

3D-моделей// Журнал Мир измерений № 5 за 2011 г. с. 15-19

6. Протасьев В.Б., Истоцкий В.В., Мекеня О.М. Оценка точности измерений с использованием 3D моделей// Журнал Мир измерений № 7(137) за 2012 г. с. 18-22.

7. Истоцкий В.В. Теоретические основы проектирования фасонных инструментов с винтовыми зубьями и технология их формообразования на станках с ЧПУ с использованием графоаналитического синтеза: Дис. докт. техн. наук: 05.02.07: Тула, 2019, 332 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СУЛЬФАТА АММОНИЯ

Моисеенко Никита Владимирович

Студент

Липецкий государственный технический университет

г. Липецк

Сулова Светлана Александровна

Кандидат технических наук, доцент

Липецкий государственный технический университет

г. Липецк

Красникова Елена Михайловна

Кандидат химических наук, доцент

Липецкий государственный технический университет

г. Липецк

Скуратов Никита Михайлович

Студент

Липецкий государственный технический университет

г. Липецк

AUTOMATION OF CALCULATIONS FOR DETERMINING QUALITATIVE INDICATORS OF TECHNICAL AMMONIUM SULPHATE

Moiseenko Nikita Vladimirovich

Student

Lipetsk State Technical University,

Lipetsk

Suslova Svetlana Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences, assistant professor

Lipetsk State Technical University,

Lipetsk

Krasnikova Elena Mikhailovna

Candidate of Chemical Sciences, assistant professor

Lipetsk State Technical University, Lipetsk

Skuratov Nikita Mikhailovich

Student

Lipetsk State Technical University,

Lipetsk

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.2.63.361](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.2.63.361)

АННОТАЦИЯ

В статье представлен алгоритм и программа его реализации для обработки результатов анализа по определению качественных показателей технического сульфата аммония. Предложенная программа позволяет рассчитать численные значения качественных показателей, а также определить соответствие сульфата аммония требованиям ГОСТ к товарному продукту.

ABSTRACT

The article presents an algorithm and a program for its implementation for processing the results of analysis to determine the quality indicators of technical ammonium sulfate. The proposed program allows you to calculate the numerical values of quality indicators, as well as to determine the compliance of ammonium sulfate with the requirements of GOST for a commercial product.

Ключевые слова: сульфат аммония; технический; товарный продукт; качественные показатели; ГОСТ; программа; обработка результатов.

Keywords: ammonium sulfate; technical; commercial product; quality indicators; GOST; program; processing of results.

Основную долю всего сульфата аммония производят на коксохимических предприятиях при улавливании аммиака из коксового газа [3, 4]. Являясь вторичным продуктом коксохимического

производства, сульфат аммония находит широкое применение во многих отраслях промышленности. Например, в медицине, при хлорировании воды с аммонизацией, при производстве аккумуляторов. Однако, в большей степени сульфат аммония используется в сельском хозяйстве в качестве азотного удобрения для многих культур, успешно конкурируя даже с таким высокоэффективным азотным удобрением, как аммиачная селитра [3-5]. Однако, как и к любому товарному продукту, к качеству сульфата аммония предъявляется ряд требований согласно ГОСТ 9097–82.

В связи с этим, после получения сульфата аммония проводится определение его качественных показателей в лабораторных условиях.

Так, например, массовая доля воды определяется высушиванием навески сульфата аммония в сушильном шкафу при температуре 150 °С в течение 10 минут, массовые доли свободной серной кислоты и общего азота определяются путем титрования навески сульфата аммония, определение фракционного состава проводят путем рассева навески соли на лабораторных ситах с определенным размером ячейки [2].

Таким образом, этап расчета значений качественных показателей и обработки полученных данных занимает значительную часть времени, так как при этом приходится оперировать большим спектром значений и показателей, полученных при лабораторном определении.

В связи с этим, нами разработан алгоритм автоматизированного расчета качественных

показателей технического сульфата аммония и определения соответствия его требованиям ГОСТ к товарному продукту.

С помощью данного алгоритма происходит расчет качественных показателей технического сульфата аммония. Вычисляются следующие значения:

- Массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, %;
- Массовая доля воды, %;
- Массовая доля свободной серной кислоты, %;
- Фракционный состав:
 - массовая доля фракции размером более 0,5 мм, %;
 - менее 6 мм, % [2].

Кроме того, вычисляются значения рассыпчатости, массовой доли нерастворимого в воде остатка, а так же рассчитывается фракционный состав сульфата аммония по соответствующим формулам, представленным в ГОСТ.

Завершается алгоритм автоматизированного расчета определением соответствия сульфата аммония требованиям ГОСТ к товарному продукту. Для этого сравниваются рассчитанные показатели с нормами ГОСТ 9097–82.

Описанный выше алгоритм был реализован с помощью программы, написанной на языке Pascal ABC.net [1]. Фрагмент программы приведен на рисунке 1.

```

program обработка_результатов_анализа_по_определению_качественных_показателей_сульфата_аммония;
uses crt;
var m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, v1, v2, v3, v4, m9, m10, a: real;
var m11, m12, m13, m14, m15, m16, m17, m18, m19, m20, m21, m22, m23, m24, m25, m26, m27, m28: real;
var x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x12, x13, x14: real;
var xcp1, xcp2, xcp3, xcp4, xcp5, xcp6, xcp7: real;
begin
  writeln ('Внешний вид кристаллов сульфата аммония: 1 - Белые или прозрачные кристаллы, 2 - иное');
  readln (a);
  if a=1 then
    begin
      textcolor(green);
      writeln ('Внешний вид кристаллов сульфата аммония соответствует ГОСТ');
    end;
  if a=2 then begin
    textcolor(red);
    writeln ('Внешний вид кристаллов сульфата аммония не соответствует ГОСТ');
  end;
  textcolor(white);
  writeln (' Определение массовой доли воды ');
  writeln (' масса бюкса (кюветы) с пробой до высушивания по результатам первого определения, г =');
  readln (m1);
  writeln (' масса бюкса (кюветы) с пробой после высушивания по результатам первого определения, г =');
  readln (m2);
  writeln (' масса бюкса (кюветы) с пробой до высушивания по результатам второго определения, г =');
  readln (m3);
  writeln (' масса бюкса (кюветы) с пробой после высушивания по результатам второго определения, г =');
  readln (m4);
  writeln (' масса навески при первом определении, г =');
  readln (m5);
  writeln (' масса навески при втором определении, г =');
  readln (m6);
  x1 := (m1-m2)*100/m5;
  writeln ('Массовая доли воды по результатам первого определения =', x1, '%');
  x2 := (m3-m4)*100/m6;
  writeln ('Массовая доли воды по результатам второго определения =', x2, '%');
  xcp1 := (x1+x2)/2;

```

Рисунок 1. Фрагмент программы для расчета качественных показателей технического сульфата аммония

В результате выполнения данной программы вычисляются более тридцати различных значений качественных показателей сульфата аммония. А так же, рассчитанные значения автоматически сравниваются с эталонными показателями, и

выдаётся сообщение об их соответствии требованиям ГОСТ 9097-82.

На рисунке 2 представлен фрагмент окна вывода результатов.

```

19.1
Массовая доля азота по результатам первого определения =22.4%
Массовая доля азота по результатам второго определения =22.9162918091125%
Среднее значение массовой доли азота по результатам определений =22.6581459045563%
Соответствует ГОСТ
Определение массовой доли свободной серной кислоты
масса навески сульфата аммония при первом определении, г =
10.0713
масса навески сульфата аммония при втором определении, г =
10.0707
объем раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование до pH 5,65 по результатам первого определения, см^3 =
8.3
объем раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование до pH 5,65 по результатам второго определения, см^3 =
8.35
Массовая доля свободной серной кислоты по результатам первого определения =0.0403820757995492%
Массовая доля свободной серной кислоты по результатам второго определения =0.040627761724607%
Среднее значение массовой доли свободной серной кислоты по результатам определений =0.0405049187620781%
Не соответствует ГОСТ
Определение массовой доли фракции более 6 мм
масса остатка на сите при первом определении, г =
0
масса остатка на сите при втором определении, г =

```

Рисунок 2. Фрагмент окна вывода результатов вычисления

Как видно из рисунка, программа с высокой точностью вычисляет значения всех качественных показателей технического сульфата аммония (в том числе результаты параллельных определений), а так же автоматически определяет соответствие сульфата аммония требованиям ГОСТ к товарному продукту. В том случае, если значение показателя соответствует требованиям ГОСТ 9097-82, то соответствующая надпись выделяется зеленым цветом, если не соответствует, то красным цветом.

Таким образом, удалось существенно сократить время на обработку результатов анализа по определению качественных показателей технического сульфата аммония. Если обычный расчет занимает в среднем до двадцати минут, то расчет с помощью предложенной нами программы займет всего 3–5 минут, учитывая, что данное время необходимо для ввода промежуточных значений, полученных при лабораторном определении.

Список литературы

1. Абрамян М. Э., Михалкович С. С. Основы программирования на языке Паскаль: Скалярные типы данных, управляющие операторы, процедуры

и функции, работа с графикой в системе PascalABC.NET. — Издание шестое. — Ростов на Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. — 223 с.

2. ГОСТ 9097–82. Сульфат аммония. Технические условия (с Изменениями N 1-5) = Ammonium sulphate. Specifications : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 06.10.82 N 3902 : введен впервые: дата введения 1984-01-01– Москва: Стандартиформ, 1984

3. Лейбович, Р. Е. Технология коксохимического производства : учебник для техникумов / Р. Е. Лейбович, Е. И. Яковлева, А. Б. Филатов. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : Металлургия, 1982. – 360 с.

4. Позин, М. Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), ч. 2 / М. Е. Позин. – изд. 4-е, испр. – Л. : Химия, 1974. – 792 с.

5. Соколовский, А. А. Краткий справочник по минеральным удобрениям / А. А. Соколовский, Т. П. Унанянц. – Москва : Химия, 1977. – 376 с.