

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТИЛА В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА

© 2014 А.М. Пыжов, И.К. Кукушкин, А.В. Стрелкова, О.В. Пожидаев, М.А. Янова,¹ Я.С. Попов,² П.П. Пурьгин³

В данной статье представлены результаты исследований по экспериментальной оценке возможности переработки отходов производства тротила в пеностекло. Авторами впервые экспериментально показано, что существует реальная возможность использования отходов в качестве исходного сырья для получения силикатного стекла, которое, в свою очередь, используется для изготовления силикатного пеностекла — одного из наиболее эффективных и экологически чистых современных теплоизоляционных материалов. Исходная сырьевая шихта, используемая для изготовления силикатного стекла, на треть состоит из отходов, что значительно снижает стоимость получаемого пеностекла.

Для очистки газообразных выбросов, образующихся при изготовлении исходного силикатного стекла от оксидов азота, впервые предложен эффективный термический способ их обезвреживания на основе активных углей. Экспериментально показано, что максимально возможная степень очистки ($\approx 98\%$) в предлагаемом способе может быть достигнута при 580–600 °С.

Ключевые слова: очистка тротила-сырца, отходы производства тротила, сульфитный щелок, сульфатсодержащая зола, способы переработки и утилизации, силикатные материалы, силикатное стекло, пеностекло, активный уголь, обезвреживание оксидов азота.

Введение

В настоящее время суммарное количество промышленных отходов на нашей планете по оценкам различных экспертов достигло рекордных величин. В своей книге [1] Робин Мюррей, признанный в мире экономист с большим опытом научной и практической работы, более 10 лет занимающийся развитием экологических

¹Пыжов Александр Михайлович (argel33@mail.ru), Кукушкин Иван Куприянович (prof_kik@mail.ru), Стрелкова Анастасия Владимировна (tolkova.n@mail.ru), Пожидаев Олег Владимирович (var_xtoca@mail.ru), кафедра химии и технологии органических соединений азота Самарского государственного технического университета; Янова Мария Александровна (mashechka2001@mail.ru), методический отдел Самарского государственного технического университета, 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

²Попов Ярослав Сергеевич (aeqvitass@rambler.ru), РКЦ "ЦСКБ-ПРОГРЕСС", 443009, Российская Федерация, г. Самара, ул.Земеца, 18.

³Пурьгин Петр Петрович (Purygin2002@mail.ru), кафедра органической, биоорганической и медицинской химии Самарского государственного университета, 443011, Российская Федерация, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

производств в США и Великобритании, так выразил свое отношение к современной проблеме отходов: "Отходы вдруг стали проблемой, которая слишком важна, чтобы ее можно было оставить на откуп индустрии отходов... Напротив, проблема отходов наравне с проблемами, связанными с энергией и водой, сегодня считается всеобщей, связанной с каждым сектором экономики. В связи с отходами встает вопрос... о расточительности, с которой в массовом производстве используются невозобновляемые ресурсы". В той же работе Робин Мюррей, подводя итог своим исследованиям, формулирует общемировое отношение к проблеме отходов: "Если рассматривать отходы как загрязняющие вещества, то за ними требуется контроль. Если рассматривать отходы как источник энергии и материалов, то требуются альтернативные решения".

Иллюстрацией выводов Мюррея является ситуация, которая сложилась в сфере обращения с отходами производств энергонасыщенных соединений, в частности, производства тротила. До последнего времени тротил являлся одним из основных бризантных взрывчатых веществ (БВВ), используемых для снаряжения боеприпасов и изготовления промышленных взрывчатых составов. Объем производства тротила на отечественных заводах достигал до 40 тыс. тонн в год [2]. Разработка и внедрение в производство новых, более эффективных энергонасыщенных соединений привела к значительному снижению объема выпуска тротила. Но, несмотря на это, модернизация производства тротила является по-прежнему актуальной, поскольку он широко применяется в промышленных взрывчатых композициях, а также может быть использован и в качестве многоцелевого химического сырья в различных органических синтезах. На основе тротила могут быть получены многочисленные полупродукты для красителей, лекарственных препаратов, средств защиты растений и т. п. Поэтому использование отходов производства тротила для изготовления полезных материалов позволит сделать процесс получения тротила не только безотходным, но и обеспечить экономию природного или искусственного сырья. Кроме того, переработка отходов позволяет освободить земельные участки, занятые захороненными отходами, и исключает в дальнейшем затраты на их захоронение, стоимость которых в 5–6 раз выше стоимости захоронения отходов на обычных коммунальных свалках [3].

Переработка отходов производства тротила в силикатное пеностекло

В связи с тем, что Россия относится к числу стран с холодным климатом, проблема теплоизоляции различных строительных объектов на всей территории государства всегда стояла довольно остро, несмотря на то что появляются новые типы теплоизоляционных материалов. Это — пенопласт, пенополиуретан, монтажные быстротвердеющие пены, газобетон, стекловата, керамзит и т. п. Но все они по тем или иным параметрам уступают пеностеклу. Пеностекло представляет собой легкий пористый материал из стекла с равномерно распределенными ячейками (порами) диаметром 0,1–6 мм, разделенными тонкими стенками [4]. В промышленности для изготовления пеностекольных плит и блоков применяют в основном порошковый способ, который заключается в спекании смеси из тонкомолотого стекольного порошка с газообразователем [5]. В качестве газообразователей могут быть использованы углеродные вещества (кокс, коксик, сажа), различные карбонаты (известняк, мрамор, доломит), пиролюзит и многие другие [4]. В отличие от

ячеистых газонаполненных полимерных материалов, пеностекло устойчиво к химически и биологически активным средам, а также к термическому воздействию.

Для получения пеностекла используются различные составы, смеси, композиции и ингредиенты. Существуют также и различные способы изготовления пеностекла. Так, например, один из распространенных способов изготовления пеностекла основан на применении в качестве исходной стекломассы боя силикатного стекла [6]. Достоинством такого способа является дешевое исходное сырье, а недостатки — сложность сбора и подготовки стеклобоя, невысокое качество пеностекла из-за непостоянства состава стеклобоя. Поэтому, наиболее эффективным способом изготовления пеностекла может быть способ, основанный на применении специальной стекломассы определенного и постоянного состава [7]. Достоинства способа: высокое качество пеностекла; недостатки: высокая стоимость готовой продукции.

С целью снижения стоимости пеностекла авторами впервые была предпринята попытка использования отходов производства тротила для изготовления этого ячеистого материала.

Основным отходом тротилового производства являются сульфитные щелока, образующиеся при сульфитной очистке тринитротолуола-сырца от вредных примесей [2]. Количество образующихся сульфитных щелоков составляет около $0,5 \text{ м}^3$ на каждую тонну полученного тротила. Сульфитные щелока представляют собой раствор нитропродукта и неорганических солей натрия в воде и поэтому являются токсичными. В среднем в такой воде содержится до 80–90 кг токсогена на 1 тонну тротила. В настоящее время в действующее производство тротила внедрена безопасная технология обезвреживания сульфитных щелоков путем их предварительного упаривания и последующего сжигания. Образующаяся при этом сульфатсодержащая зола вывозится в отвалы или складывается в хранилища. Подобный способ обезвреживания отходов производства тротила привел к появлению твердой сульфатсодержащей золы, которая под воздействием атмосферных осадков (при ненадлежащем хранении) может превращаться в токсичные стоки, загрязняющие грунтовые воды.

Все существующие способы утилизации и переработки отходов производства тротила — сульфитных щелоков и сульфатсодержащей золы, как правило, ориентированы на использование одного из компонентов, содержание которого в отходах максимально — сульфата натрия. В соответствии с ТУ 3.75 10103-13-90 массовая доля сульфата натрия в золе составляет 71–92 % (табл. 1). Однако практика показала, что присутствующие в золе другие компоненты (NaCl, Na₂S, сажа), как правило, снижают качество целевого материала. Авторами было показано, что материалом, при изготовлении которого могли бы использоваться все компоненты отходов, является силикатное стекло. В этом случае возможно получение материала не только без снижения его традиционного качества, но и с повышением последнего.

С целью снижения себестоимости пеностекла авторами было предложено для его изготовления использовать силикатное стекло, полученное из отходов производства тротила [9].

Современное силикатное стекло изготавливается на основе сырьевых материалов, которые подразделяются на главные и вспомогательные. К главным сырьевым материалам относятся вещества, с помощью которых в стекло вводятся кислотные, щелочные и щелочно-земельные оксиды, являющиеся основой состава современных стекол. К вспомогательным сырьевым материалам относятся различные вещества, которые применяются для улучшения качества стекломассы, ее окрашивания и глушения, а также для ускорения времени ее изготовления [4].

Основу химического состава силикатных промышленных стекол — оконных, архитектурно-строительных, тарных и других — составляют различные сочетания оксидов Na_2O , CaO , SiO_2 . Кроме того, для снижения склонности к кристаллизации и повышения химической стойкости стекол в их состав дополнительно вводят оксиды магния и алюминия. Так, например, еще в середине 30-х годов И.И. Китайгородским было разработано и внедрено в промышленность алюмо-магнезиальное стекло состава, масс. %: SiO_2 71,5...72; Al_2O_3 1,5; CaO 8...8,5; Na_2O 15; MgO 3,5 [10].

Для введения в состав стекла оксида натрия используют карбонат натрия или сульфат натрия. В связи с этим существуют два варианта стекольных шихт, содержащих сульфат натрия.

Сульфатная шихта — это оксид натрия целиком или в количестве более 25 % вводится в шихту с помощью сульфата натрия [10]. Однако процесс изготовления стекла из сульфатной шихты становится более продолжительным и требует более высоких температур. В этом случае для ускорения процесса силикатообразования и снижения температуры прибегают к предварительному разложению сульфата натрия до оксида натрия. Для этого в стекольную шихту вводят некоторое количество каменного или древесного угля, древесных опилок или стружек [4] или каких-либо органических веществ [11]. К способу получения стекла из сульфатной шихты прибегают в случае необходимости снижения стоимости производства продукции, поскольку исходный сульфат натрия является дешевым заменителем соды.

В настоящее время, как правило, для изготовления силикатного стекла используется содово-сульфатная шихта. В этом случае в стекломассу вводится 80–95 % оксида натрия с помощью кальцинированной соды, остальное — с помощью сульфата натрия, который играет роль осветлителя [10]. Основным недостатком изготовления стекла из подобной шихты являются относительно высокая стоимость соды и ее дефицитность, поскольку сода является сырьем, имеющим огромный спрос со стороны различных отраслей промышленности [12], и необходимость использования дополнительного углеродного топлива.

По мнению авторов, эффективная возможность применения отходов производства тротила при изготовлении силикатного стекла обусловлена следующими причинами:

- все компоненты отходов используются при промышленном изготовлении силикатного стекла;

- наличие в отходах веществ — ускорителей, осветлителей и красителей в составе отходов (Na_2SO_4 , NaCl , Fe_2O_3 , H_2O), используемых в промышленности для снижения энергозатрат, повышения однородности и окраски стекломассы;

- наличие в отходах углеродсодержащих компонентов — сажи (сульфатсодержащая зола) и органических соединений (сульфитный щелок), используемых в промышленных технологиях для восстановления сульфата натрия в оксид натрия в процессе плавки шихты;

- высокая дисперсность и однородность отходов;

- низкая стоимость стекольной шихты на основе отходов.

Лабораторными исследованиями впервые были подтверждены предположения авторов об эффективной возможности использования отходов производства тротила при изготовлении силикатного стекла. В лабораторных условиях были изготовлены образцы силикатных стекол, качество которого было выше качества стекла, полученного на основе традиционных материалов [9]. На способ утили-

зации отходов производства тротила при изготовлении силикатного стекла был получен патент на изобретение РФ № Патент РФ № 2494982 "Шихта для получения стекла" [13].

Для экспериментальной проверки предложения авторов о возможности использования силикатного стекла, полученного из отходов производства тротила для изготовления пеностекла, были изготовлены образцы стекломассы на основе традиционных материалов и на основе отходов производства тротила. Для изготовления стекол использовалось традиционное сырье — кварцевый песок, сода, сульфат натрия, доломит, каолинистая глина, мел, древесный уголь БАУ и текущие отходы тротилового производства. Сырьевые шихты во всех случаях рассчитывались на получение алюмомагнезильного стекла состава, масс. %: SiO_2 — 72,0; CaO — 7,0; MgO — 3,0; Al_2O_3 — 1,5; Na_2O — 16,5 [8].

Получение образцов стекол проводили в лабораторной шахтной печи типа ШП-1 при температуре 1350–1400 °С и выдержке при максимальной температуре 30 мин. Качество полученных образцов стекла оценивали по удельной плотности, растворимости в воде, цвету и однородности. Как было показано, качество стекол, полученных из отходов производства тротила и традиционных материалов, практически одинаково. Полученные образцы силикатных стекол были использованы для получения пеностекла. Пеностекло изготавливали порошковым способом. Процесс изготовления пеностекла состоял в следующем: образцы силикатных стекол измельчали до частиц диаметром 0,2 мм и менее. В качестве газообразователя использовали доломит в количестве 2 % от общей массы шихты, который также измельчали и отсеивали, используя фракцию 0,2 мм и менее. Подготовленные таким образом компоненты после взвешивания тщательно перемешивали, после чего полученную шихту загружали в стальную форму. На внутреннюю поверхность стальной формы тщательно наносили тонкий пастообразный слой влажной каолинистой глины (1,5–2 мм). После обмазки формы глиной ее подсушивали в печи при температуре 300–350 °С в течение 10–15 минут. После сушки формы ее наполняли шихтой, закрывали и помещали в печь при температуре 400–450 °С. В течение 15 минут ее нагревали до 800–820 °С, после чего нагрев прекращали и давали выдержку 10 минут. Затем форму извлекали из печи и оставляли до полного охлаждения (около 90 мин) при комнатной температуре.

Таблица 1

Химический состав сульфатсодержащей золы-отхода тротилового производства (ТУ 3.75 10103-13-90)

Компонент	Содержание компонентов, %
Сульфат натрия	71–92
Карбонат натрия	9–23
Сернистые соединения, в пересчете на сульфид натрия	1–3
Хлориды, в пересчете на хлорид натрия	1–1,5
Сажа	1–5,8
Вода, не более	3,0

В результате проведенных экспериментов были получены образцы пеностекла на основе стекол, изготовленных из отходов производства тротила и традиционных материалов. Качество образцов полученного пеностекла приведено в табл. 2. Качество образцов пеностекла, изготовленных на основе стекла, полученного из традиционных материалов (шихта 2), и стекла, изготовленного на основе отходов

(шихты 1), практически совпадают. Однако небольшие отличия в характеристиках образцов пеностекла имеются. Так, образцы пеностекла, полученные на основе отхода тротила (шихты 1), все-таки имеют несколько лучшее качество, чем образцы, полученные по традиционным технологиям (шихта 2).

Таблица 2

Качество образцов пеностекла, изготовленных на основе стекол из отходов производства тротила, традиционных материалов и бутылочного стекла

№ шихты/ название шихты	Предел прочности при сжатии, МПа (кг/см ²)	Удельная плотность, г/см ³	Водопогло- щение, %	Структу- ра
1/из стекла на основе отходов тротила	5,89 (58,9) 5,15 (51,5)	0,32 0,39	10,5 6,0	Средние поры
2/из стекла на основе традиционного сырья	5,27 (52,7) 4,85 (48,5)	0,38 0,42	12,0 17,0	Крупные поры

Характеристики образцов пеностекла, полученных из отходов и из традиционных материалов, соответствуют основным характеристикам промышленных образцов пеностекла, изготавливаемого для теплоизоляционно-конструкционных блоков (Изделия и материалы из пеностекла. Технические условия ТУ 5914-001-73893595-2005. Разработаны в ЗАО "Пермское производство пено-силикатов").

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что силикатное пеностекло, изготовленное из отходов производства тротила, может быть с успехом использовано в промышленности при изготовлении теплоизоляционно-конструкционных силикатных изделий, имеющих меньшую себестоимость по сравнению с традиционными образцами, но с сохранением традиционного качества.

Обезвреживание оксидов азота

В процессе плавки стекольной шихты при прохождении реакций стеклообразования происходит образование токсичных газообразных веществ, например, таких как SO₂. Традиционные производства стекла, как правило, оснащены оборудованием для улавливания и обезвреживания газовых выбросов SO₂ с помощью абсорберов с поглотительным раствором щелочи. Однако использование сульфитных щелоков при изготовлении стекла будет приводить к появлению небольшого количества высокотоксичных оксидов азота состава NO_x. Диоксид азота (NO₂) очень хорошо взаимодействует со щелочными растворами с образованием солей азотистой кислоты, однако другие оксиды азота практически не взаимодействуют с традиционными поглотительными растворами.

Для удаления оксидов азота из газовых выбросов в процессах плавки стекольных шихт, содержащих отходы производства тротила, нами было предложено применение достаточно эффективного способа их обезвреживания с помощью активных углей в термическом режиме. Данный способ обезвреживания оксидов азота основан на их превращении в диоксид углерода — малотоксичное вещество. Тра-

диционно активные угли весьма эффективно применяются в различных технологиях, где достижение конечного результата невозможно без процессов физической адсорбции. В этих процессах адсорбируемое соединение не подвергается химическому изменению, а сами адсорбционные процессы наиболее эффективно протекают при пониженных, нормальных температурах [14]. Авторами предложено нетрадиционное применение активных углей в качестве восстановителя, катализатора и носителя с высокопористой структурой в термokatалитических процессах обезвреживания оксидов азота в газообразных потоках.

Проверку эффективности очистки газовой смеси от оксидов азота производили следующим образом. Испытуемый образец угля насыпали на слой кварцевой крошки, которая находилась в реакторе — кварцевой трубке. Реактор помещался в трубчатую электропечь, с помощью которой устанавливалась необходимая температура нагрева газовой смеси и угля. Оксиды азота смешивались с атмосферным воздухом и поступали снизу в реактор, затем проходили через нагретые до определенной температуры слои кварцевой крошки и угля и, выходя из реактора, поступали в поглотительный раствор. Содержание оксидов азота в газовой смеси во всех экспериментах оставалось постоянным и составляло 10 об. %. Очищенная газовая смесь анализировалась на содержание диоксида углерода, после чего полученный результат сравнивался с теоретически возможным, и рассчитывалась степень очистки газов от оксидов азота.

Результаты опытов подтвердили влияние активности углей на степень очистки газовых смесей от оксидов азота. Величина степени очистки газов от оксидов азота, равная 94–96 %, при использовании активного угля с высокой адсорбционной способностью была достигнута уже при 380–400 °С, а максимально возможная степень очистки (≈ 98 %) в предлагаемом способе была достигнута при 580–600 °С. Таким образом, была подтверждена возможность эффективного использования активных углей для очистки газовых выбросов от оксидов азота при температурах до 600 °С. Дополнение процессов получения стекла подобными недорогими установками обезвреживания газовых выбросов от оксидов азота позволит внедрить в промышленность эффективный способ утилизации отходов производства тротила при изготовлении стекла.

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили предположение авторов о том, что отходы производства тротила могут быть достаточно эффективно использованы в качестве сырья при изготовлении таких материалов, как силикатное стекло и пеностекло. Суммарное содержание отходов тротилового производства в составе шихты, используемой для получения опытных силикатных материалов, составляет более 35 %, что значительно удешевляет весь процесс их получения и позволяет полностью утилизировать отходы тротилового производства.

Литература

- [1] Мюррей Р. Цель — Zero Waste / пер. с англ. М.: ОМННО "Совет Гринпис", 2004. 232 с.
- [2] Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. М.: Химия, 1973. 688 с.

- [3] Общая химическая технология: учебник для химико-техн. спец. вузов: в 2 ч. Ч. 1. Важнейшие химические производства / И.П. Мухленов [и др.]; под ред И.П. Мухленова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1984. 263 с.
- [4] Бутт Л.М., Полляк В.В. Технология стекла. М.: Госстройиздат, 1960. С. 304.
- [5] Стекло: справочник / А.А. Аппен [и др.]; под ред. Н.М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1973. 487 с. (С. 164)
- [6] Шилл Ф. Пеностекло. М.: Изд-во литературы по строительству, 1965, С. 15–19.
- [7] Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника, 1975, С. 204–211.
- [8] Темкин Б.С. Технология стекла и стеклоизделий. М.: Ростехиздат, 1962. 460 с.
- [9] Обезвреживание, утилизация и переработка отходов производства тринитротолуола. Вестник Самарского государственного университета / К.М. Иоганов [и др.] // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. 2013. № 6(107). С. 153–165.
- [10] Химическая технология стекла и ситаллов / М.В. Артамонова [и др.] / под ред. Н.М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. 432 с.
- [11] Григорьев П.Н., Матвеев М.А. Растворимое стекло: получение, свойства и применение. М.: Гос. изд-во лит-ры по строит. материалам, 1956. 443 с.
- [12] Кукушкин Ю.Н. Химия вокруг нас: справ. пособие. М.: Высш. шк., 1992. 192 с.
- [13] Шихта для получения стекла: пат. 2494982 Рос. Федерация. № 2012110851/03: заявл. 21.03.2012; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 28.
- [14] Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение / пер. с нем. Л.: Химия, 1984. 216 с.

References

- [1] Purpose — Zero Waste. M., OMNNO "Greenpeace Council", 2004. 232 p.
- [2] Orlova E.Yu. Chemistry and technology of disruptive explosives. M., Khimia, 1973, 688 p. [in Russian]
- [3] General chemical engineering. Textbook for chemical and technological special universities in 2 Volumes. Volume The most important chemical productions. I.P. Mukhlenov [et al.], 4th edition, revised and enlarged. M., Vysshaiia shkola, 1984, 256 p. [in Russian]
- [4] Butt L.M., Pollyak. Glass Processing. M., Gosstroiiizdat, 1960, p. 304. [in Russian]
- [5] Glass. Reference book. A.A. Appen [et al.]. N.M. Pavlushkin [ed.] M., Stroiizdat, 1973, 487 p. [in Russian]
- [6] Shill F. Foam glass. M., Izd-vo literatury po stroitel'stvu, 1965, p. 15–19. [in Russian]
- [7] Demidovich B.K. Foam glass. Minsk, Nauka i tekhnika, 1975, pp. 204–211. [in Russian]
- [8] Tyemkin B.S. The technology of glass and glass objects. M., Rostekhizdat, 1962, 460 p. [in Russian]
- [9] Ioganov K.M., Kukushkin I.K., Pyzhov A.M. [et al.]. Disposal, recycling and waste processing of production of TNT, *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvennonauchnainia* [*Vestnik of Samara State University. Natural science series*], 2013, no.6 (107), p.153-165. [in Russian].
- [10] Chemical technology of glass and glass-ceramics. Artamonova M.V., Aslanova M.S., I.M. Buzhinskiy [et al.]. M., Stroiizdat, 1983, 432 p. [in Russian].
- [11] Grigoriev P.N., Matveev M.A. Soluble glass: preparation, properties and application. M., Gos. izd-vo literatury po stroitel'nyim materialam, 1956, 443 p. [in Russian].

- [12] Kukushkin Y.N. Chemistry around us: resource book. M., Vysshaya shkola 1992, 192 p. [in Russian].
- [13] Shikhta dlia polucheniia stekla [Furnace-charge for glass: stalemate]. Patent 2494982 Russian Federation. Number 2012110851/03: applied for 21.03.2012; published 10.10.2013, Bulletin number 28. [in Russian].
- [14] Kienle H., Bader E. Active carbons and their industrial application: translation from German in *Khimiia [Chemistry]*, 1984, 216 p. [in Russian].

Поступила в редакцию 22/1/2014;
в окончательном варианте — 22/1/2014.

PRODUCTION WASTES OF TNT AS AN EFFICIENT RAW MATERIAL FOR GETTING FOAM GLASS

© 2014 А.М. Pyzhov, I.K. Kukushkin, A.V. Strelkova, O.V. Pozhidaev,
M.A. Yanova,⁴ Y.S. Popov,⁵ P.P. Purygin⁶

In the given article results of studies on experimental estimate of possibility of waste recycling of production of TNT in foam glass are presented. Authors for the first time demonstrated experimentally that there is a real possibility of using wastes as a feedstock to produce silicate foam glass, which in turn is used for the manufacture of silicate glass foam — one of the most effective and eco-friendly modern heat-insulating materials. Initial raw charge used for producing silicate glass comprises a third waste, which significantly reduces the cost of resulting foam glass. For purification of gaseous discharges formed from the manufacture of original silicate glass from nitrogen oxides, an efficient thermal method for neutralizing them on the basis of active carbons is first suggested. It is shown by experiments that the highest possible degree of cleaning ($\approx 98\%$) in the present process can be achieved at 580–600 °C.

Key words: clearing of TNT-raw material, production wastes of TNT, sulphite waste lye, sulfate-containing ash, ways of processing and recovery, silicate materials, silicate glass, foam glass, active coal, disposal of nitrogen oxides.

Paper received 22/1/2014.

Paper accepted 22/1/2014.

⁴Pyzhov Alexander Mikhailovich (arge133@mail.ru), Kukushkin Ivan Kupriyanovich (prof_kik@mail.ru), Strelkova Anastasia Vladimirovna (tolkova.n@mail.ru), Pozhidaev Oleg Vladimirovich (var_xtoca@mail.ru), the Dept. of Chemistry and Technology of Organic Nitrogen Compounds, Samara State Technical University; Yanova Maria Alexandrovna (mashechka2001@mail.ru), methodical department, Samara State Technical University, Samara, 443100, Russian Federation.

⁵Popov Yaroslav Sergeevich (aeqvitass@rambler.ru), ПКЦ "ТsSKB-Progress", Samara, 443009, Russian Federation.

⁶Purygin Petr Petrovich (Purygin2002@mail.ru), the Dept. of Organic, Bioorganic and Medical Chemistry, Samara State University, Samara, 443011, Russian Federation.