

УДК 662.215.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРИНИТРОТОЛУОЛА И НИТРАТА АММОНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДАХ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ БОЕПРИПАСОВ

*Маренец М.А., к.т.н., с.н.т., Буллер М.Ф., к.т.н., начальник отдела, Щербань В.В., к.т.н., первый заместитель директора, Межевич Г.В., инженер I категории, Закотей В.Г., инженер I категории Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов, г. Шостка 41100, Сумская обл., г. Шостка, ул. Ленина, 59
E-mail: desna_2003@mail/ru*

Досліджено можливість екстрагування тринітротолуолу з водних розчинів нітрату амонію, які утворилися при вимиванні амотолу з боєприпасів, що утилізуються.

Запропоновано методику кількісного аналізу вмісту тринітротолуолу і нітрату амонію в концентрованих водних розчинах нітрату екстракційно-фотоколориметричним і ареометричним методами.

Ключові слова: тринітротолуол, нітрат амонію, екстракційно-фотоколориметричний метод.

The research of possibility of extraction of trinitrotoluene from the water solutions of ammonium nitrate, obtained in process of washing ammottol from utilized ammunitions has been performed.

The technique of quantitative analysis of the content of trinitrotoluene and ammonium nitrate in concentrated water solutions of nitrate by extractional-photocolorimetric and aerometric methods has been proposed.

Keywords: trinitrotoluene, ammonium nitrate, extractional-photocolorimetric method.

Введение. В настоящее время одной из проблем утилизации непригодных не только к дальнейшему применению, но и к хранению боеприпасов аммотольного наполнения является их безопасное расснаряжение и экологически рациональное извлечение взрывчатого вещества. Как известно, аммотол – смесевое бризантное бинарное взрывчатое вещество, основные компоненты которого нитрат аммония (аммиачная селитра) и тринитротолуол, а точнее его α -изомер (тротил).

Вымывание водой взрывчатого состава [1, 2] имеет свои преимущества, обусловленные, в первую очередь, достаточной технологической простотой и безопасностью осуществления метода на практике. Значимым недостатком данного метода является растворение тринитротолуола в воде и, как следствие, загрязнение токсичным веществом используемой воды. В связи с этим возникает необходимость в принятии мер по очистке образующегося водного раствора.

Исходя из вышеизложенного, необходима количественная оценка содержания растворенных в воде тринитротолуола и нитрата аммония для научного обоснования рекомендаций по выбору наиболее оптимальной технологии очистки сточных вод, образовавшихся после вымывания аммотола из утилизируемых боеприпасов.

Цель работы. Количественный химический анализ водных растворов, содержащих нитрат аммония и тринитротолуол, для последующего выбора наиболее оптимальных параметров в технологии очистки технологических и сточных

вод.

Материал и результаты исследований. Известный метод определения концентрации тринитротолуола в воде [3] основан на прямом фотоколориметрическом определении растворенного взрывчатого вещества.

Поставленная перед нами задача осложнялась тем обстоятельством, что нитрат аммония – соединение, хорошо растворимое в воде: при 10 °С в 100 г воды растворяется 150 г нитрата, при повышении температуры до 80 °С растворимость соответственно возрастает до 600 г в 100 г воды [4].

Тринитротолуол – соединение малорастворимое в воде: при 15 °С в 100 г воды растворяется до 12 мг тротила. С повышением температуры растворимость возрастает (при 20 °С – до 13 мг, при 100 °С – до 147 мг) [1]. Однако предельно допустимая концентрация этого достаточно токсичного вещества в воде составляет 0,5 мг/дм³. Поскольку концентрация тринитротолуола в воде значительно меньше, чем концентрация нитрата аммония, то возникает необходимость в предварительном извлечении и концентрировании тротила в экстрагенте.

Выбранный для анализа экстракционно-фотометрический метод основан на сочетании экстракции тринитротолуола с его последующим фотометрическим определением. Основное преимущество данного метода – возможность анализа многокомпонентных растворов, когда возникает необходимость в определении малых количеств одних веществ в присутствии больших

количеств других. Кроме того, экстракция тринитротолуола сопровождается не только его выделением, но и концентрированием.

Проведение экспериментальных исследований химического состава технологических вод включало два этапа. На первом этапе определяли содержание нитрата аммония, основанное на прямом ареометрическом измерении плотности анализируемого раствора с последующим расчетом по соответствующей линейной зависимости.

Для определения массовой доли нитрата аммония отбирали аликвоту анализируемого водного раствора, и раствор темпировали до температуры $(20,0 \pm 0,5)$ °С, поскольку в данной температурной области зависимость массовой доли нитрата аммония от плотности линейна (при содержании нитрата от 20 до 60 %). Затем измеряли плотность раствора при помощи ареометра и рассчитывали массовую долю (в %) нитрата аммония $C_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ по формуле, полученной экспериментально (величина достоверности аппроксимации $R^2=0,9992$):

$$C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 204,09 \rho - 200,42, \quad (1)$$

где ρ – показание ареометра (плотность анализируемого раствора), г/см³;

204,09 и 200,42 – коэффициенты пересчета в массовую долю.

Второй этап включал определение концентрации тринитротолуола. Оно основано на фотометрировании окрашенного раствора, полученного взаимодействием предварительно проэкстрагированного тринитротолуола с сульфитом натрия в щелочной среде. Для фотометрирования использовали фотоколориметр марки ФЭК–56М при следующих условиях выполнения измерений: сине-зеленый светофильтр № 4 при длине волны детектора 500 нм.

Экстракцию тринитротолуола осуществляли хлороформом (при 20 °С до 19 г тринитротолуола растворяется в 100 г хлороформа) с последующим разделением смеси в делительной воронке и удалением экстрагента. Проверка полноты экстракции тринитротолуола, выполненная с использованием качественной реакции его взаимодействия с сульфитом натрия, показала отсутствие тринитротолуола в воде.

Растворение тротила проводили при помощи этилового спирта с последующим добавлением дистиллированной воды. Этиловый спирт хорошо растворяет тринитротолуол: до 1,23 г в 100 г спирта [4]. После добавления сульфита натрия к

спиртоводному раствору тротила в результате взаимодействия последнего с сульфитом при комнатной температуре наблюдали образование растворимого в воде соединения – аддукта оранжево-красного цвета.

Окрашенный раствор фотометрировали. Расчет содержания проэкстрагированного тринитротолуола в водном растворе $C_{\text{экстраг.ТНТ}}$ (в мг/см³) проводили по градуировочной зависимости (величина достоверности аппроксимации $R^2=0,9992$):

$$C_{\text{экстраг.ТНТ}} = 0,0311A - 0,0019, \quad (2)$$

где A – оптическая плотность раствора тринитротолуола, единиц оптической плотности; 0,0311 и 0,0019 – коэффициенты.

Окончательную концентрацию тротила $C_{\text{ТНТ}}$ (в мг/см³) в водном растворе рассчитывали по формуле:

$$C_{\text{ТНТ}} = C_{\text{экстраг.ТНТ}} \cdot \frac{V_2}{V_1}, \quad (3)$$

где $C_{\text{экстраг.ТНТ}}$ – концентрация тринитротолуола, найденная по градуировочной зависимости, мг/см³;

V_2 – объем раствора, содержащего экстрагированный тринитротолуол, для фотоколориметрирования, см³;

V_1 – объем анализируемого водного раствора, пошедшего на экстракцию, см³.

В таблице 1 приведены данные статистической обработки результатов анализа.

**Таблица 1 –
Результаты статистической обработки**

Введено тринитротолуола, мг/дм ³	Найдено: среднее значение \pm величина доверительного интервала (P=0,95, n=4), мг/дм ³	Sr= S(C)/C _c p
1,0	1,4 \pm 0,3	0,16
10,0	13,1 \pm 2,7	0,11
67,0	58,9 \pm 9,7	0,05

На рис. 1 представлена количественная оценка влияния нитрата аммония на степень извлечения тринитротолуола (при введенной концентрации 1, 10, 67 мг/дм³) из водных растворов нитрата.

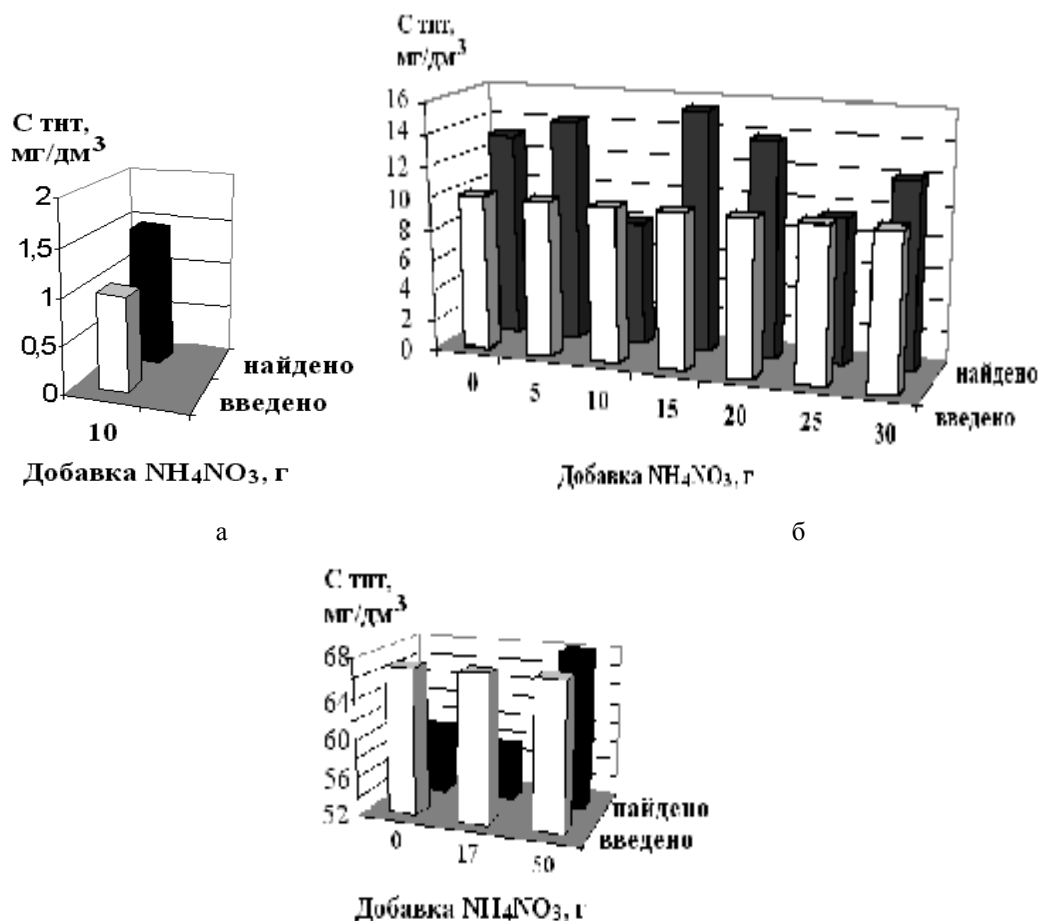


Рисунок 1 – Влияние нитрата аммония на степень извлечения тринитротолуола

Выводы. Исследована возможность экстракционного извлечения тринитротолуола из водных растворов нитрата аммония.

На основании разработанного способа определения содержания нитрата аммония и тринитротолуола предложена методика их количественного анализа в концентрированных водных растворах нитрата ареометрическим и экстракционно-фотоколориметрическими методами соответственно.

Разработанная методика может применяться для контроля содержания тринитротолуола в технологических водах, образовавшихся при вымывании аммотола из утилизируемых боеприпасов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. – Л.: Химия, 1973. – 688 с.
2. Алферов К.Д. Взрывчатые вещества: Иницирующие и бризантные взрывчатые вещества, ч. 3. – Пенза: ПВАИУ, 1965. – 186 с.
3. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия, 1974. – 335 с.
4. Химическая энциклопедия: В 5 т. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1 – 623 с.

Статья поступила 15.02.2007
Рекомендовано к печати к.т.н., доц.

Бахаревым В.С.