: aviafil@mtu.ru.*

тов с отходами обогащения Ковдорского месторождения. Проведенные в данной работе исследования показали, что при смешении отходов мелочи фосфоритов с содержанием P_2O_5 от 23,38 до 24,19 % с хвостами магнитной сепарации наиболее целесообразно соотношение 55:45 соответственно (в шихте № 6 и № 7 содержание P_2O_5 в мелочи фосфоритов составляло 23,38 % и 24,19 % соответственно), если содержание P_2O_5 в мелочи фосфоритов составляет 24,20 % и более становится целесообразным использование отвальных хвостов гравитации в соотношении мелочь фосфоритов: отвальные хвосты гравитации как 70:30 (в шихте № 8 и № 9 содержание P_2O_5 в мелочи фосфоритов составляло 24,20 % и 25,15 % соответственно). Химический состав шихт № 6- № 9 представлен в табл. 1. Ковдорский апатитовый концентрат (№ 1), хвосты магнитной сепарации (№ 2), отвальные хвосты гравитации (№3).

Исследования проводили в крупнолабораторной однофазной электротермической печи мощностью 200 КВА, закрытой герметично крышкой с трубой диаметром 50,8 мм для выхода газов, высотой 5 м и имеющей узел заковки расплава, которая находится на территории лабораторного корпуса научно-исследовательского института “Волгапромэкология” (г. Тольятти). В печи поддерживали давление 10- 30 мм водяного столба с помощью воздуха, который подавался в печь для окисления фосфора, частично восстанавливаемого углеродом электрода, так как при использовании инертной среды (азота) в отходящих газах содержание элементарного фосфора составляло 4,7- 9,3 мг/м³, при подаче воздуха в отходящих газах элементарного фосфора обнаружено не было. Диаметр и высота рабочей камеры печи имеют размеры соответственно 450 и 430 мм. Подина и боковые стенки рабочей камеры выложены угольными блоками. Рабочую камеру заполняли шихтой на 40- 50 %. Шихта подавалась в печь из бункера по двум симметричным течкам.

Основные электрические параметры плавки при получении плавяных магниевых фосфатов и величина коэффициента (С), характеризующего связь электротехнических параметров процесса по уравнению А.С. Микулинского [2] описываются примерно теми же соотношениями, что и процесс получения желтого фосфора (1):

$$U_n = C \cdot P_n^{0,33}, \tag{1}$$

где: U_n – полезное напряжение, В,
 P_n – полезная мощность, кВА.

Коэффициент С колеблется в пределах 0,83-0,94 при среднем токе в электроде около 1660 А и среднее напряжение 40,4 В.

При ведении процесса замеряли температуру расплава в ванне и под крышкой печи, обеспечивали наличие гарнисажа на боковых стенках, используя охлаждение водой с внешней стороны. Температуру расплава определяли термопарой ВР 20/5, подключенной к прибору КСП- 4, установленную в селитровый стержень с графитовым наконечником- пробкой. Замер температуры расплавов в ванне печи показал, что у боковых стенок температура достигала 1533-1563 К, под электродом составляла 1753-1873К, на расстоянии 50 мм от электрода – 1673-1763 К. Анализ параметров процесса показал, что более высокая температура расплава соответствует режиму с более высокой токовой нагрузкой, которая изменялась от 1300 до 2500 А.

При температуре вблизи стенок около 1533-1553 К на боковых стенках образуется гарнисаж. Осмотр футеровки после тридцати плавки показал, что боковые стенки не подверглись химической коррозии от расплава, содержащего 18-19 % P_2O_5 , что позволяет сделать вывод о необходимости охлаждения не только подины печи, но и боковых стенок, для создания гарнисажной защиты при производстве плавяных магниевых фосфатов в электротермических печах большой мощности.

Анализ готового продукта на содержание в нем P_2O_5 и MgO в лимонно-растворимой форме

Таблица 1. Химический состав исследуемого сырья, %
 (без учета содержания бадделеита и прочих)

Сырье	P_2O_5	MgO	CaO	SiO ₂	CO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	S	F
№ 1	37,50	3,22	50,50	2,29	2,59	0,95	0,61	0,21	0,12	0,04	0,86
№ 2	11,90	17,61	27,83	19,94	8,56	2,80	4,85	0,34	1,03	0,07	0,23
№ 3	3,64	28,31	18,24	23,76	10,08	3,71	5,06	0,58	1,94	0,08	0,18
№ 4	23,38	1,53	36,90	24,60	4,67	1,62	1,98	0,78	0,73	0,05	2,32
№ 5	25,15	1,04	39,14	20,00	4,38	2,25	2,24	0,72	0,59	0,04	2,41
№ 6	18,21	8,77	32,81	22,40	6,42	2,15	3,27	0,58	0,46	0,06	1,36
№ 7	18,66	8,46	33,42	21,14	6,34	2,33	3,34	0,56	0,44	0,06	1,39
№ 8	18,03	9,33	32,07	22,74	6,20	2,47	3,00	0,71	0,98	0,05	1,71
№ 9	18,70	9,52	32,87	21,13	6,09	2,69	3,09	0,69	0,94	0,05	1,74

показал явное преимущество закалки расплава водой, подаваемой под давлением от 0,4 до 0,8 МПа, в количестве 15- 20 м³ на 1 тонну расплава, при этом степень перехода в лимонно-растворимую форму составляла для P₂O₅ 96- 99 % при его общем содержании 19,0- 20,0 %, для MgO 92- 98 % при его общем содержании 9,0- 10,0 % и для SiO₂ 76- 80 % при его общем содержании 21,0- 23,0 %.

Анализ проб отобранной пыли показал, что при плавлении мелкодисперсной шихты из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения в отходящих газах содержится 3,2- 5,0 г/м³. В процессе плавки мелкодисперсного сырья происходит сводообразование, образующаяся “корка” препятствует выходу газов сквозь шихту, газы удаляются в основном в узком пространстве вокруг электрода, их скорость возрастает и количество уносимой пыли увеличивается. В результате нагревание мелкодисперсной шихты происходит медленнее.

При плавлении окатышей содержание пыли в отходящих газах составляет 0,25- 0,31 г/м³. Однако получаемые при обогащении хвосты имеют крупность в основном около 0,074 мм, поэтому не требует дополнительной технологической операции доизмельчения. Поскольку фосфатно-магниевого сырья из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения на 55 % или 70 % состоит из отходов мелочи фосфоритов крупностью от 0 до 10 мм, дополнительная операция доизмельчения также нецелесообразна, так как куски крупностью более 3 мм составляют в среднем около 82%. Фракция <3 мм является ядром формирования гранул при окомковании с подачей фракции -0,074 мм.

Используемое жидкое стекло для повышения степени перехода основных удобрительных компонентов в усвояемую растениями форму при введении в шихту также выполняет роль связующей добавки, поскольку силикаты натрия с повышенным содержанием кремнезема, в результате их полимеризации, способствуют окомкованию мелких фракций.

Рассмотренная ранее в опытах фосфорная кислота также способствует окомкованию мелких фракций. Физико-химические исследования системы MgO- H₃PO₄ показало, что для оптимальной скорости отверждения объекта наиболее эффективная связующая композиция шихты представляет собой трехводный фосфат MgHPO₄ · 3H₂O. В связи с присутствием карбонатов магния и их взаимодействием с фосфорной кислотой образование соединений MgHPO₄ · 3H₂O также способствует окомкованию шихты. При плавлении шихты из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения с добавлением

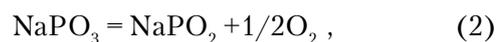
жидкого стекла (5 % в пересчете на SiO₂) анализ проб отобранной пыли показал, что в отходящих газах содержится 2,0- 2,9г/м³ пыли.

Опыты по плавлению шихт из окомкованного сырья из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения с добавлением жидкого стекла (5 % в пересчете на SiO₂) осуществляли при одинаковых параметрах, ток на электроде держали на уровне около 1250 А. Для полного сравнения в качестве мелкодисперсной шихты крупностью менее 0,2 мм (класс 0,074 мм составлял 62 %) использовали шихту из размолотой окомкованной шихты с добавлением связующего аналогичного химического состава, чтобы влияние связующих добавок было одинаковым. Расплавленную шихту доводили до температуры 1743 К. Шихта из окомкованной шихты достигала этой температуры на 4- 6 минут быстрее, чем из мелкодисперсного сырья, что вызвано увеличением скорости отходящих газов и снижением скорости нагрева поступающей в зону расплава верхних слоев шихты.

Пыль, удаляемая вместе с отходящими газами при плавлении, имеет следующий химический состав (масс., %): P₂O₅- 23,31- 23,70; SiO₂ - 8,36-8,64; CaO- 29,60- 29,89; MgO – 8,14- 8,66; Na₂O – 2,18- 2,49; K₂O – 2,16- 2,30.

Повышенное содержание в пыли P₂O₅, Na₂O и K₂O однозначно можно объяснить летучестью и последующей конденсацией щелочных метафосфатов.

Находящиеся в сырье щелочные соединения, в виде алюмосиликатов, могут переходить в газовую фазу в виде метафосфатов или элементарном виде в зависимости от наличия в реакционной зоне восстанавливающих компонентов. Это подтверждается результатами изучения газовой фазы. Исследование состава газовой фазы над расплавом проведено на масс-спектрометре МС- 1301 при температуре 1703 К. В масс-спектре газа появлялись ионные токи NaPO₂, NaPO₃, KPO₂, KPO₃. Фосфаты щелочей представлены в виде метафосфатов. Изменение соотношения между NaPO₃ и NaPO₂, как указано в работе [3], происходит за счет изменения давления кислорода, согласно равновесию (2,3):



$$K_p = \frac{P(\text{NaPO}_2)}{P(\text{NaPO}_3)} \cdot P(\text{O}_2)^{1/2} \quad (3)$$

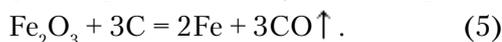
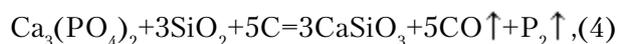
Результаты анализов проб отходящих газов свидетельствуют о наличии в них оксидов фосфора до 386 мг/м³, фосфина до 3,5 мг/м³, соединений фтора, в основном в виде HF и SiF₄, до 5,9 мг/м³. Поскольку отходящие газы контактируют с воздухом на выходе из трубы, – элемен-

тарного фосфора обнаружено не было.

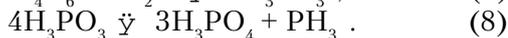
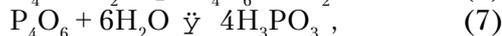
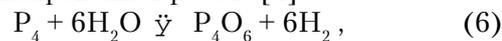
Расход электрода при получении 1 тонны плав-
 ленных магниевых фосфатов составляет 6,7- 7,3 кг.

При плавление шихты в электротермической
 печи происходит частичное восстановление
 фосфора углеродом электрода. В результате про-
 ведения опытных плавок установлено, что при
 плавлении теряется до 0,38 % P_2O_5 шихты. В
 шихте содержится 3,0- 3,3 % железа в пересчете
 на Fe_2O_3 . Оксиды железа также восстанавлива-
 ются углеродом электрода и на 1 тонну терми-
 ческих фосфатов получается 7,5- 8,0 кг побочно-
 го продукта- феррофосфора, который содержит
 81,93- 82,40 % Fe, 15,67- 16,10 % P_4 и до 0,15-
 0,17% Si. Часть содержащегося в шихте цирко-
 ния также переходит в феррофосфор.

Восстановление фосфора и железа происхо-
 дит по реакциям (4, 5):



Таким образом, часть восстанавливаемого
 элементарного фосфора связывается с железом
 в феррофосфор, оставшаяся часть получающего
 элементарного фосфора удаляется в газо-
 вую фазу и окисляется кислородом воздуха до
 оксидов, в основном в виде пентаоксида P_2O_5 .
 Некоторая часть элементарного фосфора реаги-
 рует с имеющимися парами воды с образова-
 нием фосфина, по реакциям (6-8), которые были
 проанализированы в работе [4]:

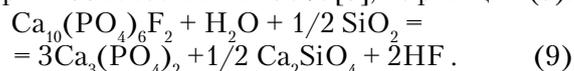


В процессе плавления наблюдается также
 выделение в газовую фазу фтора. Механизм
 обесфторивания следующий. Фторапатит без
 примесей разлагается только в условиях вакуу-
 ма при температуре более 1950 К с выделением
 в газовую фазу POF_3 , в инертной и окисли-
 тельной атмосфере фторапатит не разлагается
 вплоть до температуры 2000 К.

В присутствии паров воды разложение фто-
 рапатита $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ начинается с температу-
 ры 1653 К. Ионы OH^- замещают фтор в кри-
 сталлической решетке фторапатита, в результа-
 те образуется гидроксилапатит. Ионы H^+
 образуют с вытесненным фтором соединение HF.
 Присутствие водяных паров снижает темпера-
 туру начала разложения фторапатита, при этом
 скорость этого процесса возрастает с увеличени-
 ем давления паров воды.

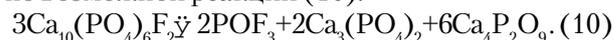
Наличие в шихте SiO_2 заметно снижает тем-
 пературу обесфторивания, при температуре 1453
 К степень обесфторивания составляет 27,1 %. В
 присутствии паров воды обесфторивание, со-
 провождающееся образованием фтористого во-

дорода, возможно уже при температуре 1053 К
 и при 1453 К составляет 90 % [5], по реакции (9):



О существенном влиянии SiO_2 и ZrO_2 на
 термическую устойчивость фторапатита указы-
 вается в работе [6]. Однако эти исследования
 проводились с синтезированным фторапатитом
 не содержащим примесей, ZrO_2 добавляли от
 5,9 до 22,5 %, SiO_2 – от 35,1 до 21,9 % .

Анализ сырья Ковдорского месторождения
 показал, что ZrO_2 находится в продуктах в не-
 больших количествах. В данной работе в шихту,
 состоящую их отходов мелочи фосфоритов и
 хвостов обогащения (см. шихты № 6- 9), содер-
 жащую от 21 до 23 % SiO_2 , добавку ZrO_2 осуще-
 ствляли в количествах, чтобы содержание ZrO_2
 колебалось от 0 до 2,5%. Термическую обработ-
 ку исследуемых составов шихт проводили в
 высокотемпературной лабораторной печи при
 давлении 14- 20 Па. Состав газообразных про-
 дуктов, образующихся при нагревании, иссле-
 довали также масс-спектрометрически. В при-
 сутствии ZrO_2 обесфторивание осуществляется
 по возможной реакции (10):



Диоксид циркония (ZrO_2), очевидно, выпол-
 няет роль катализатора и способствует активаци-
 и атомов и молекул кислорода в реакции об-
 разования оксифторида фосфора (POF_3).

Таким образом, при совместном присутствии
 в шихте для производства плавленных магни-
 евых фосфатов SiO_2 и ZrO_2 , кроме обесфтори-
 вания при температуре выше 1673 К наблюда-
 ется и частичное удаление P_2O_5 , поэтому при
 производстве термических фосфатов необходи-
 мо стремиться к уменьшению содержания ZrO_2
 в шихте.

Анализы проб воды для охлаждения и гра-
 нуляции расплава показали, что в ней содер-
 жится оксидов фосфора, в пересчете на P_2O_5 до
 1,46 мг/л, фтора в виде HF до 2,5 мг/л, поэтому
 при закрытом обратном водоснабжении ожи-
 дается их накопление и возникает необходи-
 мость применения технологической стадии
 водоподготовки.

Учитывая опыт испытаний в крупно лабора-
 торной электротермической печи мощностью 200
 КВА исследования в данной работе были продол-
 жены на опытной печи мощностью 1,47 МВА,
 которая находится в опытном цехе фосфорного
 завода (г. Тольятти). Эта печь предназначалась
 для проведения испытаний по электровозгонке
 фосфора. Для осуществления процесса получе-
 ния плавленных магниевых фосфатов была осуще-
 ствлена ее реконструкция. Для достижения бы-
 строго охлаждения выпускаемого расплава из печи

на шлаковой летке была смонтирована система водяного охлаждения, с подачей воды под давлением 0,6 МПа с расходом 12-14 м³ на 1 тонну расплава. Такой режим подачи воды позволил получить гранулы аморфной стекловидной структуры, которая растворяется в 2 %-ном растворе лимонной кислоты, так как в результате быстрого охлаждения кристаллическая структура, которая не растворима в указанном растворе лимонной кислоты не успевает сформироваться. Гранулы размером 0-3 мм составляли в среднем 82 %.

Расход электрической энергии составил в среднем 930-980 КВА на 1 тонну плавящихся магниево-фосфатов.

Расход электродов составил 5,1-5,7 кг на 1 тонну плавящихся магниево-фосфатов, что несколько меньше, чем при плавении в крупнолабораторной электротермической печи мощностью 200 КВА, что объясняется более коротким временем нагрева расплава до температуры 1723 К. Анализ оптимальных показателей ра-

боты электротермических печей при получении 1 тонны плавящихся магниево-фосфатов в Японии показывает, что для электротермических печей мощностью 3,0 - 7,0 МВА расход электрической энергии составляет 850 - 900 КВА и расход электрода 3,0 - 5,0 кг [1], что, очевидно, позволит выйти на эти показатели при эксплуатации электротермических печей большей мощности.

В результате, после проведенных испытаний, была разработана принципиальная технологическая схема промышленного производства плавящихся магниево-фосфатов из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения (рис. 1), выданы исходные данные для проектирования оборудования.

Отходы мелочи фосфоритов крупностью до 10 мм разделяют на фракции 0-3 мм и 3-10 мм. Поскольку статистический анализ показал, что фракция 0-3 мм составляет около 20 %, ее добавляют к хвостам магнитной сепарации, кото-

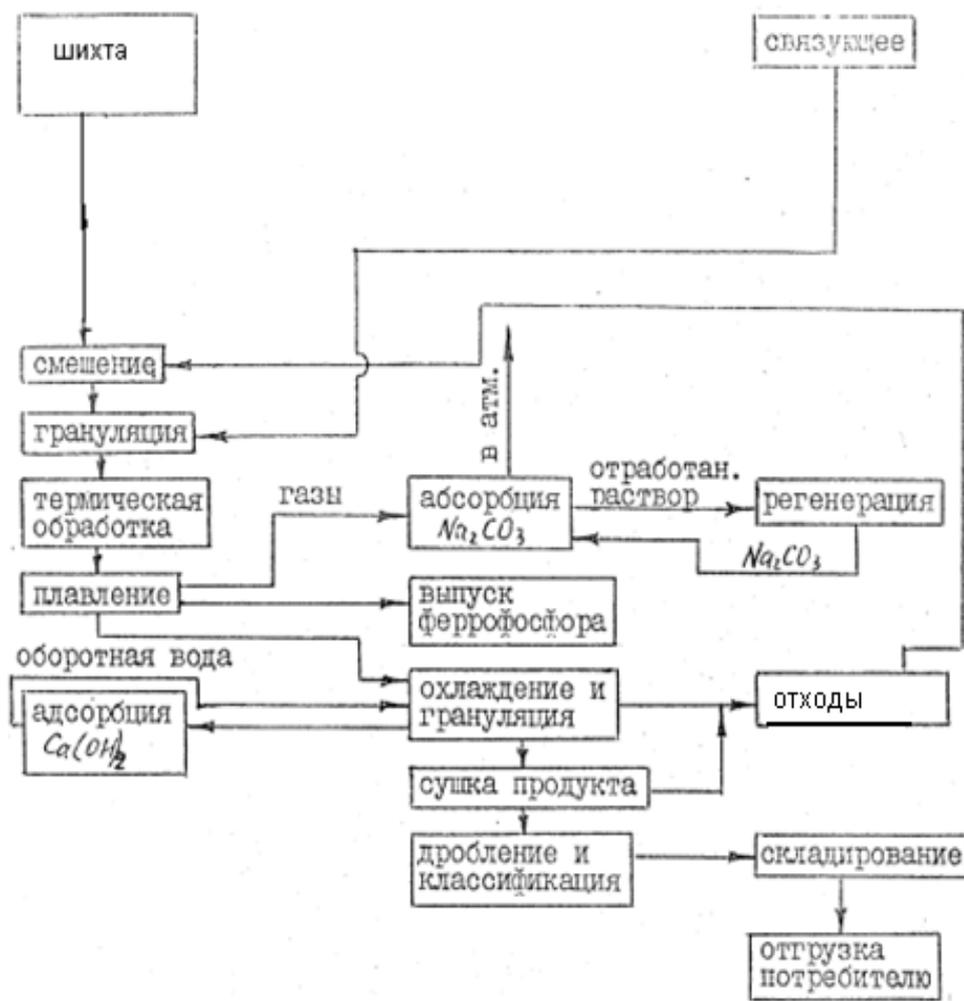


Рис. 1. Принципиальная технологическая получения плавящихся магниево-фосфатов из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения

рые имеют влажность не более 3 %, в количестве 25 % от их массы и направляют на окомкование на гранулятор, на который подается жидкое стекло, в количестве 4,5% в пересчете на SiO₂. Для рассматриваемого сырья в результате исследований были выбраны следующие показатели: окомкование осуществляется на тарельчатом грануляторе с углом наклона 46 - 48 градусов и частотой вращения 18 об/мин. Полученное окомкованное сырье, после сушки в бункере отходящими газами в результате высухания и полимеризации жидкого стекла, достигает требуемой прочности и перед поступлением в печь смешивается с фракцией фосфорита 3 - 10 мм в соотношении окомкованное сырье : фосфорит как 56 : 44, что обеспечивает получение плавленного магниевого фосфата с содержанием 19- 20 % P₂O₅.

Проведенные исследования на опытной электротермической печи 1,47 МВА показали, что в отходящих газах содержание пыли составляет 2,5 - 3,2 г/м³. Поскольку площадь поверхности рабочего пространства значительно больше, чем в крупнолабораторной, если учитывать образование пыли с единицы поверхности, то эти данные примерно одинаковы для обеих печей. Содержание пыли и ее химический состав примерно соответствует данным, полученным при работе на крупнолабораторной электротермической печи 200 КВА. Пыль образуется за счет механического уноса мелкодисперсных частиц, а также за счет восстановления щелочных металлов, которые при повышении температуры окисляются до соответствующих окислов, уносимых печным газом и конденсирующихся (при снижении температуры) с образованием мелкодисперсных частиц пыли. Кроме того, одной из причин пылеобразования является также испарение и восстановление кремнезема, образование четырехфтористого кремния и выделение других летучих компонентов из расплава. Очистка печного газа от пыли осуществляется с помощью электрофильтров. На выходе с электрофильтра образовавшиеся газовые выбросы по технологической схеме предлагается нейтрализовать 10 %-ным раствором Na₂CO₃.

Опытные плавки на опытной печи мощностью 1,47 МВА показали, что при получении плавленных магневых фосфатов из отходов мелочи фосфоритов и хвостов обогащения в газовую фазу выделяется в среднем 17 % фтора (в основном в виде SiF₄), 80 % оксидов серы, 99,6 % диоксида углерода, содержащихся в шихте, при общем содержании в шихте в среднем 1,36-1,74 % фтора, 0,06- 0,07 % серы и 6,1- 6,5 % диоксида углерода.

Таким образом, абсорбция газовых выбросов раствором Na₂CO₃ осуществляется по реакциям (9- 11):

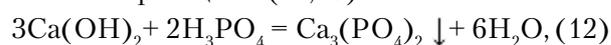


Из расчета уравнений расход соды на 1 тонну плавленных магневых фосфатов для очистки газов должен составлять 4,3 кг при избыточном содержании 1 % соды в отработанном растворе.

Из полученных солей натрия после обработки их Ca(OH)₂ регенерируется NaOH, который после карбонизации превращается в соду и может повторно использоваться в технологическом процессе.

Использование Ca(OH)₂ не вызывает дополнительных проблем, так как CaCO₃ добывается на территории Ковдорского ГОКа.

Ионы PO₄³⁻ и F⁻ из воды для охлаждения грануляции расплава удаляются вводимым в воду раствором Ca(OH)₂. При расходе 12 м³ воды на 1 тонну продукта в ней содержится оксидов фосфора в пересчете на пентаоксид фосфора P₂O₅ до 6,3 г/м³ и до 10,5 г/м³ HF, которые удаляются по реакциям (12,13):



Расход Ca(OH)₂ для осаждения ионов PO₄³⁻ и F⁻ из воды должен составлять 29,2 г на 1 тонну плавленных магневых фосфатов, с учетом 1 %-го избытка.

Вода после очистки и охлаждения вновь поступает на повторное использование, что обеспечивает использование для грануляции и охлаждения расплава закрытой оборотной системы водоснабжения.

Полученные аморфные стеклообразные гранулы подают на измельчение и получают продукт, содержащий фракцию 0- 1 мм, который отгружается потребителю.

Пыль, образующаяся при сушке готового продукта и при его дроблении, улавливается и подается на смешивание в процессе окомкования мелких фракций шихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ando J. Thermal phosphate. Man. Fert. Process. New York, Basel. 1987. p. 93- 124.
2. Микулинский А.С. Определение параметров руднотермических печей на основе теории подобия.- М.: Энергия, 1969.- 87 с.
3. Механизм испарения метафосфата натрия / Е.Б. Рудный, О.М. Вовк, Л.Н. Сидоров и др. // Тез. докл. шестой Всесоюзной конференции по фосфатам "Фосфа-

- ты- 84".- Алма-Ата, 1984.- С.416.
4. Технология фосфора / Под ред. *В.Н. Белова, В.А. Ершова*.- Л.: Химия, 1979.- 336 с.
 5. Исследование состава газовой фазы при обжиге фосфоритных окатышей / *Ж.О. Оспанов, Л.М. Воложин, Е.О. Оспанов и др.* // Тез. докл. шестой Всесоюзной конференции по фосфатам "Фосфаты- 84".- Алма-Ата, 1984.- С.644.
 6. Влияние добавок на термическую устойчивость фосфатов кальция / *В.В. Печковский, Е.Д. Дзюба, М.Т. Соколов и др.* // Тез. докл. V Всесоюзной конференции "Физико-химическое исследование фосфатов (Фосфаты- 81)".- Л.: Ленингипрохим, 1981.- С. 296- 297.
 - 7.

RECEPTION FUSIBLE OF MAGNESIAN PHOSPHATES FROM WASTE OF THE TRIFLE OF PHOSPHORITES AND TAILS OF ENRICHMENT IN LARGE LABORATORY AND SKILLED ELECTROTHERMAL FURNACES

© 2009 V.E. Trushnikov

Institute of Aviation Technologies and Managements
of Ulyanovsk State Technical University

In job results of tests on reception fusible magnesian phosphates from waste of a trifle of phosphorites which are a withdrawal in manufacture of phosphorus, and tails of enrichment Kovdor Gok which contain phosphorus and magnesium contents minerals are presented. The basic opportunity of reception of thermal phosphates with maintenance P_2O_5 -19-20 % and MgO-10-11 % is shown. The structure of formed by-products, gas emissions is considered and ways of their processing are offered.

On the basis of the spent researches the basic technological scheme of reception of thermal phosphates from waste of the phosphatic raw material, including technology granulation small dispersion fractions raw material is offered, recommendations on the necessary equipment are given

Key words: waste alkali of phosphorites, tails of enrichment, thermal phosphates, fused magnesium phosphate, the electrothermal furnace.