

УДК 661.251.2

**К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ ТРИОКСИДА СЕРЫ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Наталья Геннадьевна Ручкина

студент

natashka5468@gmail.com

Владимир Эдгарович Бурунов

студент

vladimir68.01@mail.ru

Николай Викторович Бучилин

кандидат технических наук, доцент кафедры

isk115599@rambler.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Ангидриды кислот могут быть использованы в качестве в качестве удалителей ржавчины с поверхностей металлических изделий. При этом потребность в таких веществах на предприятиях сельского хозяйства – невелика и может составлять порядка одного килограмма в месяц. В настоящей работе предложен лабораторный метод получения смеси серного ангидрида и серной кислоты в производственных условиях предприятий сельского хозяйства. Показано, что используемый метод позволяет достигать выхода годного целевого продукта до 40-45 масс. %.

Ключевые слова: серная кислота, олеум, триоксид серы, средства для удаления ржавчины, синтез минеральных веществ.

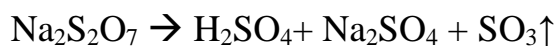
Серный ангидрид – это триоксид серы (SO₃), который образует серную кислоту при взаимодействии с водой. Это вещество широко используется в различных сферах человеческой деятельности.

Серный ангидрид применяется в металлургии, а также при производстве серной кислоты и олеума. Его также используют на предприятиях сельского хозяйства в качестве растворителя, реагента для удаления ржавчины и закислителя почвы [1-2]. При этом потребность агрохозяйств в серном ангидриде и серной кислоте может составлять порядка 1 кг/месяц, и агрохозяйствам не выгодно закупать эти вещества большими партиями. В связи с этим актуальной является задача получения малых количеств серного ангидрида на территориях предприятий сельского хозяйства.

Настоящая работа является продолжением проводимых ранее работ [3-4], направленных на получение соединений серы S⁶⁺. Исходным компонентом для получения триоксида серы служил пероксосульфат (персульфат) натрия, который находит применение в сельском хозяйстве в качестве отбеливателя, а также кондиционера для почвы. Получение триоксида серы велось посредством следующих химических превращений. При нагревании пероксосульфат (персульфат) натрия теряет кислород с образованием пиросульфата натрия:



Выделяющийся кислород содержит небольшое количество озона, что может быть определено органолептически по характерному запаху [5-6]. Пиросульфат натрия далее разлагается на сульфат натрия и триоксид серы. Однако данная реакция протекает только в присутствии серной кислоты, которая выполняет роль катализатора этой реакции:



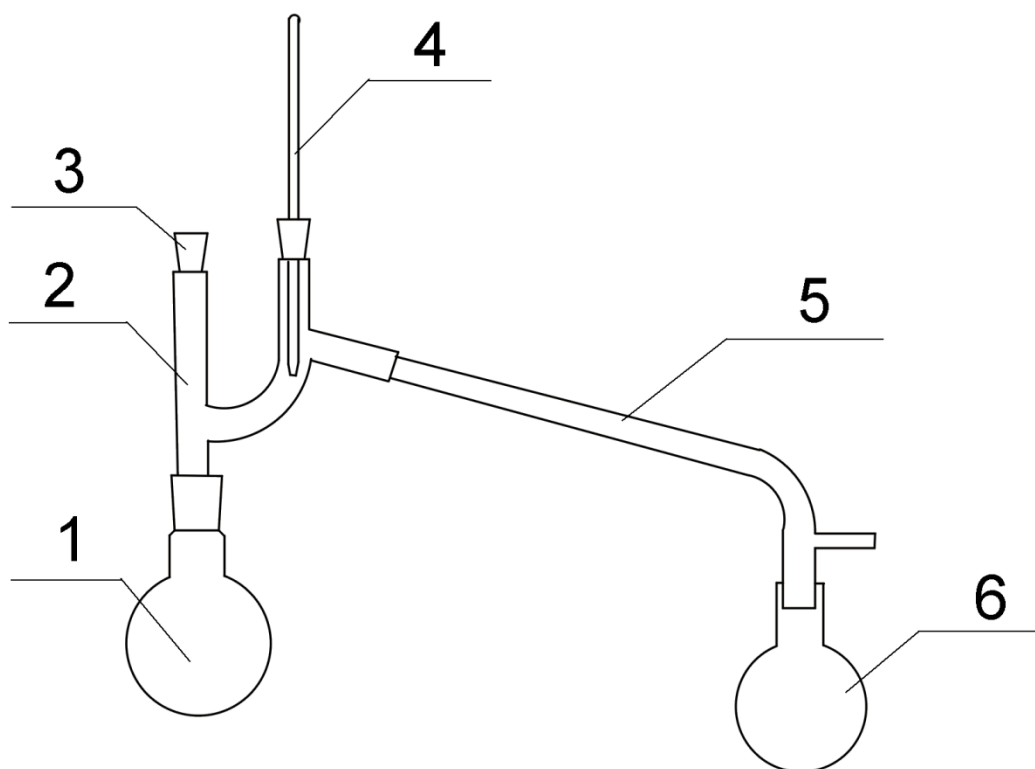


Рисунок 1 - Схема лабораторной установки по синтезу триоксида серы. 1 – реакционная колба; 2 – насадка Кляйзена; 3 – пробка; 4 - термометр; 5 – прямой конденсер-сухопарник (холодильник воздушного охлаждения); 6 – приёмная колба.

Схема лабораторной установки изображена на рисунке 1. В круглодонную колбу (1) вместимостью 200 мл помещали 40 гр. сухого персульфата натрия и прибавляли 4 мл концентрированной серной кислоты. Для катализа необходима серная кислота самой высокой концентрации, близкой к 100 %, т. присутствие воды в кислоте приводит к снижению выхода триоксида серы. Колба присоединялась к перегонной установке через насадку Кляйзена (2) и нагревалась. Центральное горло насадки Кляйзена плотно закрывалось стеклянной пробкой (3). В боковое горло насадки вставлялся термометр (4) для контроля температуры паров, поступающих в конденсор (5). В качестве конденсора использовался либо стеклянный прямой холодильник Либиха, либо прямой сухопарник (стеклянный холодильник с воздушным охлаждением). Конденсор не охлаждался водой, иначе кристаллизация триоксида серы будет происходить прямо в конденсоре. Приёмная колба (6) помещалась в ледяную воду для охлаждения триоксида серы.

При нагревании реакционная смесь начинает быстро генерировать кислород с примесями озона как побочного продукта реакции. Когда выделение кислорода прекращается, смесь нагревается сильнее. Далее смесь быстро тает в прозрачную жидкость, и установку заполняют плотные белые пары. После этого в приёмник начинает по каплям поступать триоксид серы в жидком виде. При этом температура перегоняемых паров до попадания в конденсор составляла порядка 45-50 °С. Если температура паров составляла 60 °С и выше, в приёмную колбу вместе с триоксидом серы попадала серная кислота из перегонной ёмкости. Остатки SO_3 в аппарате имели обугленный бурый цвет, что приводило к окрашиванию всего триоксида серы в коричневый цвет. На этапе перегонки перегонная колба достигала температуры порядка 300 °С. Процесс перегонки останавливали по прекращении выхода SO_3 в приёмную колбу.

Выход триоксида серы зависел от типа используемого конденсора. При использовании в качестве конденсора холодильника Либиха серный ангидрид (SO_3) кристаллизовался в канале холодильника и выход годного продукта составил порядка 10-20 % от теоретически достижимого. В случае использования сухопарника выход триоксида серы составлял 40-45 % от теоретического. Для дальнейшего увеличения выхода SO_3 в дальнейшем следует изучить влияние соотношения персульфата натрия к серной кислоте в реакционной смеси.

Список литературы:

1. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия / М.: Издательский центр «Академия». 2005. 448 с.
2. Щербаков С.Ю., Криволапов И.П., Стрельников Д.И., Коробельников А.П. Характеристика методов проведения анализа риска // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4.
3. Бучилин Н.В., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю. Получение триоксида серы с использованием материально-технических ресурсов предприятий

сельского хозяйства // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. 2023.

4. Бучилин Н.В., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю. Получение серной кислоты с использованием материально-технических ресурсов предприятий сельского хозяйства // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. 2023. С. 27-31.

5. Коломиец А.А., Манаенков К.А., Найденов А.А. Оценка показателей надежности автотранспортных средств // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.

6. Бобрович Л.В., Андреева Н.В., Картечина Н.В., Никонорова Л.И., Пчелинцева Н.В. Повышение точности определения вариационно-статистических характеристик и оценки различий в исследованиях // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 69-75.

UDC 661.251.2

**ON THE ISSUE OF SULFUR TRIOXIDE OBTAINING USING MATERIAL
AND TECHNICAL RESOURCES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

Natalia G. Rychkina

student

natashka5468@gmail.com

Vladimir E. Burunov

student

vladimir68.01@mail.ru

Nikolai V. Buchilin

candidate of technical sciences, associate professor

isk115599@rambler.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. Acid anhydrides can be used as rust removers from the surfaces of metal products. At the same time, the need for such substances in agricultural enterprises is small and can be on the order of one kilogram per month. In this paper, a laboratory method is proposed for obtaining a mixture of sulfuric anhydride and sulfuric acid in the production conditions of agricultural enterprises. It is shown that the method used allows to achieve the yield of a suitable target product up to 40-45 wt. %.

Keywords: sulfuric acid, oleum, sulfur trioxide, rust removal agents, synthesis of minerals.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.