

*Кофанова Н.В.,
к.т.н. Кишенько В.Д.,
к.т.н. Смітюх Я.В.
(НУХТ, м. Київ, Україна)*

СИТУАЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

В статті наведені результати теоретичних досліджень, запропоноване вирішення проблеми ситуаційного управління брагоректифікаційною установкою за допомогою експертної системи.

Ключові слова: *автоматизована система управління, база знань, експертна система, інтелектуальні системи, ланцюг логічного виведення, лінгвістична апроксимація, реальний масштаб часу, ситуаційне управління, сценарний підхід, технологічний об'єкт управління.*

В статье приведены результаты теоретических изысканий, предложено решение проблемы ситуационного управления брагоректификационной установкой при помощи экспертной системы.

Ключевые слова: *автоматизированная система управления, база знаний, интеллектуальные системы, лингвистическая аппроксимация, реальный масштаб времени, ситуационное управление, сценарный подход, технологический объект управления, цепочка логического вывода, экспертная система.*

I. Теоретичні аспекти

Актуальним вимогам сучасного стану багаторівневого розвитку наукової, технологічної та інтелектуальної бази спиртового виробництва відповідає необхідність підвищення рівня автоматизації [1] , що полягає зокрема в інтелектуалізації автоматизованого управління брагоректифікаційними установками [2]. Створення експертної системи ситуаційного управління реального часу згідно нормативам науково – дослідної роботи Міністерства освіти і науки України «Створити наукові основи управління біотехнологічними процесами харчових виробництв на основі принципів самоорганізації та адаптації» здійснює на даному етапі досягнення поставленої мети.

Головним визначальним фактором дієздатності автоматизації спиртового виробництва постає впровадження принципів контролю, управління, автоматичного регулювання параметрів технологічного процесу[1]. Брагоректифікаційна установка спиртового заводу має всі

характерні ознаки складної технологічної системи. Ефективне керування таким об'єктом вимагає застосування інтелектуальних технологій, зважаючи на високу ступінь невизначеності технологічної інформації, наявності багатьох альтернатив при прийнятті рішень по керуванню, значної нелінійності і нестационарності характеристик. Прийняття рішень по керуванню на основі інтелектуальних механізмів передбачає дослідження та розробку методів побудови інформаційних середовищ, що відображують знання експертів у відповідності до встановлених за певними ознаками виробничих ситуацій і рішень, що приймаються згідно з визначеними ситуаціями[3].

Розв'язання задач ситуаційного керування брагоректифікаційною установкою в режимі реального часу (тобто дані, що надходять до функціонуючої експертної системи, оброблюються потім в чітко зазначені моменти часу) і, в першу чергу, забезпечення високих якісних кондицій продукту - спирту-ректифікату при досягненні потрібного рівня продуктивності та питомих витрат сировини і енергії неможливо за допомогою традиційних існуючих методів [4]. Дійсно, при ситуаційному управлінні брагоректифікаційною установкою використовуються складні математичні моделі статистики та динаміки процесів брагоректифікації на основі опису явищ тепломасообміну, які надзвичайно складні в реалізації в алгоритмах ситуаційного керування. Особливо така негативна риса цих моделей проявляється при переходах між різними режимами функціонування технологічного об'єкту управління [5]. Тому необхідно розробити оригінальні алгоритми на основі інженерії знань та використати нові інформаційні технології, які дозволили б уникнути вищенаведених труднощів.

На етапі інтенсивно використовуються розроблені у великій кількості інструментальні засоби для побудови експертних систем, і останнім часом затребуваності набувають здебільш динамічні експертні системи [6]. Також в контексті розробленої експертної системи слід зауважити, що йдеться зокрема про динамічну експертну систему, що вирішує такі задачі, як моніторинг в реальному масштабі часу, ситуаційне управління виробничими процесами, виявлення несправностей тощо.

Однією з найбільш складних проблем, що виникають при розробці експертних систем реального часу, є перетворення знань про технологічний об'єкт управління та прийнятних способів вирішення поточних ситуаційних питань в раціональну форму для ефективного використання на різних ієрархічних рівнях управління [7].

II. Результати досліджень

З метою отримання знань був проведений всесторонній аналіз процесів брагоректифікації як об'єкта керування. Статичні характеристики брагоректифікаційної установки оцінювались з точки зору їх

чутливості. Особлива увага була приділена параметрам, що характеризують якість продукції, а також енергетичні та матеріальні витрати: вміст етанолу в рідині, вміст ефіро-альдегідної та сивушної фракцій, втрати спирту в барді та лютерній воді, питомі витрати пари та охолоджувальної води. Вивчалися властивості брагоректифікаційної установки в широкому спектрі змінювання продуктивності, які характеризують потенціальні можливості для її керування.

БРУ відносяться до складних об'єктів управління з високим ступенем невизначеності, яка особливо проявляється при виникненні проблемних ситуацій, що потребують поряд із формальними алгоритмами застосування евристик та алгоритмів, основаних на досвіді, дослідженнях, інтуїції, творчих здібностях тощо досвідчених фахівців – експертів. Через суттєву нелінійність природи об'єкту управління виникає необхідність в розробці евристичних моделей, методів прийняття рішень, побудованих на знаннях, та реалізованих на сучасних програмно-технічних комплексах у вигляді підсистем інтелектуальної підтримки прийняття технологічних рішень систем управління БРУ, і на новітньому рівні розвинення науково-технічного прогресу та нанотехнологій актуальним є створення експертної системи в якості дорадчої в складі автоматизованої системи управління брагоректифікаційною установкою.

За методикою [8] проведена лінгвістична апроксимація основних технологічних змінних та сформовані продукційні правила керування, що відображують всі аспекти ситуаційної поведінки процесів ректифікації.

На рисунку 1 поданий фрагмент лінгвістичної апроксимації технологічних змінних брагоректифікаційної установки із запозиченими відповідними позначеннями координат та функцій належності.

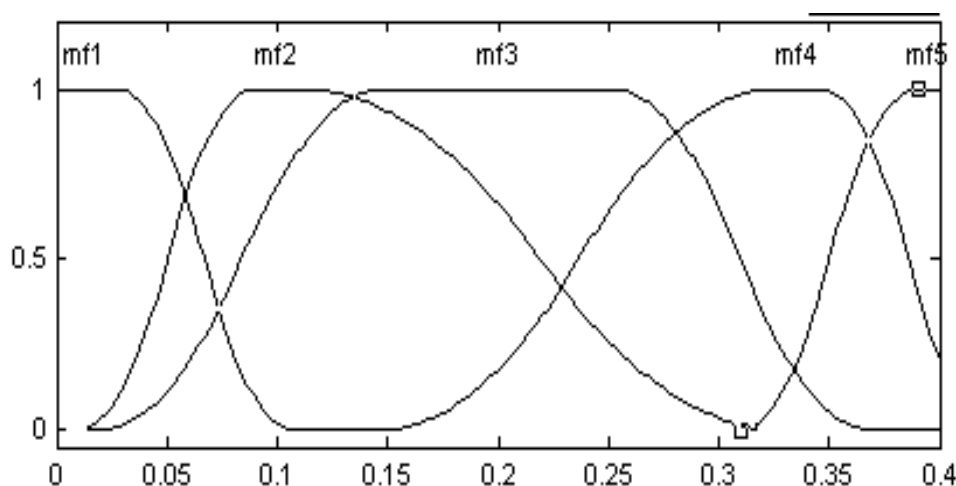


Рисунок 1 - Лінгвістична апроксимація за вхідними змінними БРУ.
Тиск верху епіюраційної колони

Позначення та координати функцій належності наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Позначення та координати функцій належності

позначення терму	Тиск верху ЕК	Координати функції, яка апроксимує функцію належності
Mf1	низька	[0 0 0.0269 0.107]
Mf2	Нижче середн.	[0.01004 0.09004 0.11 0.3286]
Mf3	норма	[0.019 0.149 0.251 0.369]
Mf4	Вище норми	[0.1466 0.326 0.346 0.426]
Mf5	висока	[0.31 0.39 0.41 0.49]

Розроблена база знань, яка являє собою сукупність сформованих продукційних правил із зворотнім ланцюгом логічного виведення.

Користуючись методами когнітивної інтроспекції, механізм логічного виведення побудований на сценарно-прецедентній концепції.

Вибір необхідного сценарію, як блоку нечіткої моделі сценаріїв, здійснюється модулем вибору сценаріїв управління із бази знань в результаті аналізу та розпізнавання ситуацій і прогнозу розвитку об'єкта. На програмному рівні кожний блок являє собою окрему автономну підсистему загальної системи бази знань, представлених за допомогою продукційних правил типу If ... then (Якщо , ТОДІ).

Вигляд нечіткого сценарію для завантаження відповідної підсистеми бази знань, як приклад для вибору сценаріїв максимізації продуктивності, може бути записаний так:

1. If ($QvBK_{oth}$ is $mf1$) and (Qv_BK is $mf1$) and ($PvBK$ is $mf2$) and ($PnizBK$ is $mf2$) and ($QothEK$ is $mf3$) and ($PvEK$ is $mf3$) and (Fep is $mf3$) and ($X0EK$ is $mf3$) and ($PvRK$ is $mf3$) and ($Tcontrtar$ is $mf3$) and ($TempNizRK$ is $mf3$) then ($ScenarSys$ is $mf1$) $mf3$) (1)

Після вибору необхідної підсистеми сценаріїв завантажується підсистема аналізу поточної ситуації, та вибудовується укрупнена послідовність дій для досягнення поставленої цілі управління:

2. If ($Scenar$ is $mf1$)) then ($VbrajkinaBK$ is $mf4$)($DSPIRTA$ is $mf4$)($VpariBK$ is $mf4$)($VpariEK$ is $mf3$)($VparinaRK$ is $mf4$)

Реалізація розробленої інтелектуальної системи керування брагоректифікаційною установкою здійснювалась на основі сучасних інструментальних засобів CLIPS, проводиться підготовча робота з метою використання оболонки динамічних експертних систем G2. Створена інте-

лектульна система керування брагоректифікаційною установкою інтегрована в АСУТП спиртового заводу на основі мікропроцесорних контролерів, SCADA та MES систем.

Висновки

В результаті досліджень створена інтелектуальна система ситуаційного управління брагоректифікаційною установкою з використанням сучасних комп'ютерних технологій, що забезпечує ресурсо- та енергозощаджувальне функціонування технологічного комплексу спиртзаводу: підвищилась якість продукції, зменшились втрати сировини та енергії.

Бібліографічний список

1. *Мандельштейн М.Л. Численное решение одной задачи статической оптимизации процесса бинарной ректификации / М.Л. Мандельштейн, Л.А. Аксельрод. - В кн.: системный анализ и алгоритмизация производственных процессов. - Киев, 1973. - С.69-77.*

2. *Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов. - Санкт-Петербург, Наука, 2006. - 336с.*

3. *Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: навчальний посіб./ А.П. Ладанюк. - Вінниця: Нова книга, 2004. - 176 с.*

4. *Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Д.А. Поспелов. - М.: Наука, 1986. - 288с.*

5. *Бондаренко М.Ф. Оптимізаційні задачі в системах прийняття рішень / М.Ф. Бондаренко, А.М. Гвоздинський. - Інститут змісту та методів навчання, Харківський держ. технічний ун-т. радіоелектроніки. - Х., 1998. - 215 с.*

6. *Ямпольський Л.С. Штучний інтелект у плануванні та управлінні виробництвом: підручник / Л.С. Ямпольський, О.А. Лавров. - К. : Вища шк., 1995. - 255 с. : іл..*

7. *Джордж Ф. Люгер Искусственный интеллект : стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание: пер. с англ./ Джордж Ф. Люгер. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. - 864 с.: ил. - Парал. тит. англ.*

8. *Ситуаційна модель управління брагоректифікаційною установкою/К.Г. Пилипчук, Я.В. Смітюх, В.Д. Кишенько, Н.В. Кофанова // Програма і матеріали 66 - ої наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Ч. II. - К.: УДУХТ, 2000. - 77с.*

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Заблудским Н.Н.