

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СИРОПУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Явтухов А.В.

Науковий керівник: ас. Воскобойник Є.К.

Консультант: ас. Славінський Д.В.

Сироп (лат. *sirupus*, араб. شراب صيدلاني (шараб)) — концентрований цукровий розчин, суміш окремих цукрів (сахарози, глюкози, фруктози, мальтози) у воді чи в натуральному фруктовому соку [1].

Цукровий сироп є продуктом, який широко застосовується у багатьох галузях промисловості. Наприклад, у медицині, у кондитерській справі, в харчовій промисловості і кулінарії. Також цукровий сироп є одним з основних напівфабрикатів для виробництва лікєро-горілчаних напоїв [2].

Велике значення для стійкості сиропу має концентрація цукру. За інформацією з Державної фармакопеї VIII видання, цукровий сироп містить 64% цукру та 36% води. Приблизно така сама концентрація цукру і в інших сиропах. При меншій концентрації цукру сиропи псуються через розвиток мікроорганізмів (цвіль, скисання, помутніння та ін.). При більшій концентрації цукор викристалізовується [3].

Для приготування глюкозних сиропів з вмістом цукру до 65% та інвертних (фруктозних) сиропів в промисловості найчастіше використовують сироповарильні котли (рис. 1).

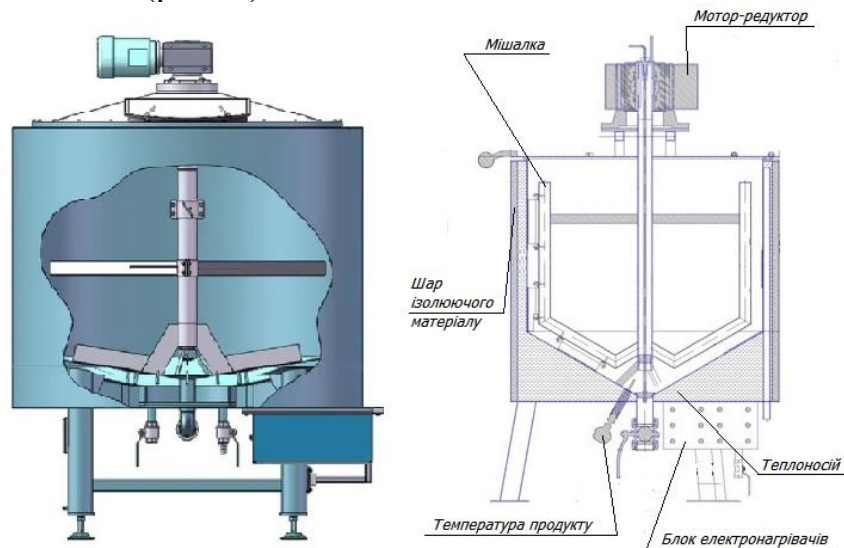


Рис. 1 Сироповарильний котел

Сироповарильний котел найчастіше представлений у вигляді тристінної ємності, в її конструкції обов'язково є зовнішня «сорочка», конусне дно з грибовою пробкою і кришка з люком через яку здійснюється подача основних компонентів. Вільний простір між стінками апарата має функціональне значення: перший шар містить теплоносій (вода, гліцерин), який нагріває вміст ємності до необхідної температури. Другий шар вільного простору заповнений

ізолюючим матеріалом для зниження втрат енергії та підвищення безпеки при експлуатації установки. Така конструкція дозволяє досягти високої продуктивності, керованості та енергоефективності обладнання.

Варіння сиропу вимагає високотемпературного і тривалого нагрівання. Виходячи з цього, в нижні відділи сироповарильного котла встановлюють трубчасті електронагрівачі – ТЕН [4].

Важливою технологічною особливістю сироповарильного котла є суміщення процесів нагрівання, уварювання та випарювання рідини, яке дозволяє на виході отримувати продукт з високою концентрацією активних речовин, що точно відповідає рецептурі. Постійне перемішування заданої інтенсивності прискорює виробництво, забезпечує рівномірне прогрівання вмісту та розподіл корисних речовин у всьому обсязі. Весь процес відбувається за умов нормального атмосферного тиску.

На основі даних, отриманих при проведенні активного експерименту у scada zenon, була виконана структурна та параметрична ідентифікація технологічного об'єкта – сироповарильного котла. Ідентифікація була виконана за допомогою System Identification Toolbox в математичному пакеті MATLAB. Було встановлено, що об'єкт має передаточну функцію (1):

$$W(s) = \frac{1.2 * e^{-40s}}{(114,29s + 1)} \quad (1)$$

Використовуючи передаточну функцію, в програмі Simulink/MATLAB була побудована модель об'єкта (рис. 2). Для моделювання об'єкту використано псевдовипадкові значення потужності нагрівача 0-100% («check»), які занесені до блоку «Перевірочні дані». Блок «Модель отримана в ident» містить дані моделі об'єкта, що отримані за допомогою System Identification Toolbox у Matlab. Для блоку «Ланка запізнення» встановлене часове запізнення 40 секунд.

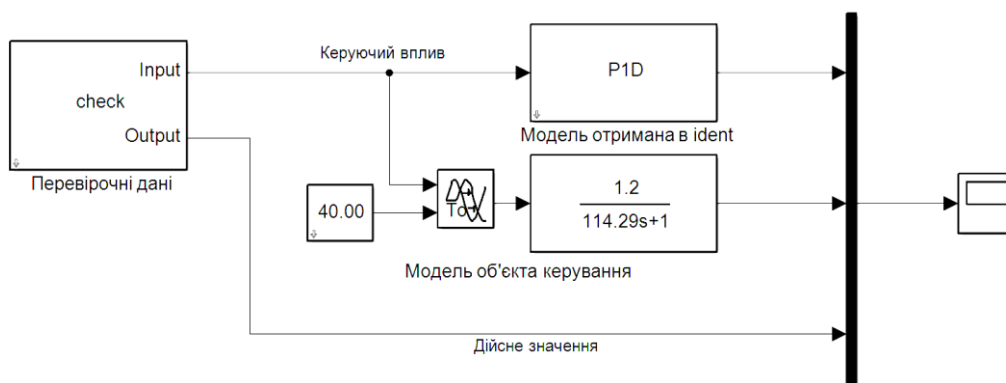


Рис.2 Модель об'єкта в Simulink

Результат моделювання об'єкта в Simulink при використанні псевдовипадкових значень потужності нагрівача 0-100% наведено на рисунку 3

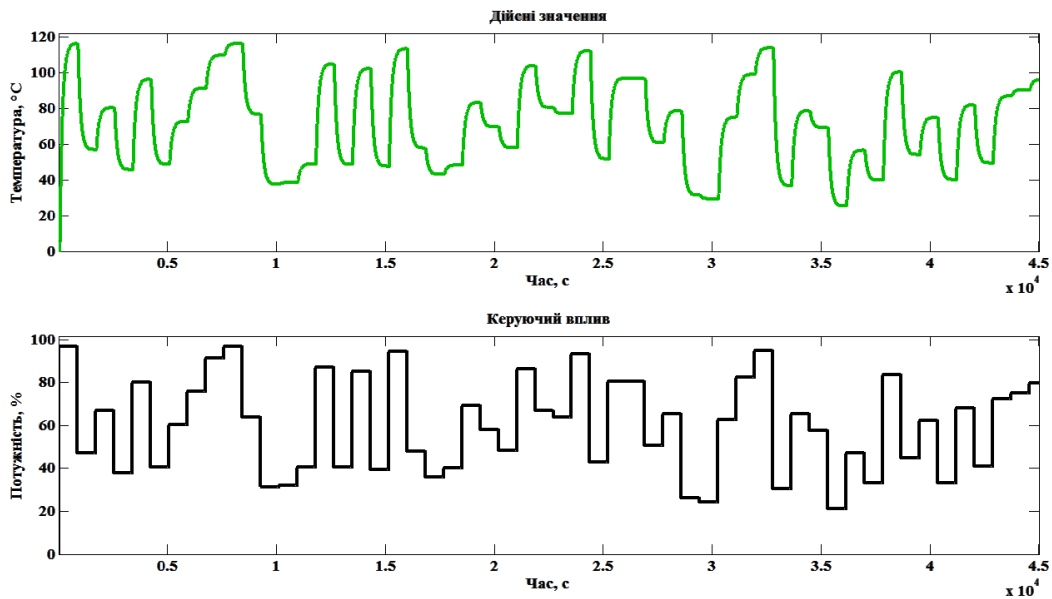


Рис.3 Результат моделювання об'єкта

Відповідність моделі об'єкта експериментальним даним за нормованим середньоквадратичним відхиленням становить 94,03%. Таким чином, модель об'єкта є адекватною і може бути використана для розробки і дослідження системи керування.

Перелік посилань

1. Сироп. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії: [сайт]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сироп> (дата звернення 10.04.2022)
2. Олійник С.І. Якість цукрового сиропу для лікєро-горілочного виробництва/ Олійник С.І.// Науково-практичний галузевий журнал «Цукор України». – 2015. – №8 (116). – С.13-17
3. Фармацевтична енциклопедія. Сироп: [сайт]. – Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/541/sirop> (дата звернення 12.04.2022)
4. Котел для варки сиропу: [сайт]. – Режим доступу: <https://tehnolog.com.ua/uk/catalog/confectionery/pot-for-boiling-of-sugar-syrup/> (дата звернення 12.04.2022)