

УДК 001.92.37

А.М. КАСИМОВ, докт. техн. наук, профессор, заведующий лабораторией, **Е.Е. РЕШТА**, аспирант
Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем (УкрНИИЭП), г. Харьков

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Рассмотрены возможности использования фосфогипса – одного из наиболее крупнотоннажных отходов предприятий по производству минеральных удобрений. Изучены основные физико-химические свойства фосфогипса, предложены новые эффективные технологии его утилизации.

Ключевые слова: фосфогипс, промышленные отходы, загрязнение, удобрения, тяжелые и редкие металлы.

Работа предприятий по производству минеральных удобрений сопровождается образованием крупнотоннажных отходов, объем которых на территории Украины достигает десятков миллионов тонн. Эти отходы занимают значительные площади земель (иногда даже пригодных для сельского хозяйства), оказывают отрицательное воздействие на окружающую природную среду. Утилизация и эффективное использование крупнотоннажных промышленных отходов – одна из наиболее актуальных экологических проблем в Украине [1].

Основным источником загрязнения почвы, воздушного и водного бассейнов в районах размещения производств минеральных удобрений на территории Украины (города Армянск, Сумы, Ровно) является крупнотоннажный промышленный отход – фосфогипс. При сернокислотном методе вскрытия фосфоритовых концентратов на 1 т H_3PO_4 в зависимости от сырья и принятой технологии образуется 4,3–5,8 т фосфогипса. Кроме того, производство минеральных удобрений является источником поступления в окружающую природную среду комплекса соединений сопутствующих элементов (фтор, тяжелые и редкие металлы и др.).

В существующих технологиях производства удобрений недостаточное внимание уделяется очистке сырья от токсичных элементов-примесей – в твердых отходах могут содержаться фтор, мышьяк, стронций, уран, тяжелые и редкие металлы (свинец ванадий и др.), что отри-

цательно влияет на качество почв и в целом на окружающую природную среду.

Проблемы использования фосфогипса становятся все более актуальными по многим причинам, в частности:

- длительное время проблеме утилизации фосфогипса не уделялось должного внимания, что привело к образованию огромных запасов лежалого фосфогипса;
- транспортировка фосфогипса в отвалы и хранение связаны с большими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами;
- для создания отвалов фосфогипса приходится отчуждать большие площади земель, ресурсы которых к настоящему времени исчерпаны;
- хранение фосфогипса в отвалах, даже при их правильной эксплуатации, наносит вред окружающей природной среде.

Авторами изучены физико-химические свойства фосфогипса, образующегося на предприятиях химической промышленности Украины (табл. 1, 2), и сделаны выводы о необходимости удаления или сведения к минимуму соединений, содержащих P_2O_5 , а также снижения содержания радиоактивных соединений.

Фосфогипс – серовато-белый материал, в высушенном виде – мелкодисперсный порошок, который после сушки становится сыпучим, обладая склонностью к образованию комьев, а в условиях длительного хранения в неподвижном слое слеживается. Это создает большие трудности при от-

Таблица 1 – Химический состав фосфогипса

№ образца	Компоненты, %						Влага гигроскопич.	рН водной вытяжки
	SO ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	CuO	P ₂ O ₅		
1	45,7	28,5	0,3	0,1	3,4·10 ⁻³	2,6	15,2	2,91
2	46,8	31,5	0,1	0,1	1,8·10 ⁻³	1,7	15,4	3,30
3	47,9	27,3	Не обн.	<0,1	1,5·10 ⁻³	1,7	12,5	4,03
4	41,3	30,1	0,05	0,3	3,2·10 ⁻³	2,1	15,5	2,80



Таблица 2 – Содержание водорастворимых соединений в фосфогипсе ГАК «Крымский титан»

№ образца	Компоненты, % по массе				
	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	Fe ₂ O ₃
1	0,475	0,028	0,511	1,22	0,002
2	0,756	0,040	0,149	1,06	0,002
3	0,742	–	0,130	1,22	0,003
4	0,662	0,004	0,254	1,07	0,003

грузке отвального фосфогипса и его дозировании при переработке. Фосфогипс проявляет тиксотропные свойства – способность разжижаться при механических воздействиях (вибрации, перемешивании, встряхивании).

Содержание радиоактивных элементов и тяжелых металлов зависит от их концентрации в фосфатном сырье. Среднее содержание фторидов в зависимости от исходного сырья составляет 0,05–0,4 %, влажность – от 30 до 40 % масс. Радиоактивность фосфогипса следует измерять и учитывать в каждом конкретном случае при выборе места складирования и определения возможностей его использования.

Влажный фосфогипс, особенно свежесформованный, проявляет большую коррозионную активность. При его сухом складировании (без предварительной нейтрализации) в атмосферу выделяется в среднем 10 г фтора на 1 т фосфогипса; атмосферными осадками вымывается ~10 % фтора [2]. В странах СНГ фосфогипс хранится только в отвалах и транспортируется в них несколькими способами (ленточными конвейерами, гидротранспортом и др.), в настоящее время наиболее надежным способом считается гидротранспорт.

Использование фосфогипса в качестве вторичного сырья вместо природного гипса дает возможность решить значительную часть экологических проблем производства минеральных удобрений. Фосфогипс представляет особый интерес для районов, где отсутствует природное гипсовое сырье, а также для заводов стройматериалов, расположенных вблизи химических предприятий, имеющих значительное количество этого отхода.

Помимо вышеперечисленных особенностей, фосфогипс отличается содержанием водорастворимых примесей, что требует усложнения схемы его переработки (промывка, нейтрализация и т.д.) по сравнению с переработкой природного гипсового камня. После промывки на фильтрах цеха экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) в свежем фосфогипсе остается от 0,5 до 1,5 % водорастворимого P₂O₅, в структуре дигидрата примерно 0,3–0,4 % P₂O₅ находится в виде гидрофосфат-иона (HPO₄²⁻) – это требует кондиционирования фосфогипса перед применением [3].

Использование фосфогипса в производстве изделий строительной индустрии, а также для получения строитель-

ного гипса является одним из наиболее перспективных направлений. Авторами разработана технологическая схема узла кондиционирования фосфогипса с целью дальнейшей утилизации путем изготовления гипсовых вяжущих и ряда изделий для строительной индустрии (рис. 1). Для кондиционирования отходов лежалого фосфогипса следует применять известковое молоко (с концентрацией извести в пересчете на CaO – 100 г/дм³), приготовленное из извести строительной (ГОСТ 9179-77) с содержанием CaO и MgO в сумме не менее 80 % [4].

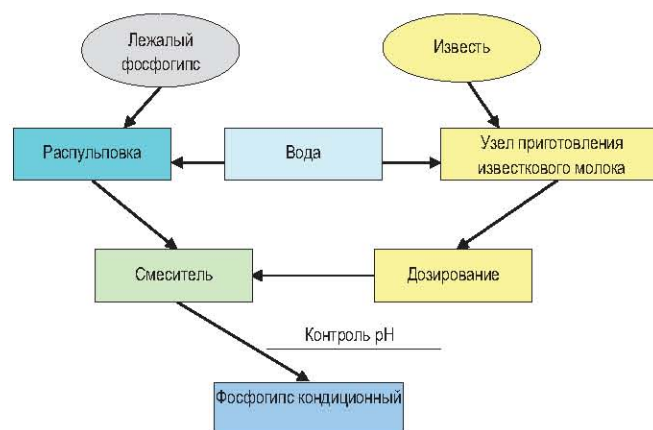


Рисунок 1 – Схема узла кондиционирования фосфогипса

Количество извести, необходимой для кондиционирования лежалого фосфогипса, в среднем, исходя из анализов исходного фосфогипса, не превышает 0,05 % масс. Поэтому наиболее перспективным представляется кондиционирование фосфогипса не в виде отдельной стадии, а непосредственно вслед за его образованием (в конце технологической цепочки основного производства). Также возможно осуществление двух параллельных путей кондиционирования – при образовании и для переработки лежалого фосфогипса [4]. Авторами разработана технологическая схема производства гипсового вяжущего ГВФ 1,2 – ГВФ 4 (рис. 2).

Разработаны также технологические схемы переработки лежалого фосфогипса в процессе производства сухих строительных смесей и стеновых блоков (рис. 3, 4). Проектная мощность производства составляет 10–20 тыс. м³/год, срок окупаемости – 2–3 года [5].

Для производства 1 т сухих гипсовых строительных смесей необходимы: фосфогипс – 0,45–0,5 т; наполнитель (известковая крошка фракции 0–1,25 мм) – 0,45–0,5 т; известь гашеная – 0,01–0,03 т; химические добавки – 0,001–0,003 т; природный газ – 9 м³; электроэнергия – 15 кВт·час; сжатый воздух – 21 м³; дизтопливо – 0,07 кг.

Две последние технологические схемы (рис. 3, 4) представляют собой модули, количество которых может быть увеличено до общей заданной производительности.

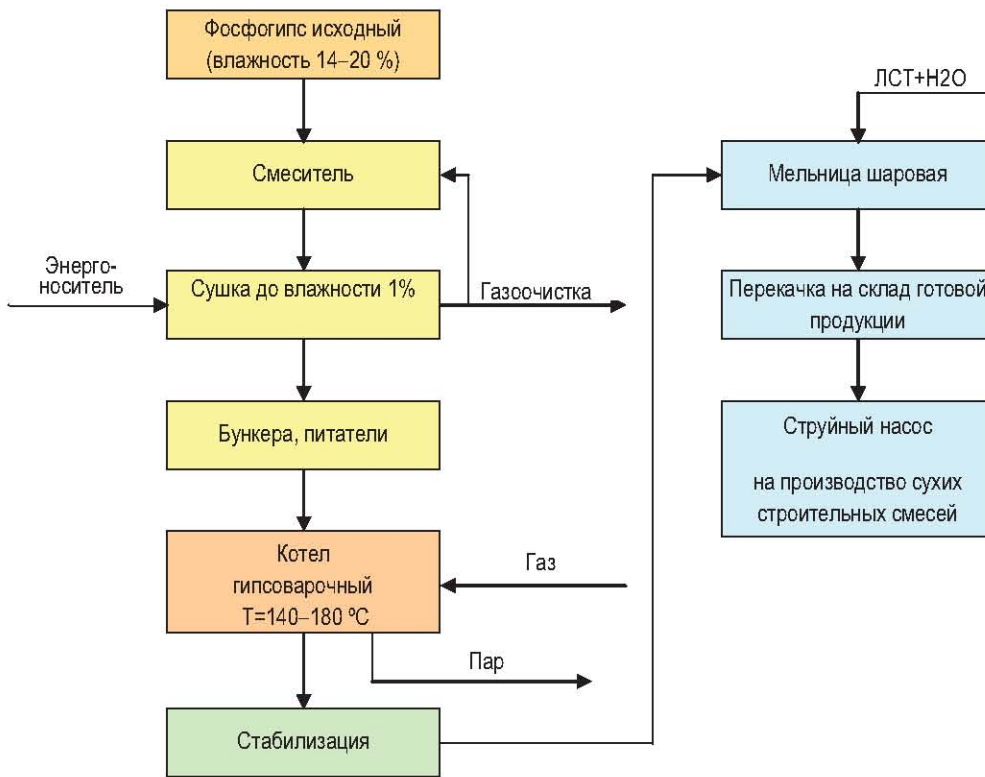


Рисунок 2 – Технологическая схема производства гипсового вяжущего ГВФ 1,2 – ГВФ 4

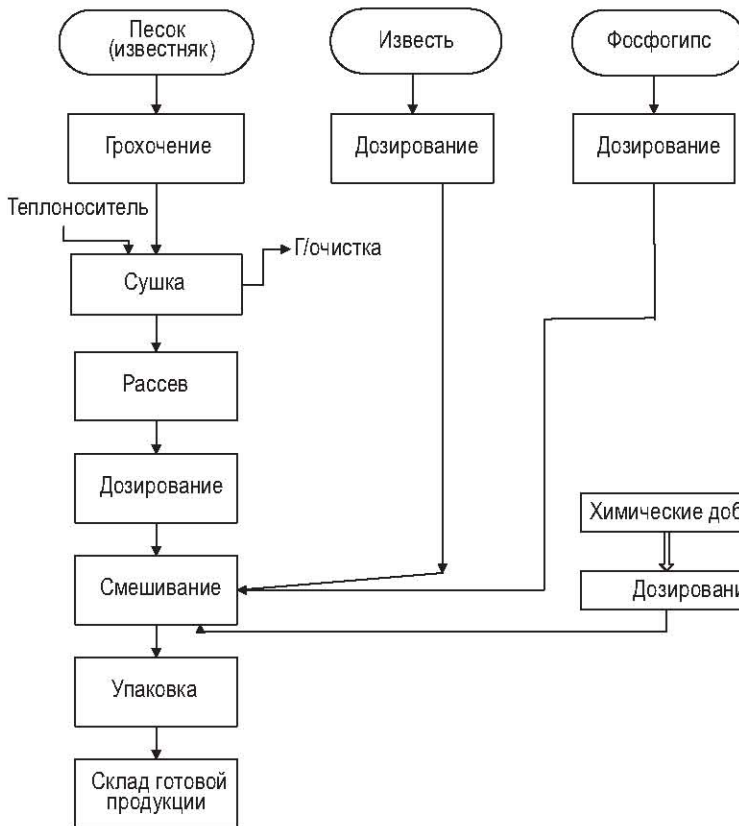


Рисунок 3 – Технологическая схема производства строительных смесей

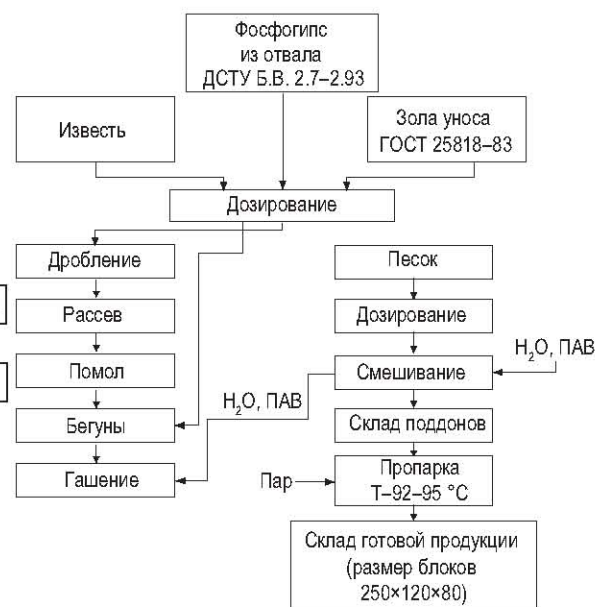


Рисунок 4 – Технологическая схема производства стеновых блоков



сти завода стройматериалов. Все оборудование выпускается предприятиями машиностроительного комплекса Украины и России. Технологические схемы просты, обеспечивают надежную эксплуатацию оборудования и применение автоматизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Парфенов, О.Г.** Фосфорсодержащие удобрения и экология / О.Г. Парфенов. – Новосибирск : ГП НТБ СО АН СССР, 1990. – С. 80–86.
2. Фосфогипс и его исследование / под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Новикова. – М. : Химия, 1990. – 287 с.
3. **Ахмедов, М.А.** Фосфогипс. Исследование и применение / М.А. Ахмедов, Т.А. Атакузиёв. – Ташкент : Фан, 1980. – 299 с.
4. **Касимов, А.М.** Переработка фосфогипса для предприятий стройиндустрии / А.М. Касимов, О.Е. Леонова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 6. – С. 207–209.
5. **Киевский, М.И.** Безотходные технологические схемы химических производств / М.И. Киевский. – К. : Техника, 1987. – 169 с.

Поступила в редакцию 25.01.2011

Розглянуто можливості використання фосфогіпсу – одного з найбільш багатотоннажних відходів підприємств із виробництва мінеральних добрив. Вивчено основні фізико-хімічні властивості фосфогіпсу, запропоновано нові ефективні технології його утилізації.

Possibility of using phosphogypsum – one of the most large-tonnage wastes of mineral fertilizer plants is considered. Basic physical-chemical properties of phosphogypsum are studied; new effective technologies of its recovery are suggested.