

*Шепелева Татьяна Николаевна  
студентка 2 курса магистратуры,  
институт автоматике и информационных технологий  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов  
e-mail: tatiyanashep@yandex.ru*

*Научный руководитель: Назаров В.Н.,  
кандидат технических наук, доцент  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов*

*Слепцова Алёна Александровна  
студентка 2 курса магистратуры  
институт автоматике и информационных технологий  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов*

*Научный руководитель: Третьяков А.А.,  
кандидат технических наук, доцент  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ САХАРО-ПАТОЧНОГО СИРОПА В ДИССУТОРЕ**

*Аннотация:* В статье предложен подход к внедрению современных технологий автоматизации процесса приготовления сахаро-паточного сиропа в диссудоре с использованием средств имитационного моделирования.

**Ключевые слова:** диссудор, гранулометрический состав, автоматизированная система управления, сахаро-паточный сироп.

*Shepeleva Tatiana Nikolaevna  
2nd year master student,  
Institute of Automation and Information Technologies  
Tambov State Technical University,  
Russia, Tambov*

*Scientific adviser: Nazarov V.N.,  
candidate of technical sciences, associate professor  
Tambov State Technical University,  
Russia, Tambov*

*Sleptsova Alena Aleksandrovna*  
*2nd year master student,*  
*Institute of Automation and Information Technologies*  
*Tambov State Technical University,*  
*Russia, Tambov*

*Scientific adviser: Tretyakov A.A.,*  
*candidate of technical sciences, associate professor*  
*Tambov State Technical University,*  
*Russia, Tambov*

## **MODERN TECHNOLOGIES OF AUTOMATION OF THE PROCESS OF PREPARATION OF SUGAR AND TAPE SYRUP IN THE DISSATOR**

**Abstract:** *The article proposes an approach to the introduction of modern technologies for automating the process of preparing sugar-treacle syrup in a dissulator using simulation tools.*

**Key words:** dispersant, particle size distribution, automated control system, sugar-syrup syrup.

Кондитерские изделия очень питательны и легко усваиваются. Это достигается за счет использования в их производстве разнообразного по химическому составу и свойствам сырья. Благодаря разнообразию компонентов формируется широкий ассортимент кондитерских изделий.

Но в связи с этим появляется ряд сложностей в управлении этим процессом. Отсутствие контроля над гранулометрическим составом используемого сахара приводит к тому, что управление реализует явно неоптимальные режимы: сахар растворяется в избытке воды и происходит длительный процесс в диссекторе, что приводит к чрезмерному использованию греющего пара и увеличению стоимости продукции [1].

Серьезное негативное воздействие на качественные показатели продукции оказывает колебание состава и кислотности поставляемой патоки.

Несмотря на широкое распространение представленного способа приготовления конфетных масс до сих пор не найдены эффективные алгоритмы управления процессом.

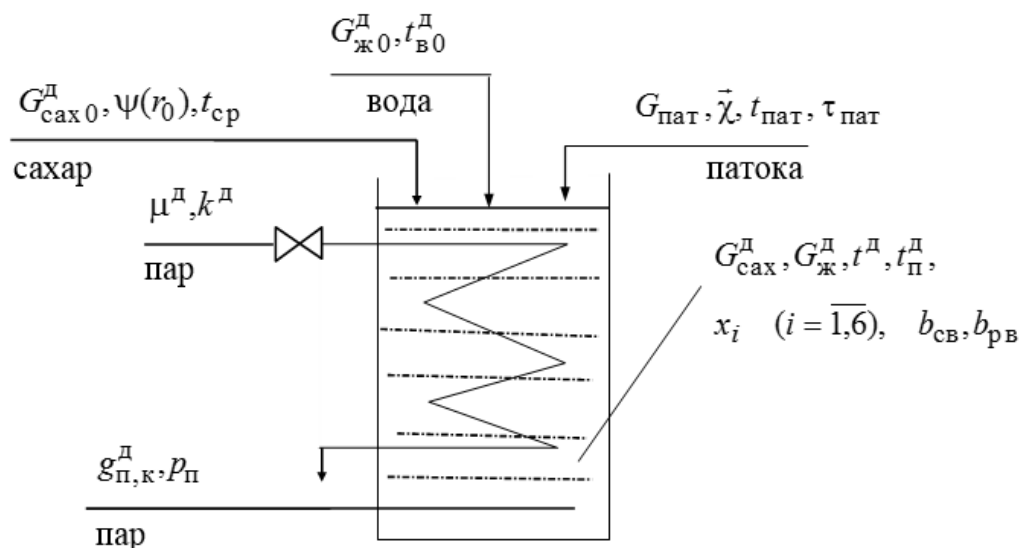
Основными производственными стадиями приготовления помадных конфетных масс являются:

- подготовка основного и вспомогательного сырья;
- получение помадного сиропа растворением и увариванием сахара и патоки;
- уваривание помадного сиропа;
- охлаждение и кристаллизация помадного сиропа;
- получение конфетной массы путем темперирования и смешивания помадной массы с ароматическими добавлениями и красителями [2].

Одной из наиболее энергоемких стадий, является стадия приготовления сиропа.

Сироп представляет собой водный раствор сахара-песка в воде с массовой долей влаги 16-20 %. Сахарные сиропы целесообразно получать при более высокой температуре, чтобы процесс растворения протекал как можно быстрее. Необходимо помнить, что в большинстве случаев сахар-песок имеет слабокислую реакцию ( $pH = 6,3$ ), поэтому при высокой температуре сиропа в нем может происходить частичный распад сахарозы на фруктозу и глюкозу [3].

На рисунке 1 представлена упрощенная схема диссюратора.



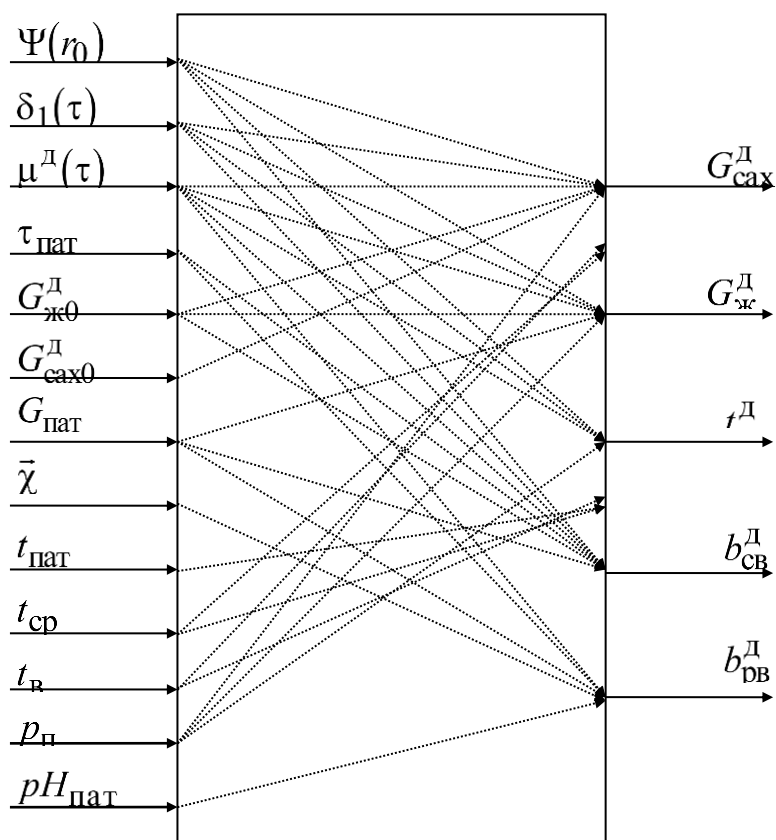
**Рисунок 1. Упрощенная схема диссюратора**

Диссюратор представляет собой сосуд, на дне которого расположен барботер. В средней части диссюратора установлен змеевиковый теплообменник. Нагрев и

упаривание раствора осуществляется подачей греющего пара в змеевиковый теплообменник и барботер. Подачей греющего пара в барботер обеспечивается также перемешивание раствора. Для снижения теплотерь в окружающую среду между стенками диссатора помещен слой теплоизоляции.

Змеевиковый теплообменник служит для нагрева и уваривания сахаропаточного сиропа за счет тепла, выделившегося в результате конденсации греющего пара [4].

Основными технологическими параметрами процесса получения сахаропаточного сиропа в диссаторе являются масса не растворившегося сахара, масса и температура сиропа, концентрации сухих и редуцирующих веществ. Связь между основными технологическими параметрами (выходными переменными модели) с входными переменными иллюстрирует рисунок 2.



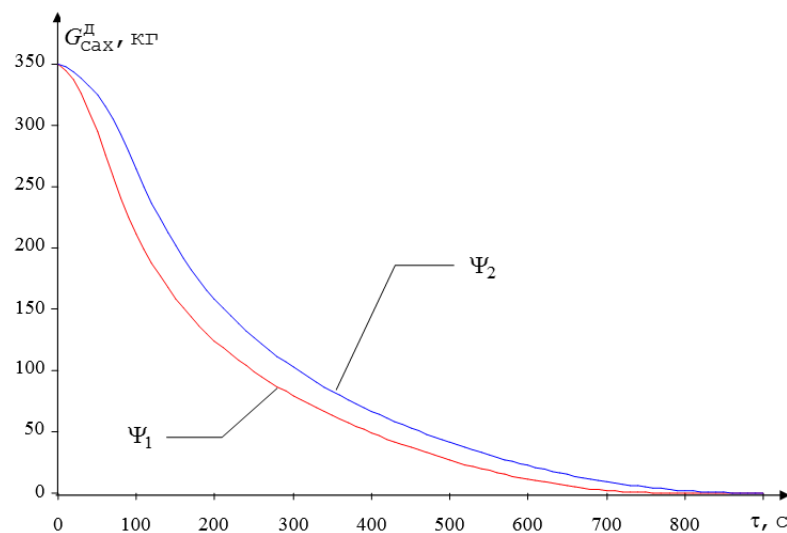
**Рисунок 2. Структура математической модели процесса получения сахаропаточного сиропа в диссаторе**

Входными переменными математической модели процесса приготовления сахаропаточного сиропа в диссаторе являются масса загружаемого сахара  $G_{сах0}^D$

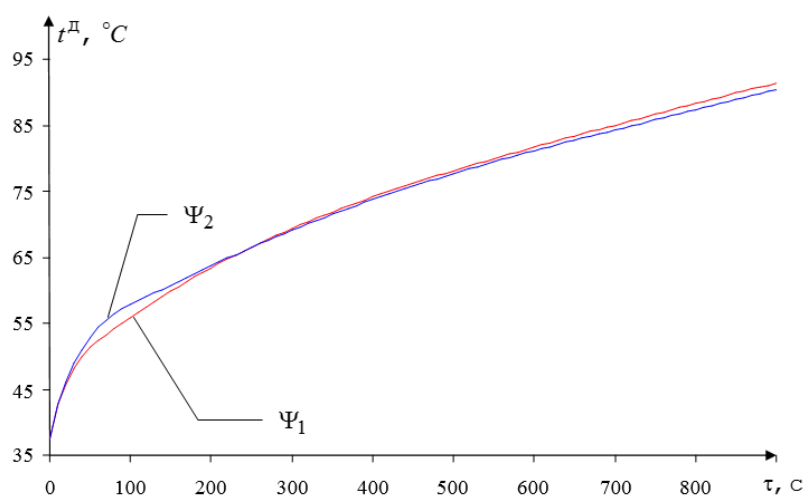
; функция плотности распределения кристаллов по размерам  $\Psi(r_0)$ ; функция управления барботером  $\delta_1(\tau)$ ; степень открытия заслонки на линии подачи пара в змеевиковый теплообменник  $\mu^D(\tau)$ ; масса  $G_{ж0}^D$  и температура  $t_B$  заливаемой воды; температура окружающей среды  $t_{cp}$ ; давление подаваемого греющего пара  $p_{п}$ ; момент подачи патоки  $\tau_{пат}$ ; температура  $t_{пат}$ , масса  $G_{пат}$  и химический состав  $\vec{\chi} = \{\chi_2, \chi_3, \chi_7, \chi_B\}$  патоки, где  $\chi_2, \chi_3, \chi_7, \chi_B$  - массовые доли каждой из компонент (мальтоза, глюкоза, декстрины, вода) патоки;  $pH$  патоки.

Выходными параметрами модели являются масса не растворившегося сахара  $G_{сах}^D(\tau)$ , масса  $G_{ж}^D(\tau)$  и температура  $t^D(\tau)$  сиропа, концентрация сухих веществ  $b_{св}^D(\tau)$  и редуцирующих веществ  $b_{рв}^D(\tau)$  в сиропе [5].

В результате численного эксперимента исследовано влияние изменения гранулометрического состава на динамику растворения сахара. Режим  $\mathfrak{R}(\delta_1(\tau) = 1; \mu^D(\tau) = 0; G_{сах0}^D = 350 \text{ кг}; G_{ж0}^D = 80 \text{ кг}; t_{вода} = 60^\circ\text{C}; t_{cp} = 20^\circ\text{C}; p_{п} = 5 \cdot 10^5 \text{ Па})$ . Под режимом понимается набор входных переменных математической модели, при которых исследуется технологический процесс. Рассмотрено растворение сахара с различным гранулометрическим составом. Результаты моделирования процесса растворения сахара, имеющего различный гранулометрический состав, представлены на рисунках 3 и 4.



**Рисунок 3. Динамика изменения массы не растворившегося сахара при растворении сахара различного гранулометрического состава**



**Рисунок 4. Динамика изменения температуры сиропа при растворении сахара различного гранулометрического состава.**

Благодаря внедрению современных технологий в автоматизацию процесса приготовления сахаро-паточного сиропа в диссудоре, позволят выявить управляющие и возмущающие воздействия, наиболее сильно сказывающиеся на качественных показателях процесса приготовления сиропа.

### Список литературы:

1. Сапронов А.Р., Жушман А.И., Лосева В.А. Общая технология сахара и сахаристых веществ. М.: Пищевая промышленность, 1979. 464 с.

2. Кормаков С.И., Кокашинский Г.Р., Кряжевская Л.И., Никитина А.А. Производство конфет. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 176 с.
3. Попов В.Д. Основы теории тепло- и массообмена при кристаллизации сахарозы. М.: Пищевая промышленность, 1973. 320 с.
4. Островский Г.М., Волин Ю.М. Моделирование сложных химико-технологических схем. М.: Химия, 1975. 312 с.
5. Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Кольцова Э.М. Системный анализ процессов химической технологии // Процессы массовой кристаллизации из растворов и газовой фазы. М.: Наука, 1983. 394 с.