

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.039.73.666

УЛАВЛИВАНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА РАСТВОРАМИ КАРБАМИДА ПРИ ОСТЕКЛЫВАНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Устинов О.А., Якунин С.А. (ГНЦ РФ — ВНИИНМ им. А.А. Бочвара),
Бельтюков В.А., Пятин Н.П., Истомин И.А., Казакова И.А.,
Коломиец А.П., Просвирнин Н.Н. (ПО «Маяк»)

В процессе остекловывания жидких радиоактивных отходов в газовую фазу выделяются оксиды азота. Их улавливание водой в абсорбционной колонне не позволяет снизить объемную долю NO_x в выбросах более чем до 0,7—1 %. Наиболее простым способом повышения эффективности действующего оборудования является использование для орошения водного раствора карбамида. Имеется авторское свидетельство на такой способ [1]. Приводятся сведения о процессе норск-гидро, внедренном на трех заводах по производству азотной кислоты в Норвегии: в результате использования растворов карбамида концентрация оксидов азота в отходящих газах снижается на 44% [2].

Описана установка для очистки газовых выбросов в объеме 25 м³/с раствором карбамида в противоточном абсорбере с насадкой, выполненной из 70 слоев тканой металлической сетки. Эффективность очистки более 90% [3].

Карбамидный способ очистки проверен на опытно-промышленной установке на Змиевской ГРЭС, и достигнута эффективность очистки от оксидов азота 98% [4].

В цехе остекловывания высокоактивных отходов ПО «Маяк» на действующей абсорбционной колонне диаметром 2, высотой 5 м с 11 охлаждаемыми тарелками проверена технология улавливания оксидов азота водными растворами карбамида.

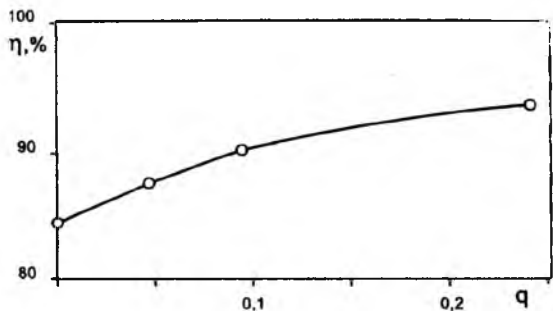
В рабочем режиме в колонну поступают газы объемом 0,028—0,042 м³/с, температурой 293—313 К. Одновременно непосредственно в колонну поддувают воздух со скоростью 0,014±0,01 м³/с при расходе орошающей жидкости 0,022—0,028 дм³/с.

В испытаниях использовали растворы карбамида концентрацией 10, 20,7 и 32,1 кг/м³. В отходящих газах анализировали содержание диоксида азота, который определяли поглощением водой в пипетке Зегера и алкалиметрическим титрованием образующейся кислоты. Относительная погрешность анализа составляет ±20%, чувствительность определения объемной доли 0,02%.

Средняя эффективность улавливания диоксида азота и ее зависимость от концентрации карбамида представлены в таблице, откуда видно, что с увеличением концентрации карбамида эффективность газоочистки возрастает. Из графика зависимости эффективности от удельного расхода карбамида (см. рисунок) можно заключить, что достигнуть эффективности выше 95% маловероятно. Концентрация азотной кислоты, выходящей из абсорбционной колонны, составляла в среднем 150 кг/м³.

Эффективность улавливания диоксида азота водными растворами карбамида
в абсорбционной колонне, %

Исходное содержание карбамида, кг/м ³	Объемная доля диоксида азота, %		Эффективность улавливания, %	CO(NH ₂) ₂ :NO ₂ массовое/мольное
	на входе	на выходе		
0	5,45±0,68	0,89±0,23	84,5±2,7	0
10	5,21±0,56	0,68±0,07	87,6±2,3	0,048/0,035
20,7	5,53±0,40	0,57±0,19	90,6±1,9	0,094/0,07
32,1	3,36±0,43	0,24±0,06	92,9±1,3	0,24/0,11



Зависимость эффективности улавливания диоксида азота (η) от удельного расхода карбамида $m\text{CO}(\text{NH}_2)_2/m\text{NO}_2$ (q)

При сравнении с данными работы [5] следует, что степень абсорбции N_2O_3 и $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2$ в лабораторной колонке водными растворами $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ также выходит на плато при концентрации карбоната в растворе 50 кг/м^3 .

Таким образом, применение водного раствора карбамида в абсорбционной тарельчатой колонне повышает эффективность улавливания оксидов азота, однако для обеспечения санитарных уровней очистки выходящих из колонны газов от оксидов азота потребуются дополнительные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганз С.Н., Кузнецов И.Е. Способ очистки газов от оксидов азота. А.с. СССР № 186985, МКИ С01В, кл. 12 i, 21/20, заявл. 19.3.1965, опубл. 11.10.1966.
2. Urea as a pollutant control agent. — Nitrogen, 1975, № 93, p. 32—37.
3. Кучеров А.А., Зайцев В.А. Очистка отходящих газов от оксидов азота и некоторых других токсичных веществ. — Хим. пром., 1988, № 9, с. 536—538.
4. Зайцев В.А., Кучеров А.А., Пятин Т.Б., Коваленко А.П. Очистка дымовых газов тепловых электростанций. — Там же, 1993, № 3—4, с. 39—47.
5. Атрощенко В.И., Гушин Б.Н. Кинетика абсорбции окислов азота растворами карбоната аммония. — Журн. прикл. химии, 1966, т. 39, № 12, с. 2627—2633.

Поступило в Редакцию 12.07.96

УДК 621.039.58

НЕЙТРОНОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ И КАРБИДА БОРА ДЛЯ ОРГАНОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТОРА

Карумидзе Г.С. (Ин-т стабильных изотопов им. И. Гвердцители, Республика Грузия)

Безопасность ядерной энергетики повышается благодаря пассивным системам, суть которых заключается в том, что в них используется конструкционная особенность или физическое свойство материала, не накладывающие ограничения на работу реактора, и их противодействие в аварийной ситуации начинается самопроизвольно в результате ее возникновения [1].

Во многих ядерных центрах проводятся работы как по разработке новых нейтронопоглощающих материалов для пэлов, так и по усовершенствованию конструкции органов регулирования — регулирующих стержней и выгорающих поглотителей [2]. Некоторые из таких исследований направлены на возможность совмещения функции регулирования с другими функциями (например, производство радиоактивных изотопов), повышение радиационной стойкости, уменьшение наведенной радиоактивности, создание «ловушек» нейтронов и т.д. Естественно, что основным требованием является надежное регулирование реактивности ядерной установки. В предлагаемой работе рассматривается возможность применения в качестве пэлов соединений кремния с различными элементами, а также карбида бора, модифицированного ^{10}B .

Известно, что кремний обладает хорошими физико-механическими и теплофизическими свойствами (высокая твердость и прочность, температурная, коррозионная и радиационная стойкость и т.д.). Изделия из него можно относительно просто получить методом Чохральского различного диаметра $20 \leq d \leq 300 \text{ мм}$ и высотой $\sim 1 \text{ м}$. В процессе выращивания кремний легко легируется многими элементами (В, In, Ga, Li, As, Mn, Ca, Ag и др.), с которыми образует твердые растворы. Концентрация легирующей примеси варьируется в широком диапазоне $10^{15} \leq n \leq 10^{21} \text{ см}^{-3}$, при этом ее можно регулировать по высоте [3]. Сечение захвата нейтронов природным кремнием составляет $0,13 \text{ б}$ и в основном обусловлено ^{30}Si , содержание которого в естественной смеси составляет $3,04\%$, $\sigma_c = 0,46 \text{ б}$ [4]. Зависимость сечения захвата нейтронов от энергии идентична зависимости сечения захвата бора, т.е. $\sigma_c \sim 1/\nu$ и является гладкой функцией до энергии 10^4 эВ [4]. Таким образом, компенсирующая способность пэлов на основе кремния будет определяться введенным элементом. Перспективными могут стать пэлы на основе кремния, легированного бором,