

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Р.Х. Миршарипов**

Ферганский политехнический институт, Узбекистан

### **Аннотация**

В статье анализируется процесс производства суперфосфатных минеральных удобрений, проблемы и конструкция применяемого оборудования. На основе анализа предложена усовершенствованная конструктивная схема двухэлементной насадки барабанной сушилки. Предлагаемое сопло было систематически проанализировано с аналогичными конструкциями, и было изучено влияние на процесс теплообмена в барабанной сушилке.

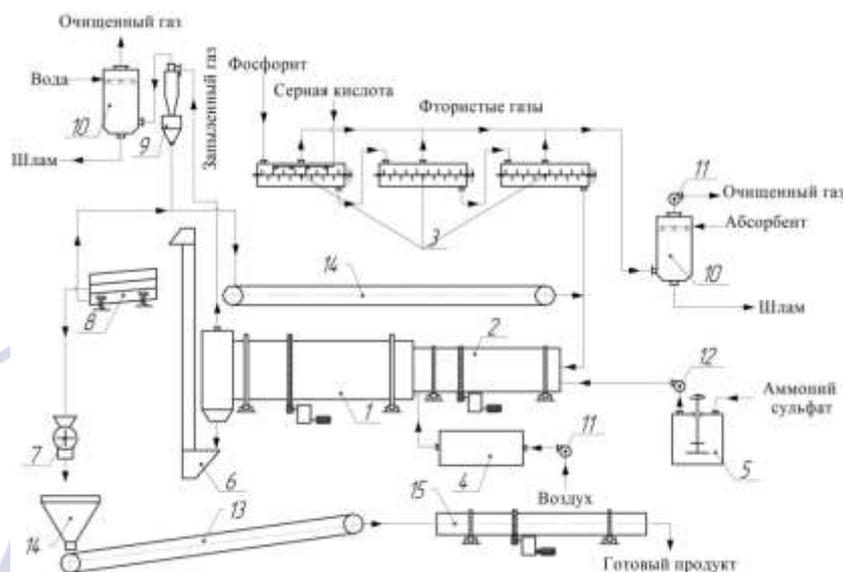
**Ключевые слова:** насадка, системный анализ, барабанная сушилка, суперфосфат, поверхность теплообмена.

### **Введение**

В настоящее время растет потребность качественной сушки продуктов в химической, пищевой, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности. Одна из основных причин этого заключается в том, что качество продукта зависит от исходной влажности продукта. Поэтому важно изучить возможность энергоэффективного сочетания конвективной, инфракрасной и микроволновой энергии в процессе сушки, выбрать оптимальные варианты реализации и конструкции, и на этой основе обеспечить экспортное качество продукции. В частности, сушка является одним из основных процессов при производстве минеральных удобрений, и от этого процесса зависит зернистость, качество и экспортные свойства удобрений [1-4 и др.]. Поэтому, важно проводить исследования в данной области.

На основании изложенного были проанализированы существующие проблемы процесса производства суперфосфатных минеральных удобрений цеха АС-72М АО «Ферганазот», одного из крупнейших химических предприятий Республики Узбекистан. На рисунке 1 представлена

технологическая схема производства суперфосфатных минеральных удобрений.



- 1-барабанный сушильный аппарат; 2- барабанный гранулятор; 3- горизонтальный смесительный реактор; 4-калорифер; 5- вертикальный смесительный реактор; 6-ковшовый элеватор; 7-молотковая дробилка; 8-сито; 9-циклон НИОГАЗ; 10-польный скруббер; 11-вентилятор; 12-центробежный насос; 13-ленточный конвейер; 14-бункер питатель; 15-барабанный охладитель.

**Рис.1. Технологическая схема производства суперфосфата.**

#### **Аналитические методы исследования:**

—Известно, что процесс производства суперфосфатных удобрений на АО “Farg’onaazot” включает: смешение мелочи фосфорита с серной кислотой в реакционной среде, гранулирование смеси с распылением сульфата аммония, сушка гранулированных удобрений, разделение на гранулометрические составляющие согласно регламента и упаковка готовых продуктов [6]. Разработанная технологическая схема считается энергетически эффективным, по сравнению с существующими классически линиями такого типа. К сожалению качество и экспорт производимых продуктов не отвечает к



нынешним требованиям. С целью определения исследуемой проблемы проведен системный анализ в двух стадиях.

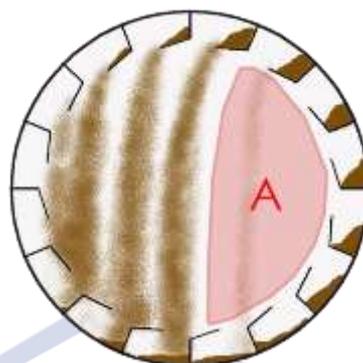
**Результаты аналитического исследования:**

На первой стадии было определено гранулометрический состав произведенного минерального удобрения и измерены температура и влажность материала. При проведении экспериментов использовались рекомендованные стандартные методики. По данной методике, удобрение сортировано в 5- ступенчатой лабораторной установке СМЦ-25 в течение 10 минут. Размер ячейки сита были 1; 3; 5 и 10 мм. На основании полученных результатов удобрение было разделено на фракции в процентном отношении [5].

Температура удобрения поступающее в барабан составляло 100 °С и её влажность 26,4%. При выходе из сушильного барабана температура составило 70 °С при влажности 14,39 %. Полученные результаты показывают, что линия производства удобрения не соответствует заданным регламентом требованиям (гранулометрический состав удобрения по технологическому регламенту 3 ÷ 5 мм , влажность не превышает 10 % и температура готового продукта в интервале 35 ÷ 40 °С). Кроме того, при размерах удобрений менее 3 мм требуется их повторное гранулирование с целью укрупнения гранул и для удобрений более 5 мм их измельчение. Это, в свою очередь, увеличивает количество энергии, потребляемой в процессе.

Возникновение этого состояния связано с процессами теплообмена в сушилке, что обусловлено переходом гранулированного удобрения в сушилку и отсутствием там достаточного контакта с тепловым агентом.

Корпус барабанного сушилки в процессе изготовления оснащен стандартной Г образной насадкой [6-8 и др.], конструкция этого типа плохо адаптирована распределению и при выборе ее не учитывались физические свойства производимого удобрения. На рисунке 2 представлена схема оснащения Г образной насадки, что наглядно показывает схему распределения высушиваемого материала по поперечному сечению барабана, где существует зона «А», не закрытая завесой падающего материала.



**Рисунок 2. Схема открытых и закрытых зон поперечного сечения сушилки оснащенного Г образными насадками.**

Как видно из рисунка 2, теплоноситель проходит через зону с наименьшим сопротивлением, то есть через зону «А». Это приводит к следующим негативным последствиям:

- увеличение зоны «А» в сушилке снижает полное и эффективное использование теплоносителя. Это приводит к снижению интенсивности теплообмена между теплоносителем и высушиваемым материалом, снижению скорости процесса сушки;

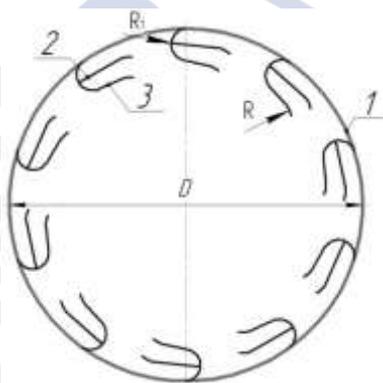
- скорость потока теплоносителя увеличивается из-за наличия зоны «А» в поперечном сечении сушилки. В свою очередь, за счет увеличения скорости потока происходит унос мелких частиц потоком теплоносителя;

- увеличение зоны «А» в сушилке вызывает повышение температуры отходящих газов из барабана и снижение энергетической эффективности процесса сушки.

Опыт работы барабанных аппаратов показывает, что изменение угла наклона по линии барабанной оси стандартных насадок на сушильном барабане не обеспечивает существенного увеличения площади покрываемой высыпавшим материалом. Если насадка установлена по линии барабана, площадь полосы будет максимальной, но она не будет достаточной. Справа и слева от поверхности барабана образуются открытые зоны "А". Наряду с другими техническими мероприятиями, предназначенными для расширения площади покрываемой высыпавшим материалом, используются шахматный порядок насадок и гребневая кромка насадки. Однако сечение барабана остается открытым на 30 - 40% поверхности. Оптимальным решением

уменьшения открытой зоны "А" в сушилке является выбор подходящей для процесса насадки и совершенствование ее конструкции. В настоящее время в этом направлении ведется большая научно-исследовательская работа, в качестве перспективного варианта представлены двухчастные насадочные конструкции.

На основании этого была разработана, улучшенная схема конструкции насадки. На рис. 3 представлена схема установки насадки на барабан.



*1-барабанный корпус; Первая часть 2-го сопла; Вторая часть 3-го сопла*

Рис. 3. Схема установки предлагаемой насадки на барабан.

Преимущество форсунки перед существующими конструкциями состоит, прежде всего, в том, что ее выливающаяся часть материала образует определенный уклон, что обеспечивает резкое сокращение открытых зон «А» в сушилке. Во-вторых, детали установлены на полукруглой конструкции, что предотвращает застревание материала в насадке.

Для испытания предложенной насадки в реальных производственных условиях, оценки ее воздействия на открытую зону «А» была разработана конструкция насадки и установлен цех АС-72М АО «Ферганаазот» на барабанную сушилку при производстве суперфосфатных минеральных удобрений.

Для оценки влияния насадки на открытые зоны "А" в сушилке были получены и проанализированы фотографии. По результатам анализа разбросанной материал, по сечению поверхности барабана, составила 5,9 м<sup>2</sup>,

а открытая зона «А» -  $0,5\text{м}^2$ . Результаты сравнивали с существующими конструкциями. Для полного сравнения параметров и снижения ошибки результатов был использован многофакторный системный анализ [9]. Систематический анализ проводился в следующей последовательности.

На первой начальной иерархическом уровне анализированы барабанные сушилки и насадки различных конструкций, применяемые при сушке минерального суперфосфата. Определены входные и выходные параметры системы.

Во второй иерархическом уровне были замечены элементы для передачи горячего воздуха и сырья, тепловая и зона обмена веществ и элементы для выпуска использованного горячего воздуха и сырья. Будут определены параметры ввода и вывода каждой вспомогательной системы.

На третьей иерархическом уровне наблюдалось взаимодействие фаз, общий рабочий объем сушилки и объем сушилки, заполненный насадкой. Будут определены параметры ввода и вывода.

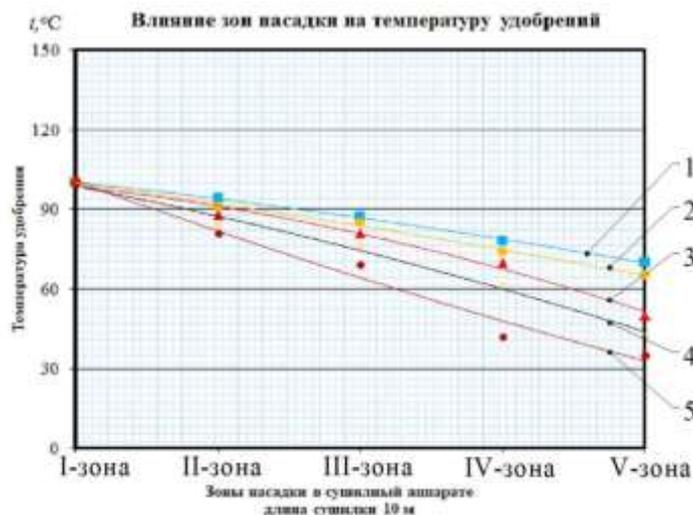
На четвертой иерархическом уровне наблюдались потоки фаз, общие контактные поверхности фаз, наличие неработающих зон и время нахождения в аппарате. Будут определены параметры ввода и вывода.

При расчете многоступенчатого анализа и параметров в рабочей зоне барабанного сушилки использована программа MATLAB.

Для оценки влияния конструкций насадок на взаимный теплообмен и выбор оптимальной конструкции в ходе исследования с использованием результатов анализа исследован влияние сушильного агента и его влияние на температуру продукции по зонам насадки (в существующем производстве насадочные зоны были размещены шахматным способом и состояли из пяти рядов) и построен сравнительный график (рисунок б).

Research Science and  
Innovation House





1- Г образная насадка; 2- подъемная лопастная насадка; 3- секторная насадка;

4 – X образная насадка; 5- Предлагаемая двухкомпонентная насадка.

Рис. 4. График изменения температуры в зависимости от типа насадки.

Из графических зависимостей на рисунке 4, видно, что температура выхода удобрения из сушилки на Г-образной насадке составляла 70 °С, 65,1 °С на подъемной лопастной насадке, 50 °С в секторной насадке, 43 °С в X-образной насадке и 35 °С в предлагаемой насадке, состоящей из двух частей. Это можно объяснить тем, что в процессе работы увеличение или уменьшение завесы материала на режущей поверхности барабана зависит от конструкции насадки. Это, в свою очередь, оказывает значительное влияние на температуру удобрения. По мере прохождения зона насадки влажность материала переходит к сушильному агенту, его температура снижается. Однако усложнение конструкции насадки и увеличение габаритных размеров приводит к увеличению гидравлических сопротивлений в сушилке. Следующие эмпирические формулы были получены с использованием метода наименьших квадратов для графических зависимостей, показанных на рисунке 4 [10; 11].

$$y = -0,4286x^2 - 5,0286x + 105,6 R^2 = 0,9989 \quad (1)$$

$$y = -0,3429x^2 - 6,6229x + 106,66 R^2 = 0,9956 \quad (2)$$

$$y = -1,4286x^2 - 3,2286x + 103,2 R^2 = 0,9862 \quad (3)$$

$$y = -0,7857x^2 - 8,9857x + 108,4 R^2 = 0,9909 \quad (4)$$

$$y = 0,6429x^2 - 20,757x + 120,6 \quad R^2 = 0,9784 \quad (5)$$

**Вывод:**

Проведен анализ конструкции насадки барабанной сушилки, используемой при производстве исследуемого удобрения, ее рабочих параметров, системы насадок различной конструкции и на основе анализа рекомендована усовершенствованная конструкция насадки, состоящей из двух частей.

Предложенная конструкция насадки была применена в реальных производственных условиях и экспериментально установлено, что она полностью удовлетворяет требованиям технологического регламента.

**Список использованных литератур:**

1. Tojiev R. J. Drying glass feed stock in drum drier for manufacturing glass products //Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 22. – №. 3. – С. 137-140.
2. Тожиев Р. Ж., Ахунбаев А. А., Миршарипов Р. Х. Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате //Научно-технический журнал ФерПИ,-Фергана,(2). – 2018. – С. 116-119.
3. Mirsharipov R. H., Akhunbaev A. A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 11.
4. Тожиев Р. Ж. и др. Анализ процесса сушки минеральных удобрений в барабанном аппарате //Universum: технические науки. – 2021. – №. 8-1 (89). – С. 31-36.
5. Тожиев Р. Ж. и др. Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-1 (80). – С. 59-65.
6. Тожиев Р. Д., Ахунбаев А. А., Миршарипов Р. Х. Исследование гидродинамических процессов при сушке минеральных удобрений в барабанных сушилках //Научнотехнический журнал. – 2021. – Т. 4. – №. 4.
7. Tojiyev R. J., Akhunbaev A. A., Mirsharipov R. X. Research of hydrodynamic processes when drying mineral fertilizers in drum dryers //Scientific-technical journal. – 2021. – Т. 4. – №. 4. – С. 10-16.

8. Tojiev R. J. Axunbaev AA Mirsharipov RX Optimization konstruksii sushilnogo barabana na osnove sistemnogo analiza protsessa //Universum: tehniicheskie nauki. – 2020. – №. 11-1. – С. 80.
9. Tojiev R. et al. Optimized dryer design based on system process analysis //Universum: tehniicheskie nauki: nauchnyy zhurnal. – 2020. – №. 2. – С. 11.
10. Ахунбоев А. А., Хабибуллаевич М. Р. Барабанли аппарата дисперс материални куритиш жараёни статикаси. 2020 //Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Т. 5. – №. 1. – С. 268-272.
11. Khabibullaevich M. R. Drying Building Materials in a Drum Dryer //Journal of Marketing and Emerging Economics. – 2021. – Т. 1. – №. 6. – С. 93-97.
12. Mirsharipov R. Analysis of drying building materials in a drum dryer //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 8. – С. 145-152.

---

# Research Science and Innovation House