

СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЗМІШУВАННЯ ВАГОВИХ КОМПОНЕНТІВ

В.С.Борин, А.В.Долотко, І.Р.Головач

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46067
e-mail: atr@nuing.edu.ua

Національний університет «Львівська політехніка»,
79013, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, e-mail: tais_tm@ukr.net

Синтезовано нечіткий регулятор температури для забезпечення підігрівання рідких компонентів. Проведено опитування експертів та створено базу правил регулятора, що дало змогу врахувати всі можливі режими роботи установки. Проведено імітаційне моделювання, а також досліджено роботу регулятора на реальному об'єкті, що підтвердило його працездатність.

Ключові слова: змішування, технологічний процес, компонент

Синтезирован нечеткий регулятор температуры для обеспечения подогрева жидких компонентов. Проведен опрос экспертов и создана база правил регулятора, что позволило учесть все возможные режимы работы установки. Проведено имитационное моделирование, а также исследована работа регулятора на реальном объекте, что подтвердило его работоспособность.

Ключевые слова: смешивание, технологический процесс, компонент

The fuzzy regulator of temperature is synthesized for providing of heating of liquid components. Questioning of experts is conducted and a rulebase regulator is created, that allowed to take into account all of the possible modes of operations of setting. An imitation design is conducted, and also work of regulator is investigational on the real object, that confirmed his capacity.

Keywords: mixing, technological process, component

З метою нанесення фарбників на гранули для отримання полімерних композицій з певним індексом розплавлення (наприклад, у виробництві матеріалів на основі полівінілхлориду і поліолефінів) проводять змішування сипких (порошкоподібних і гранульованих) полімерних матеріалів у спеціальних апаратах: змішувачах, міксерах і турбоміксерах.

Змішувачі для полімерних матеріалів (mixers, Misher, melangerus) - апарати, призначені для приготування полімерних композицій шляхом їх змішування. За призначенням змішувачі існують для сипких матеріалів, рідких малов'язких систем і високов'язких ньютонівських середовищ. За способом перемішування змішувачі можуть бути механічними (найбільш поширені), гравітаційними (тільки для сипких), пневматичними, гідравлічними (тільки для рідких систем). Змішувачі розрізняють також за конструктивними особливостями робочого органа, що впливає на суміш, за принципом дії (періодичні і безперервні).

В нашому випадку змішування необхідно проводити у змінному температурному режимі. Оскільки йдеться про виробництво полівінілхлориду (ПВХ) і введення рідких пластифікаторів у процесі змішування, використовують двостадійний лопатевий (турбошвидкісний) змішувач. Останній складається з двох розташованих на різній висоті і сполучених між собою резервуарів із встановленими лопатевими роторами. З верхнього резервуару, що обігрівається, змішувана композиція під дією відцент-

рової сили надходить в нижній, охолоджуваний проточною водою.

У виробництві такого типу гостро стоїть проблема чіткого дозування всіх компонентів, що подаються у змішувач, оскільки саме на цій стадії, виходячи з практичного досвіду провідних технологів, найчастіше трапляються аварії (неправильне дозування компонентів). Наслідком таких аварій є брак, який можна виявити тільки на виході з екструдера, слідкуючи за його параметрами і фактичним виглядом гранул ПВХ. Ще однією проблемою, що пов'язана з інтенсифікацією виробництва і розширенням номенклатури продукції, є забезпечення достатньої гнучкості і адаптивності самого технологічного процесу, тобто створена АСУТП має надавати операторам максимальний доступ до параметрів тех. процесу і максимально усувати людський фактор впливу на виробництво. Як свідчить досвід провідних компаній, основним методом забезпечення надійності АСУТП є придбання повністю укомплектованих ліній, що поєднують у собі як дільниці дозування, так і змішування.

Розглянемо технологічну схему установки (рис. 1) для виявлення причин проблем, що можуть виникнути у процесі змішування компонентів.

Після запуску ваги (ТВ-1) в автоматичному режимі компонентів спрацьовує клапан К-1 і запускається насос Н-1. Розпочинається закачування першого компонента полімерної композиції. Після того, як перший компонент

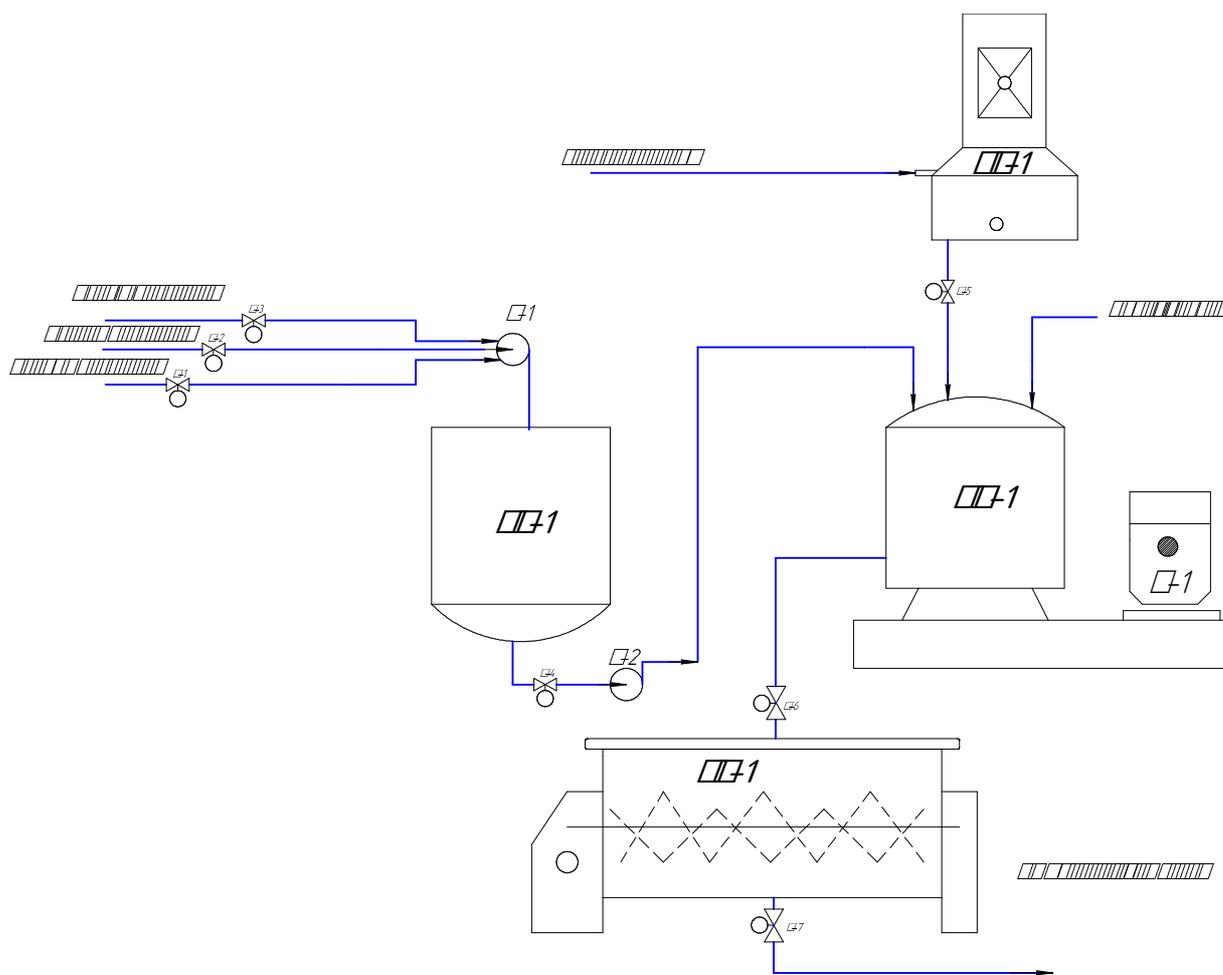


Рисунок 1 – Технологічна схема установки змішування сипучих компонентів

зважений, відкривається клапан К-2 і продовжується набір другого компоненту. Після досягнення встановленої сумарної ваги зважування припиняється. При досягненні ваги 40 кг вмикаються підігрівальні тенти, які після нагрівання рідких компонентів до оптимальної температури вимикаються. На даному етапі робота ваги ТВ-1 завершена.

На другому етапі технологічного процесу відбувається змішування сухих і рідких компонентів в турбоміксері ТМ-1. Процес змішування розпочинається після завантаження сухих компонентів з проміжної ємності ПЕ-1 в ТМ-1. Далі запускається турбоміксер на першій швидкості. Робота на цій швидкості уможливує плавний пуск, запобігає значному навантаженню на двигун і триває 30 с.

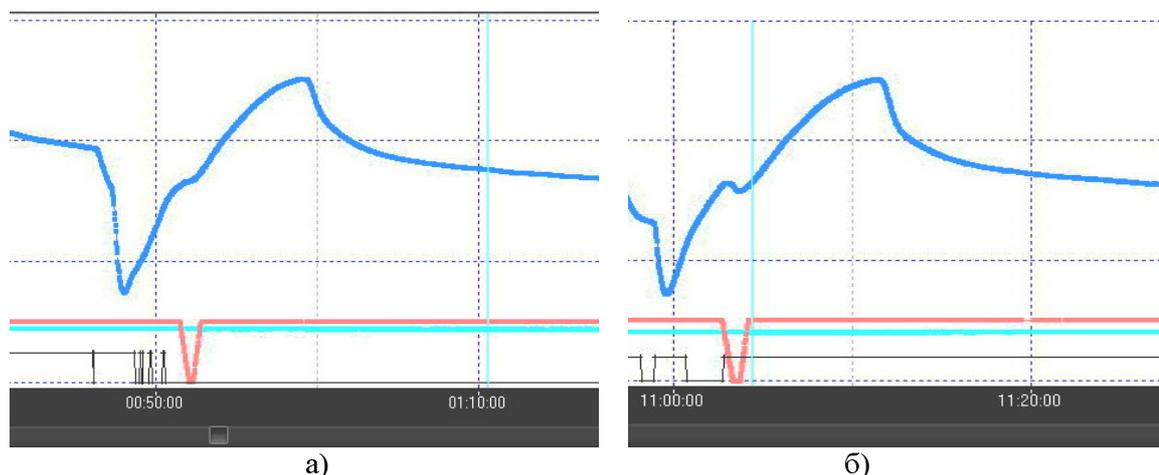
Після завершення першого етапу розпочинається другий, на якому здійснюється сам процес змішування сухих і рідких компонентів. Внаслідок тертя сухих компонентів зі стінками турбоміксера суміш нагрівається, і температура в змішувачі підвищується. Після досягнення сумішної температури 60°C вмикається насос Н-1, відкривається клапан К-4 і розпочинається скидання рідких компонентів. Робота турбоміксера на другій швидкості триватиме до того часу, коли температура суміші не досягне позначки 90°C. Тоді ввімкнеться третя швидкість. На третьому етапі, що триває 120 с, відбувається

вивантаження отриманого продукту (преміксу) в охолоджувач ОП-1. Внаслідок постійної циркуляції води в «сорочці» охолоджувача температура продукту знижується, і він надходить до технологічної установки для подальшої переробки.

Виходячи з особливостей функціонування технологічної схеми виробництва ПВХ та досвіду провідних технологів, можна виділити проблеми, що виникають в процесі турбозмішування.

Відсутність чіткого дозування вагових компонентів. Дана проблема полягає не лише у ретельному зважуванні компонентів, що, безперечно, є першочерговим завданням, але й у забезпеченні повного вивантаження рідкої фази та вчасному інформуванні персоналу і технологів виробництва про випадки не скачування рідких компонентів.

Відсутність регулювання температури в залежності від маси компонентів на вазі і температури в змішувачі. Температура в даному випадку є одним з основних показників, оскільки від неї залежать тривалість процесу змішування та якість вихідного продукту. Для розуміння даної проблеми розглянемо графіки перехідних процесів (рис. 2а та 2б). Як бачимо, від збурюючої дії внаслідок скидання рідких компонентів (рис. 2б) відбувається зниження температури, що збільшує тривалість техноло-



а) без збурення, що спричинене скиданням рідких компонентів; б) зі збуренням
Рисунок 2 – Графік перехідних характеристик по температурі для процесу змішування

гічного процесу від 15-20%, та, як було сказано раніше, впливає на якість змішування.

Якщо запобігти падінню температури шляхом підігрівання рідких компонентів, то вдасться досягти збільшення кількості замісів на 15-20 за добу і збільшення об'єму продукції, що випускається.

У зв'язку зі збільшенням номенклатури продукції виникає проблема із забезпеченням достатньої гнучкості керування технологічним процесом. Дана проблема властива не тільки підприємствам хімічної промисловості, але й усім іншим, що працюють в умовах ринкової економіки. В умовах сучасного виробництва будь-яка АСУ повинна володіти достатньою гнучкістю і адаптивністю для швидкого переходу на новий вид продукції.

Отже, задача автоматизації технологічного процесу змішування вагових компонентів полягає в чіткому дозуванні всіх компонентів, синтезі нечіткого регулятора температури, гнучкості автоматизованої системи керування, тобто можливості простої зміни всіх параметрів залежно від обраного продукту.

На основі аналізу літературних джерел і тенденцій світової автоматизації визначено, що у зв'язку з розвитком і удосконаленням програмних і технічних засобів обчислювальної техніки з'являється можливість організації нового підходу до розробки систем керування. Такий підхід базується на інтелектуалізації системи управління, що дає змогу адекватно моделювати технологічні процеси в умовах невизначеності, використовувати знання і виробничий досвід висококваліфікованих спеціалістів для прийняття управлінських рішень.

З'ясовано, що класичні методи теорії оптимального керування важко застосувати у вирішенні завдань управління в умовах невизначеності, оскільки вимагається висока точність моделювання, чого неможливо досягнути на практиці.

Точність і якість регулювання технологічним процесом дуже важлива на даній установці, адже відхилення технологічних параметрів процесу негативно впливає на якість вихідного

продукту, підвищує його собівартість, тобто завдає збитків підприємству. В даній статті запропоновано автоматизувати цей процес на базі законів і методів нечіткої логіки. То ж забезпечення високої точності підтримання на оптимальному рівні важливих параметрів вимагає:

1. Створення теоретичних засад автоматизованого керування процесом змішування вагових компонентів, які дозволяють теоретично обґрунтувати можливість удосконалення існуючої системи управління технологічним процесом.
2. Створення автоматизованого робочого місця оператора на базі сучасних засобів автоматизації і апробації отриманих результатів на реальному об'єкті.
3. Синтезу нечіткого контролера.
4. Розроблення нової функціональної структури системи автоматизації технологічного процесу змішування вагових компонентів.

Тепер перейдемо до розгляду синтезу нечіткого регулятора температури.

Синтез та налаштування будемо проводити в програмному пакеті MATLAB за допомогою вбудованого FIS-редактора, виклик якого проводиться з командного рядка командою **fuzzy**. У вікні, що відкрилося за допомогою команди **Add input**, додаємо ще одну вхідну змінну. Далі перейменуємо вхідні й вихідні величини згідно завдання. В результаті проведених операцій отримаємо загальну структуру нашого нечіткого регулятора.

Відтак переходимо до редактора функцій приналежності, відкривши властивості блока *Vaga_ridkux*. У вікні, що відкрилося, вказуємо діапазон зміни ваги рідких компонентів згідно з даними експертів і виробничих потреб.

Задамо функції приналежності *Vaga_ridkux*. Для лінгвістичної оцінки цієї змінної будемо використовувати три терма з трикутними функціями приналежності. Далі задамо найменування термам змінної *Vaga_ridkux*, за рецептурою їх буде три: «Мала вага», «Середня вага», «Значна вага». В результаті проведених дій отримуємо графічне вікно, зображене на рисунку 4.

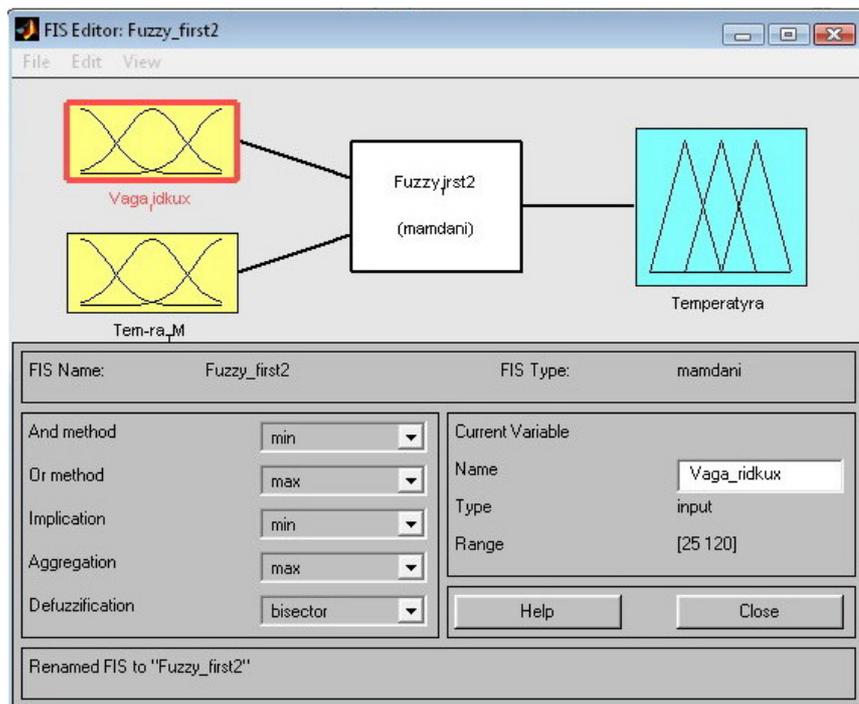


Рисунок 3 – Загальний вигляд нечіткого регулятора температури

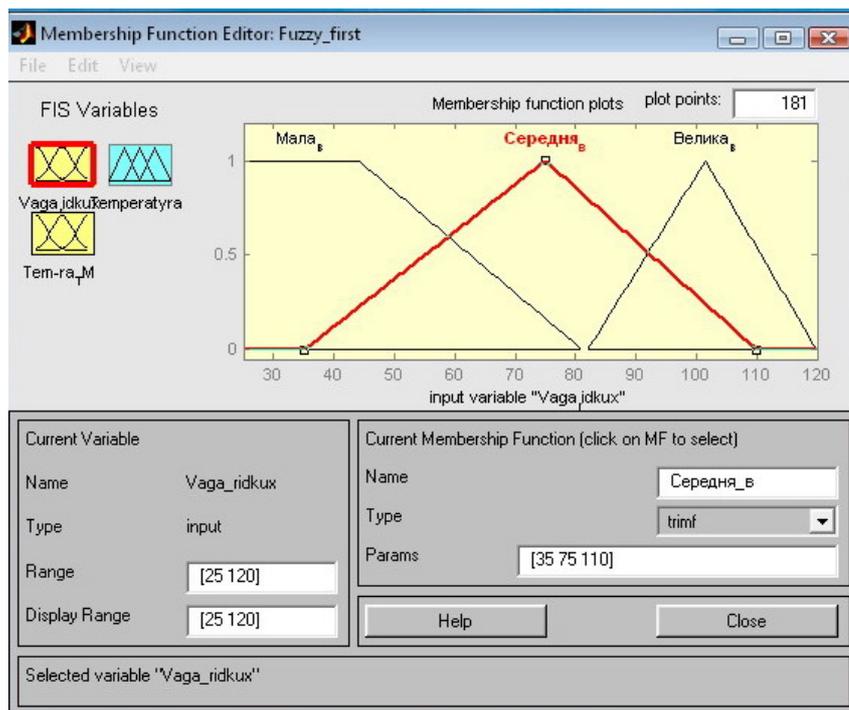


Рисунок 4 – Вікно налаштування функції приналежності ваги

Аналогічну процедуру проведемо і для функції належності *Tem-ra_TM*. Задамо назви терм: «Низька», «Середня», «Висока».

Наступним кроком у створенні нечіткого регулятора є налаштування бази знань, яка викликається за допомогою команди **Rules**. Базу правил будемо формувати згідно з експертними даними. Створення бази правил полягає у налаштуванні логічних зв'язків між термами ваги, температурою в змішувачі і вхідною величиною температурою підігрівання рідких компо-

нентів. Таким чином, наша система нечіткого виводу міститиме 9 правил, де в якості аргументів виступають вага рідких компонентів і температура в змішувачі, а на виході отримуємо значення підігрівання рідких компонентів:

ПРАВИЛО 1: Якщо «Мала вага» і «Низька температура», то «Температура середня».

ПРАВИЛО 2: Якщо «Середня вага» і «Низька температура», то «Температура вища середньої».

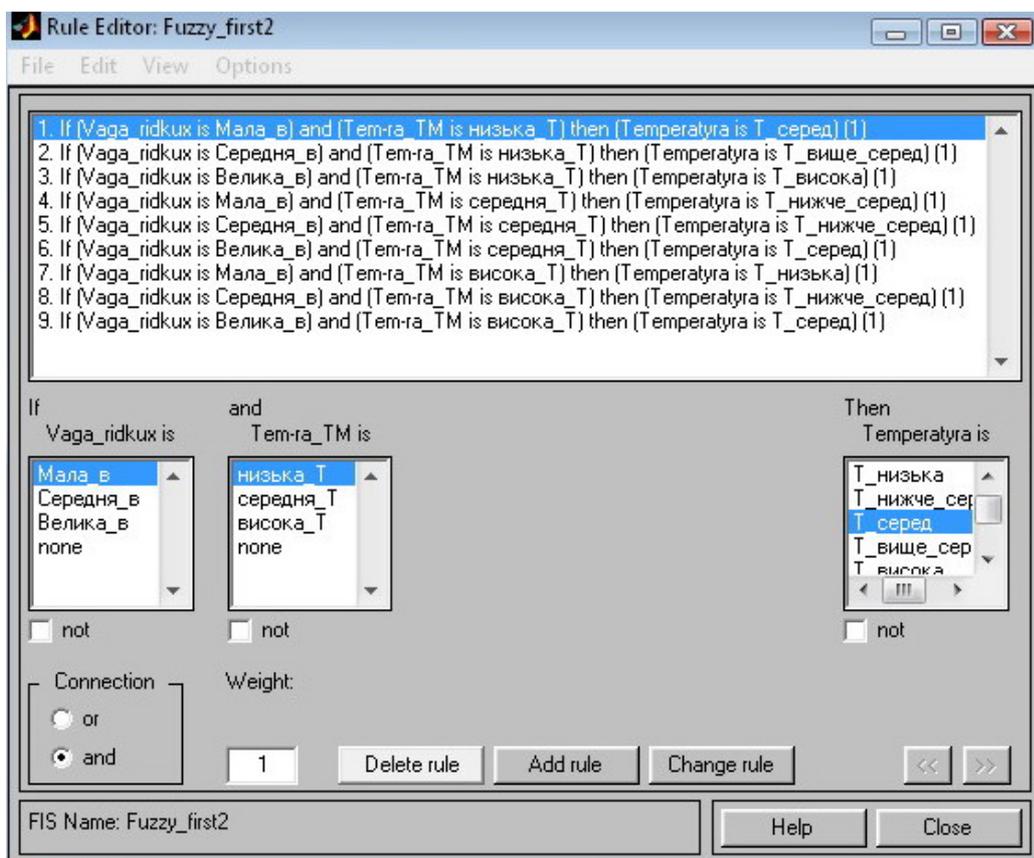


Рисунок 5 – Список правил для нечіткого регулятора

ПРАВИЛО 3: Якщо «Велика вага» і «Низька температура», то «Температура висока».

ПРАВИЛО 4: Якщо «Мала вага» і «Середня температура», то «Температура нижча середньої».

ПРАВИЛО 5: Якщо «Середня вага» і «Середня температура», то «Температура нижча середньої».

ПРАВИЛО 6: Якщо «Велика вага» і «Середня температура», то «Температура середня».

ПРАВИЛО 7: Якщо «Мала вага» і «Висока температура», то «Температура низька».

ПРАВИЛО 8: Якщо «Середня вага» і «Висока температура», то «Температура нижча середньої».

ПРАВИЛО 9: Якщо «Велика вага» і «Висока температура», то «Температура середня».

Таким чином, створивши необхідні правила, ми отримуємо графічне вікно (рис. 5).

Крім нечіткого регулятора, в роботі запропоновано автоматизувати процес на базі програмного забезпечення верхнього рівня, створивши операторський інтерфейс, що забезпечуватиме високий рівень адаптивності залежно від виробничих потреб. В даному випадку пропонується використання SCADA-системи TRACE MODE 6, на базі якої створено автоматизоване робоче місце для спостереження, контролю і корекції параметрів процесу змішування вагових компонентів. За допомогою вбудованих інструментів було створено три екрани з можливістю навігації та вільного переходу між ними:

- для відображення графіків реального часу;
- для архівних трендів;
- власне сама мнемосхема технологічного процесу змішування вагових компонентів.

Призначення екранів перших двох типів - це візуальне спостереження за протіканням технологічного процесу в реальному часі, а також перегляд архівної інформації за 24 години роботи системи. Останній екран, що представлений на рисунку 6, призначений здебільшого для налаштування процесу змішування, оскільки дає можливість змінювати будь-які параметри процесу, навіть ті, що не доступні операторам установки.

З метою забезпечення чіткого дозування компонентів пропонується створити програму, що автоматично корегуватиме час вивантаження рідкої фази залежно від заданої ваги. Програма була створена за допомогою вбудованих інструментів TRACE MODE 6, з використанням FBD програмування. Вона працює незалежно від контролера і корегує час без будь-якого втручання обслуговуючого персоналу. Крім того, для випадку аварійних ситуацій, які можуть вплинути на процес вивантаження, передбачено екран, що інформуватиме технолога про реальний стан ваги, оскільки знімає показники безпосередньо з тензодавачів ваги.

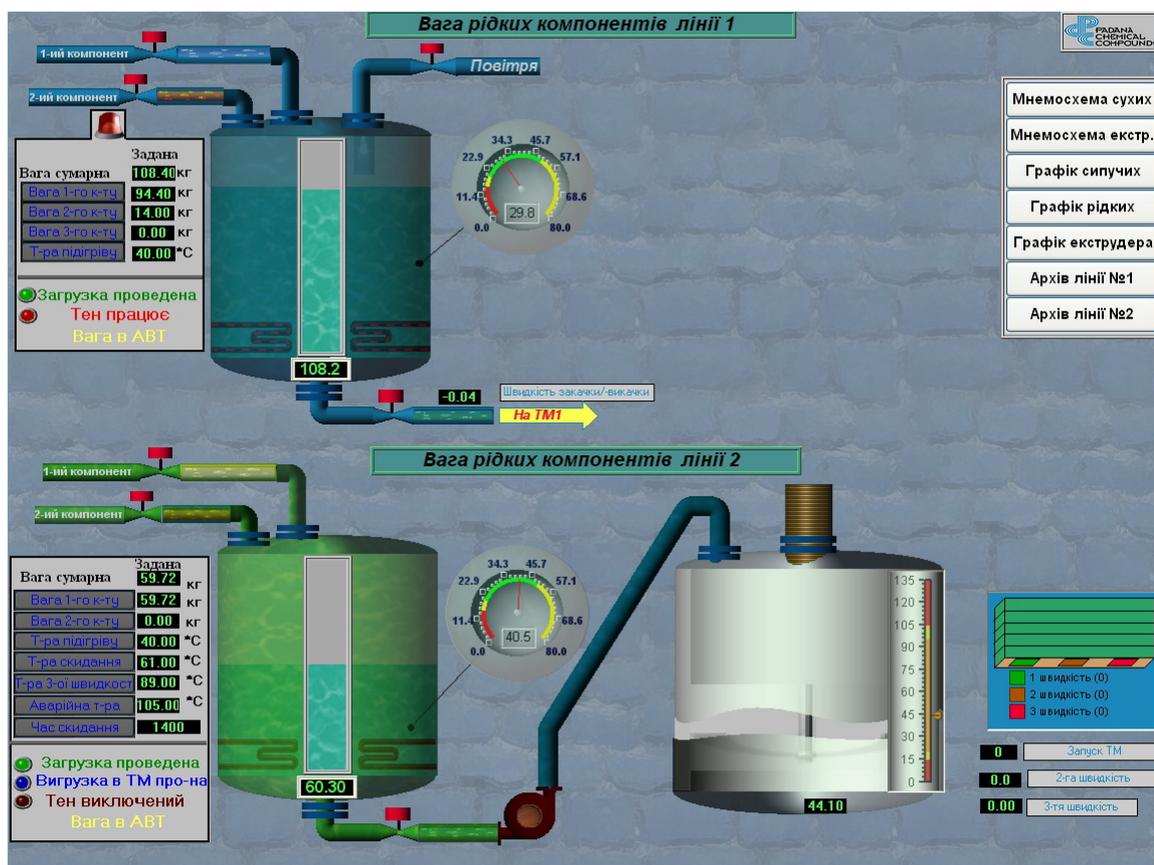


Рисунок 6 – Видгляд мнемосхеми змішування вагових компонентів

Література

1 Шур А.М. Высокомолекулярные соединения / А.М.Шур.– М.: Высшая школа, 1981. – 223 с.
 2 Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем в среде Matlab / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком. -100-110 с.

3 Семенов Г.Н. Фазі – логіка в системах керування: [навчальний посібник] / Г.Н. Семенов, І.І. Чигур, М.В. Шавранський та ін. – Івано-Франківськ : Факел, 2002. – 70 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 18.02.10
 Рекомендована до друку професором Г. Н. Семеновим*