

ISSN: 2181-404X

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ \* EXPERIMENTAL STUDIES

**1-СОН**  
ЯНВАРЬ, 2023



ISSN: 2181-404X  
DOI Journal 10.56017/2181-404X

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ЖУРНАЛИ

1-ЖИЛД, 1-СОН

ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ТОМ-1, НОМЕР-1

JOURNAL OF EXPERIMENTAL STUDIES  
VOLUME-1, ISSUE-1

ТОШКЕНТ – 2023

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ЖУРНАЛИ

ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | JOURNAL OF EXPERIMENTAL STUDIES

№ 1 (2023) DOI <http://dx.doi.org/10.56017/2181-404X-2023-1>

## Бош муҳаррир:

Касимов И. – тиббиёт фанлари доктори, профессор

## Масъул муҳаррир:

Расулов Х. – физика-математика фанлари номзоди, доцент

## Таҳририят аъзолари:

Мадумаров Т. – биология фанлари доктори, профессор  
Хасанов Ф. – биология фанлари доктори, профессор  
Исмаилов Қ. – физика-математика фанлари доктори, профессор  
Раимова Г. – физика-математика фанлари доктори, профессор  
Мирзакаримов А. – физика-математика фанлари номзоди, доцент  
Рахимов Т. – кимё фанлари доктори, профессор  
Боймирзаев А. – кимё фанлар доктори, доцент  
Ходжанов И. – тиббиёт фанлари доктори, профессор  
Зуфаров М. – тиббиёт фанлари доктори, профессор  
Жалолова Д. – тиббиёт фанлари номзоди, доцент  
Нурходжаев А. – геология-минералогия фанлари доктори  
Ахунджанов Р. – геология-минералогия фанлари доктори  
Акрамова Н. – геология-минералогия фанлари номзоди  
Хайдаров В. – фармацевтика фанлари номзоди, профессор  
Урманова Ф. – фармацевтика фанлари доктори, профессор  
Нуридуллаева К. – фармацевтика фанлари бўйича фалсафа доктори

“Экспериментал тадқиқотлар” илмий-амалий журнали 2022 йил 22 декабрь куни **№ 054835**-сонли гувоҳнома билан оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилган.

Мазкур журнал **6 та** халқаро маълумотлар базаларида индексланган бўлиб, жорий йил учун **UIF 2023 = 7.4 “импакт-фактор”** кўрсаткичига эга.

Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2023 йил 24 июлдаги 01-02/1199-сонли хатига мувофиқ ушбу журналда чоп этилган мақолалар **хорижий мақолалар сифатида тан олинади.**

Саҳифаловчи\Page Maker\Верстка: Абдураҳмон Хасанов

Таҳририят манзили: Тошкент шаҳар, Учтепа тумани, “Ватан” МФЙ, Чилонзор 24-мавзеси, 2/27-уй. Почта индекси 100152. Веб-сайт: [www.imfaktor.uz/com](http://www.imfaktor.uz/com)

Телефон номер: +99894-410 11 55, E-mail: [tahririyat@imfaktor.uz](mailto:tahririyat@imfaktor.uz)

© “IMFAKTOR Pages” илмий нашриёти, 2023 йил.

© Муаллифлар жамоаси, 2023 йил.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ЖУРНАЛИ

ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | JOURNAL OF EXPERIMENTAL STUDIES

*Кимё фанлари*

**КОДИРОВ Бекзод Хомиджонович,  
ХАМРОКУЛОВ Зоҳидбек Абдусаматович**  
*Ферганский политехнический институт*  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7556964>

## КРУПНЕЙШИЕ ПОЖАРЫ И ВЗРЫВЫ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, ПРОИЗОШЕДШИЕ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

### АННОТАЦИЯ

Аммиачная селитра используется как в качестве удобрения в сельском хозяйстве, так и в качестве ингредиента для промышленных взрывчатых веществ (для карьеров, шахтных туннелей и т.д.). Вещество стабильно в нормальных условиях использования, хранения и транспортировки, но, несмотря на эту стабильность, в прошлом столетии произошло несколько несчастных случаев, связанных с большим количеством нитрата аммония, что привело к многочисленным смертельным случаям и травмам людей. В этой статье более подробно анализируются инциденты связанным с взрывом нитрата аммония в период с 1925 года по 1940 года (частично). На основании официального отчета об условиях и последствиях аварии были рассмотрены различные сценарии с использованием различных коэффициентов эквивалентности тротила и определены физические последствия взрыва.

**Ключевые слова:** аммиачная селитра, взрыв, загрязнение, пористость и плотность частиц, детонация, тротильный эквивалент.

### ANNOTATSIYA

Аммиакли selitra qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida ham, sanoat portlovchi moddalarining tarkibiy qismi sifatida ham ishlatiladi (karerlar, kon tunnellari va boshqalar uchun.). Modda normal foydalanish, saqlash va tashish sharoitida barqaror, ammo bu barqarorlikka qaramay, o'tgan asrda ko'p sonli ammiakli selitra bilan bog'liq bir nechta baxtsiz hodisalar yuz berdi, bu esa ko'plab o'lim va odamlarning shikastlanishiga olib keldi. Ushbu maqolada 1925 yildan 1940 yilgacha (qisman) ammiakli selitranning portlashi bilan bog'liq hodisalar batafsilroq tahlil qilinadi. Avariya shartlari va oqibatlarini to'g'risidagi rasmiy hisobot asosida turli xil TNT ekvivalentlik koeffitsientlaridan foydalangan holda turli stsenariylar ko'rib chiqildi va portlashning jismoniy oqibatlarini aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** ammiakli selitra, portlash, ifloslanish, g'ovaklilik va zarrachalar zichligi, portlash, TNT ekvivalenti.

### ANNOTATION

Ammonium nitrate is used both as a fertilizer in agriculture and as an ingredient for industrial explosives (for quarries, mine tunnels, etc.). The substance is stable under normal conditions of use, storage and transportation, but despite this stability, in the last century there were several accidents associated with a large number of ammonium nitrate, which has led to numerous deaths and injuries to people. This article analyzes in more detail the incidents related to the explosion of ammonium nitrate in the period from 1925 to 1940 (partially). Based on the official report on the conditions and consequences of the accident, various scenarios were considered using different TNT equivalence coefficients and the physical consequences of the explosion were determined.

**Keywords:** ammonium nitrate, explosion, pollution, porosity and particle density, detonation, TNT equivalent.

**Введение.** Аммиачная селитра (АС) -  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – используется как в качестве удобрения в сельском хозяйстве, так и в качестве ингредиента для промышленных взрывчатых веществ (для карьеров, шахтных туннелей и т.д.). Это окислитель, который обладает хорошей устойчивостью к детонации, но при нагревании до высоких температур в закрытых помещениях может привести к бурным реакциям и взрывам, особенно если он загрязнен или смешан с различными материалами, такими как горючие вещества, кислоты, щелочи, хлориды. Аммиачная селитра - бесцветная соль, образующая гигроскопичные ромбические кристаллы. Он обладает хорошей растворимостью в воде: при  $0^\circ\text{C}$  118 г АС, при  $20^\circ\text{C}$  150 г АС, при  $25^\circ\text{C}$  214 г АС и при  $100^\circ\text{C}$  870 г АС могут быть растворены в 100 г воды (Patnaik 2003).

Удобрение на основе АС обладает высокой плотностью и пониженной пористостью [2]. Такая структура позволяет сохранять присущие физические свойства от производства до использования в сельском хозяйстве, проходя различные промежуточные этапы, включая транспортировку и хранение. Вещество стабильно при нормальных условиях применения, хранения и транспортировки. АС низкой плотности, используемый для производства взрывчатых веществ, специально изготавливается с высокой пористостью для лучшего впитывания масел, что приводит к большей чувствительности к детонации.

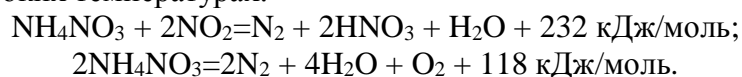
Потенциальные опасности, связанные с аммиачной селитрой. АС имеет очень сложное поведение и представляет три основных типа опасностей:

- нестабильность при разложении и образовании токсичных газов;
- пожар из-за сильного окисляющего свойства и образования токсичных газов;
- взрыв.

Наиболее важными параметрами, влияющими на вышеупомянутые опасности, являются: загрязнение, пористость и плотность частиц.

Чистый АС начинает разлагаться при нагревании до определенной температуры, выделяя токсичные газы, такие как оксиды азота и аммиак. Если источник тепла удален и помещение проветрено, процесс разложения прекращается. Во время разложения может происходить несколько химических реакций. Основными реакциями являются следующие:

- в диапазоне температур  $170\text{--}250^\circ\text{C}$ :  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 37 \text{ кДж/моль}$ ;
- в диапазоне температур  $250\text{--}292^\circ\text{C}$ :  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{NH}_3 + \text{HNO}_3 - 174 \text{ кДж/моль}$ ;
- при более высоких температурах:



АС не является легковоспламеняющимся веществом, но благодаря своим окисляющим свойствам может поддерживать и усиливать горение без присутствия воздуха, поэтому пожар, связанный с АС, не может быть потушен путем удушения. Вода - лучшее вещество, которое можно использовать в этом случае, затопив весь пожарный отсек. Во время пожара он разлагается, образуя вышеупомянутые токсичные газы (HSE 2012).

Температура плавления чистого АС составляет  $169,6^\circ\text{C}$ , и во время плавления поглощается часть тепла [2]. Более того, расплавленный АС может вытекать из источника огня и тепло передается земле и атмосфере. Расплавленный АС более чувствителен к детонации, и любой тяжелый предмет, падающий в бассейн, может вызвать взрыв.

Состав газов, выделяющихся при разложении, зависит от состава удобрения. Основными веществами, выделяющимися при разложении удобрений на основе аниса, являются (EFMA 2007) [8]:

а) После классификации Пербала:

- водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ): 45-65%;
- азот ( $\text{N}_2$ ): 19-26 %;
- закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ): 7-20%;
- хлористый водород ( $\text{HCl}$ ): 0,5-10%

- оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ): 0-9%;
- хлорид аммония ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ): 0-7%;
- хлор ( $\text{Cl}_2$ ): 0-2%.

б) После классификации Кийски:

- водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ): 56%;
- азот ( $\text{N}_2$ ): 20%;
- закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ): 11%;
- хлор ( $\text{Cl}_2$ ) и хлористый водород ( $\text{HCl}$ ): 6%;
- оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ) и фтористый водород ( $\text{HF}$ ): 7%.

**Цель статьи** - представить анализ физических эффектов взрыва нитрата аммония с использованием различных эквивалентов тротила, найденных в литературе и других источников.

Ниже нами представлены обобщенные сведения по данному вопросу в хронологическом порядке на основании имеющихся публикаций и обзоров по данному вопросу.

В научной литературе можно найти различные коэффициенты эквивалентности в тротиловом эквиваленте для аммиачной селитры сорта удобрения (FGAN): 3% (Kersten&Mak 2004), 15% (GHD 2012). Эти коэффициенты эквивалентности были выбраны для анализа физических последствий взрыва. Результаты зависимости избыточного давления от расстояния представлены на рисунке 1 [1].

**Тематическое исследование:**

1. 1925 г. г. Рене (Бельгия). Краткая информация [7] о пожаре при перевозке аммиачной селитры.
2. 7 мая 1927 г. Произошел взрыв аммиачной селитры в Пенсильвании (США) при ее упарке. Причина взрыва - термическое разложение [5,7].
3. Октябрь 1932 г. В Пенсильвании (США) на заводе произошел взрыв аммиачной селитры при ее упарке. Плав содержал 0,25%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и вазелин. Причина взрыва - термическое разложение, которому способствовало содержание в продукте органических примесей и примесей хлоридов [3,5,7].
4. 19 ноября 1936 г. На заводе в Мерамо (Италия) произошел взрыв аммиачной селитры в наружном сосуде нейтрализатора Фаузера, температура в котором достигла 190 °С (вместо необходимой 155-163 °С). Различные авторы дают разные версии причины взрыва. Так по данным работы [3] причиной считается попадание куска мешковины в нейтрализатор, в работе [5] причиной названо термическое разложение.

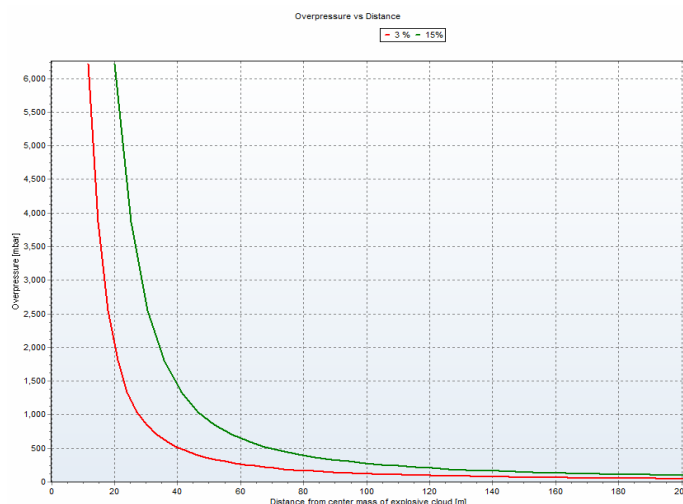


Рисунок 1. Зависимость избыточного давления от расстояния в случае взрыва с использованием коэффициентов эквивалентности 3% (красный) и 15% (зеленый) в тротиловом эквиваленте.

5. 1940 г. В Гиббстауне (США) (штат Нью-Джерси) 66,7 т не припудренной аммиачной селитры в бумажных мешках было потеряно из-за пожара на складе. Взрыва не было [3,4]. 22 ноября 1940 г. На Новомосковском АТЗ (СССР) произошло разложение расплава 98% аммиачной селитры, и произошел разрыв сборника [6].
6. 21 сентября 2001 года в промышленной зоне юго-западнее гор. Тулузы (Франция) на заводе удобрений Azote Fertiliscat (AZF) компании Grcade Paroisse взорвался склад с 300 т аммиачной селитры. Взрыв вызвал сотрясение почвы, сопоставимое с землетрясением магнитудой 3,4. В радиусе 700 м от эпицентра были полностью уничтожены все строения. В результате погиб 31 человек (из них 21 работник завода), ранения получили более 10 тыс. человек, из них 2,5 тыс. были тяжело ранены. [1].

Аммиачная селитра — это еще и компонент взрывчатых смесей. При определенных условиях он может с детонировать и сам по себе. Ситуацию комментирует эксперт-взрывотехник Дмитрий Симкин.

«Аммиачная селитра применяется при создании взрывчатых материалов, с керосином смесь, смесь с алюминиевым порошком. Взрывчатый материал, который применяется при горных взрывных разработках, — это аммоналы и аммониты. По правильному это смесь, грубо говоря, тротила вместе с аммиачной селитрой, и туда добавлен еще алюминий. Тротил работает как детонатор всей массы. Если убрать детонатор всей массы, то она становится просто удобрением. Но существуют факторы, которые приводят к таким последствиям. Очень быстрое воздействие на это вещество высоких температур, и тогда происходит взрыв» [8].

#### **Выводы.**

В этом исследовании представлен метод *in-silico* (основанный на математической модели) для быстрого определения последствий и последствий взрыва в зоне разумного прогнозирования вокруг места, где произошел пожар и взрывы на вышеуказанных местах позволило проверить и подтвердить предсказания модели путем сравнения результатов моделирования с данными, собранными на месте аварии после взрыва.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kodirov B.K. The largest explosions of ammonium nitrate in the XXI century. Colloquium-journal (ISSN 2520-2480) (#37 (124) 2022, 10.01.2022, P.49-54) [https:// colloquium-journal.org/wp-content/ uploads/ 2022/05/ Colloquium-journal-2022-124-1.pdf](https://colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2022/05/Colloquium-journal-2022-124-1.pdf)
2. Кодиров Б.Х., Тожиев Р.Р. Нитрат аммоний суюқланмасига глауконит минералини қўшиш асосида микроэлементларга бойитилган комплекс азотли минерал ўғит олиш. Ссиэнтифис-течнисал жоурнал (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26. спец. выпуск №9), 195-198.
3. Розман Ю.Б. «О термической стойкости аммиачной селитры», Ленинградский институт инженеров водного транспорта, Л., 1957 г.
4. Грейнер М.Л., «Ammonia Plant Safety», 1988 25.
5. Клевке В.А., Гамбург Д.Ю., «Химическая пром.», 1950 №7, 22-25.
6. Бруштейн А.И. «Пожаро- и взрывоопасные свойства аммиачной селитры», (Уроки трех «ЧП»), М., ГИАП, ОНТИ, 1995 г.
7. Соснин В.А., Колганов Е.В., Чекалина Л.К., «Области использования и методы оценки взрывоопасности аммиачной селитры», доклад ФГУП ГосНИИ «Кристалл» (г. Дзержинск), на научно-практической конференции Клуба НТИ (ЗАО «Инфохим»), «Новые тенденции в производстве аммиачной селитры», РХТУ им. Д.И.Менделеева, 25-26.04.2002, Материалы конференции, М., 2002 г., 36-58.
8. ЮНИДО, Руководство по удобрениям 1998 года. Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, Международный центр по разработке удобрений (IFDC), Издательство Kluwer Academic Publishers, Нидерланды.
9. Kodirov, B., Sadiyeva, N., Isgenderova, S., Cherepnova, Y., Afandiyeva, L., Quliyeva, E., ...&Shaumarov, A. CHEMICAL SCIENCES.
10. Khomidjonovich, K. B. (2021). Composite Materials. International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences, 1(5), 96-97. Retrieved from <http://openaccessjournals.eu/index.php/ijdias/article/view/369>
11. Kodirov B. Influence of inorganic additives on the basic properties of ammonium nitrate. Polish journal of science (ISSN 3353-2389) Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 1.

ISSN: 2181-404X  
DOI Journal 10.56017/2181-404X

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ЖУРНАЛИ

Ї-ЖИЛД, 1-СОН

ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ТОМ-Ї, НОМЕР-1

JOURNAL OF EXPERIMENTAL STUDIES  
VOLUME-Ї, ISSUE-1

«Экспериментал тадқиқотлар» электрон журнали 2022 йил 22 декабрь куни № 054835-сонли гувоҳнома билан оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилган.

Муассис: «IMFAKTOR Pages» масъулияти чекланган жамияти.

Таҳририят манзили: 100152, Тошкент шаҳри, Учтепа тумани, “Ватан” МФЙ, Чилонзор 24-мавзеси, 2-уй.

Телефон номер: +99894-410 11 55

Эл. почта: [tahririyat@imfaktor.uz](mailto:tahririyat@imfaktor.uz)

Веб-сайт: [www.imfaktor.uz](http://www.imfaktor.uz)