

ENERGETIKA. Proceed. of CIS higher edu. institutions and power engineering associations. 2023; 66(4): 322–332.

7. Baraishuk S. et al. The use of hydrogels in mixtures to reduce the transient resistance of the soil-grounding device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 497. – С. 03001.

**УДК 661.685+544.42**

**Василевич С.В., к.т.н., доцент, Юхневич С.Д.**  
*Белорусская государственная академия авиации,  
г. Минск*

## **ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ГЕКСАФТОРСИЛИКАТА НАТРИЯ**

Гексафторсиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  является достаточно ценным продуктом, получению которого посвящены ряд исследований [1–4].  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  в настоящее время широко используется для производства кремния, используемого в различных отраслях народного хозяйства. Спрос на чистый кремний на мировом рынке возрастает в связи с ростом его потребления, например, солнечной энергетикой и электроникой.

В [5] приведено описание способа получения кремния – диссоциация  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  на  $\text{SiF}_4$  и  $\text{NaF}$  с последующим восстановлением  $\text{SiF}_4$  натрием. Описание способа и устройства для переработки гексафторсиликата натрия дано в [6]. Данное устройство предназначено для утилизации вторичных продуктов переработки апатита в процессе производства фосфорных удобрений, в частности гексафторсиликата натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , с получением тетрафторида кремния  $\text{SiF}_4$  и фторида натрия  $\text{NaF}$ .

Недостатками известных устройств для переработки гексафторсиликата натрия [6] является отсутствие процесса псевдоожигания, что приводит к пассивации реакции по мере реагирования верхних слоев, содержащегося в устройстве гексафторсиликата натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , а также делает невозможным непрерывный процесс термического разложения гексафторсиликата натрия. Для устранения указанных недостатков может использоваться реактор с кипящим слоем, схема которого приведена на рисунке.

Реактор с кипящим слоем включает в себя камеру газификации 1 с кипящим слоем 2, соединенную с охлаждаемым диффузором 3, который имеет такое же входное сечение, как камера газификации 1, выходной патрубок 4 меньшего сечения, чем входное. К выходному патрубку 4 крепится фильтр 10 и баллон-конденсатор 11. В нижней части камера газификации 1 соединена с системой 7 подачи псевдоожижающего агента (воздуходувкой). К боковой поверхности камеры газификации 1 присоединена система 9 подачи дисперсного материала. Охлаждаемый диффузор 3 соединен через отводящий патрубок 5, направленный вниз, с бункером 6 сбора прореагировавшего дисперсного материала. Камера газификации 1 снабжена наружным электрическим нагревателем 8.

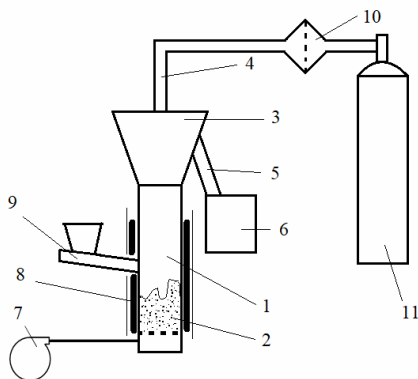


Рис. 1 – Схема реактора с кипящим слоем

Предварительно в камеру газификации подают дисперсный материал (гексафторсиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) через систему подачи дисперсного материала. Кипящий слой создается за счет псевдоожижения дисперсного материала воздухом, подаваемым через систему подачи псевдоожижающего агента. Выводят реактор с кипящим слоем на стационарный тепловой режим. После достижения температур порядка  $650^\circ\text{C}$  и выше дисперсный материал разлагается с получением газообразного тетрафорида кремния  $\text{SiF}_4$  и твердого фторида натрия  $\text{NaF}$ . Прореагировавший дисперсный материал (фторид натрия  $\text{NaF}$ ) обладает почти вдвое меньшей плотностью, чем исходный дисперсный материал (гексафторсиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), поэтому выносится с газами в охлаждаемый диф-

фузор 3. Отделенные от газа частицы падают вдоль стенок охлаждаемого диффузора 3 в отводящий патрубок 5 и поступают в бункер 6 сбора прореагировавшего дисперсного материала. Газообразный тетрафторид кремния  $\text{SiF}_4$  выводится с псевдоожиженным агентом через выходной патрубок 4 и фильтр 10 в баллон-конденсатор 11. Одновременно с этим через систему 9 подачи дисперсного материала непрерывно подают исходный дисперсный материал (гексафторсиликат натрия  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), пополняя материал кипящего слоя. Таким образом, обеспечивается непрерывный отвод прореагировавшего дисперсного материала и пополнения исходного дисперсного материала, что исключает необходимость остановки работы реактора с кипящим слоем, или переключения (изменения) режимов его работы для выгрузки/загрузки дисперсного материала слоя.

#### Список использованных источников

1. Leal-Cruz A. L., Pech-Canul M. I. Thermodynamics and Kinetics of  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  Decomposition in the Synthesis of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  via the Hybrid Precursor System (HYSYCVD). *Advances in technology of materials and materials processing journal*, 2007, vol. 9, no.5, pp. 153.
2. Kashiwaya, Y., Cramb, A.W. Kinetics of formation and dissociation of  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ . *Metall Mater Trans B* 33, 129–136 (2002). <https://doi.org/10.1007/s11663-002-0093-3>.
3. Kumar M., Babu M. N., Mankhand T.R., Pandey B.D. Precipitation of sodium silicofluoride ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) and cryolite ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) from HF/HCl leach liquors of alumino-silicates. *Hydrometallurgy* 104 (2010) 304–307.
4. Soltani N., Pech-Canul M.I., Ganzalez L.A., Bahrami A. Mechanism and Parameters Controlling the Decomposition Kinetics of  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  Powder to  $\text{SiF}_4$ . *International Journal of Chemical Kinetics* 48(7). 2016. 1-17.
5. Орлова Е.А., Загребав С.А., Орлов М.А., Козлов Ф.А., Алексеев В.В., Дробышев А.В., Жмури В.Г., Засорин И.И., Козлова Н.А. Получение кремния из отходов фосфатного производства ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) / Краткие сообщения по физике ФИАН. – №10. – 2010. – Обнинск. – С. 41–45.
6. Патент RU № 2331582 C2. Способ и устройство для переработки кремнефторида натрия. Авторы Степаненко В.Н., Степаненко Н.В., Телущенко Е.А. 20.08.2008.