

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ УВАРЮВАННЯ ЦУКРОВИХ УТФЕЛІВ У ВАКУУМ-АПАРАТІ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЕРА****Ю.М. Скаковський**Одеська національна академія харчових технологій  
65039, Одеса, вул. Канатна, 112, yurysk@ukr.net

Приведені результати дослідження, яке виконувалось в Одеській національній академії харчових технологій в межах госпдогвірної тематики. Розглянуті результати імітаційного моделювання роботи системи автоматизованого керування процесом уварювання цукрових утфелів у вакуум-апараті періодичної дії. Обґрунтована доцільність проведення моделювання у середовищі програмування мікропроцесорного контролера, на базі котрого створюється автоматизоване робоче місце оператора-варщика. Лабораторні дослідження проведені на спеціалізованому стенді із застосуванням узгоджених із замовником промислових мікропроцесорних контролерів та програмних засобів українського виробництва, в тому числі SCADA-системи «ИНДЕЛ». Розроблена спрощена модель процесу уварювання як об'єкта керування за двома основними каналами. Програми, що реалізують алгоритми керування уварюванням цукрового утфелю у апараті, та програма, що реалізує спрощену модель процесу, складена FBD подібною мовою програмування контролера МК52 українського виробництва. Для зв'язку програмованого контролера та комп'ютера використаний перетворювач інтерфейсів БПІ-52 (MODBUS RTU to USB) також українського виробництва. Аналіз результатів моделювання системи керування, що отримано у виді параметричних діаграм та часових графіків за допомогою SCADA-системи «ИНДЕЛ», дозволив зробити висновки про працездатність розроблених алгоритмів керування і програм, що їх реалізують. На основі отриманих позитивних результатів дослідження було створено промисловий варіант автоматизованого робочого місця оператора апарату. Окрім контролерів в щиті оператора і промислового комп'ютера, розроблено пульт дистанційного керування. Розроблену систему було впроваджено у складі модернізованої АСКТП продуктового відділення на діючому цукровому заводі. Виробничі випробування та експлуатація підтвердили працездатність системи керування процесом уварювання утфелів, яка була розроблена за результатами відповідних лабораторних досліджень. На основі отриманих результатів були визначені напрямки подальших досліджень, як у частині розвитку алгоритмів керування, так і в розвитку функцій САК.

**Ключові слова:** моделювання, система автоматизованого керування, автоматизоване робоче місце оператора, мікропроцесорний контролер, програма керування, вакуум-апарат періодичної дії, цукровий утфель, продуктове відділення, цукровий завод.

**Вступ**

Зараз роботи з моделювання різноманітних технологічних і бізнес- процесів дослідники, як правило, проводять у спеціалізованих програмних середовищах. Для імітаційного моделювання динаміки складних технологічних процесів найбільшу популярність отримали такі пакети програм як MATLAB (Simulink), LABVIEW, і ін., які дозволяють, за відсутністю можливості проведення експериментів у виробничих умовах з використанням спеціалізованих керуючих контролерів і інших технічних засобів, отримувати адекватні результати досліджень. Для впровадження у виробництво отриманих програмних результатів з реалізації алгоритмів керування

проводять конвертацію програмного забезпечення (ПЗ) в середовище програмованих керуючих пристроїв (контролерів).

Під час проведення робіт в Одеській національній академії харчових технологій з госпдоговірної тематики для підвищення ефективності функціонування систем автоматизації продуктового відділення Красилівського цукрового заводу Хмельницької області, яке модернізується, виконувались дослідження з розробки системи автоматизованого керування (САК) процесом уварювання цукрових утфелів у вакуум-апараті (ВА) періодичної дії. Технологічна програма, за котрою виконується керування процесом, тип керуючого контролера та SCADA-системи були узгоджені з замовником.

У зв'язку з наявністю спеціалізованого стенду, оснащеного програмованими контролерами та комп'ютером із SCADA-системою «ІНДЕЛ» (розробник ПП «Інфотехпром», м. Полтава) для створення АРМ оператора-варщика, було прийняте рішення проводити імітаційне моделювання у середовищі обраного контролера МІК52 (МПК) українського виробництва з використанням можливостей обраної SCADA-системи. Вибір технічних і програмних засобів ґрунтувався на досвіді останніх впроваджених на заводі розробок, враховуючи досвід робітників служби КВП і А з роботи і обслуговування мікропроцесорних контролерів та регуляторів фірми «МІКРОЛ» (м. Івано-Франківськ), а також SCADA-системи «ІНДЕЛ», яка використана в більшості АРМ операторів на інших ділянках заводу [1].

Імітаційне моделювання в середовищі програмованого контролера, на якому і буде реалізована промислова система керування, дозволяє уникнути етапу конвертації ПЗ, можливих помилок в цьому процесі та знижує обсяги робіт з налагодження САК в промислових умовах.

#### **Аналіз досліджень і публікацій**

Уварювання цукрових утфелів першого продукту здійснюється в модернізованому ВА, для інтенсифікації процесів кристалізації в котрому реалізована примусова циркуляція. Процес отримання утфелю першого продукту (кристалізації) традиційно розділяють на наступні етапи (стадії): набір (наповнення) ВА сиропом (вище рівня розташування гріючої камери), згущення його до певного стану, коли потрібно заводити у ВА цукрову пудру для створення центрів кристалізації; нарощування кристалів, згущення утфелю, вивантаження звареної маси в мішалку та пропарювання ВА [2]. Традиційний метод проведення всіх етапів отримання утфелю є робота з періодичним введенням у ВА сиропу (вихідного розчину) – так звані «підкачки». Таке технічне рішення пов'язано з високою щільністю вихідних розчинів, що утруднює використання неперервно діючих виконавчих пристроїв (ВП).

Як вихідний розчин використовується сироп із клеровкою (розчин цукру нетоварної якості) та відтоки утфелю першого продукту, який центрифугується (створюється біла та зелена патоки). Як агент, що гріє, використовується, згідно із тепловою схемою заводу, вторинна пара другого корпусу випарної станції (ВС), яка характеризується відносно низьким потенціалом (0,06 – 0,07 МПа), а також частково пара наступного корпусу ВС. Уварювання утфелю здійснюють під розрідженням, за допомогою керування регулюючим органом (РО) на вакуумпроводі до ВА, призначеним для керування температури в просторі ВА.

Принципова схема САК ВА періодичної дії (з циркулятором) зображена на рис.1

На рис.1 приведено корпус ВА, оснащений (ВП) для керування процесом уварювання утфелю та датчиками для отримання поточної інформації про протікання процесу.

Система містить ВП1, який подає гріючу пару у ВА, ВП2 для здійснення пропарки ВА між циклами уварювання, ВП3 (основний) зв'язку внутрішнього простору ВА із магістраллю розрідження, ВП4 (допоміжний) для подібного ж зв'язку, ВП5

(основний) для вивантаження готового утфелю у приймальну мішалку, ВП6 (допоміжний) для полегшення роботи ВП5, ВП7 для подачі вихідного розчину у ВА, ВП8 для зв'язку внутрішнього простору ВА із атмосферою, а також датчики рівня 9, температури в ВА10 та консистенції утфелю 11.

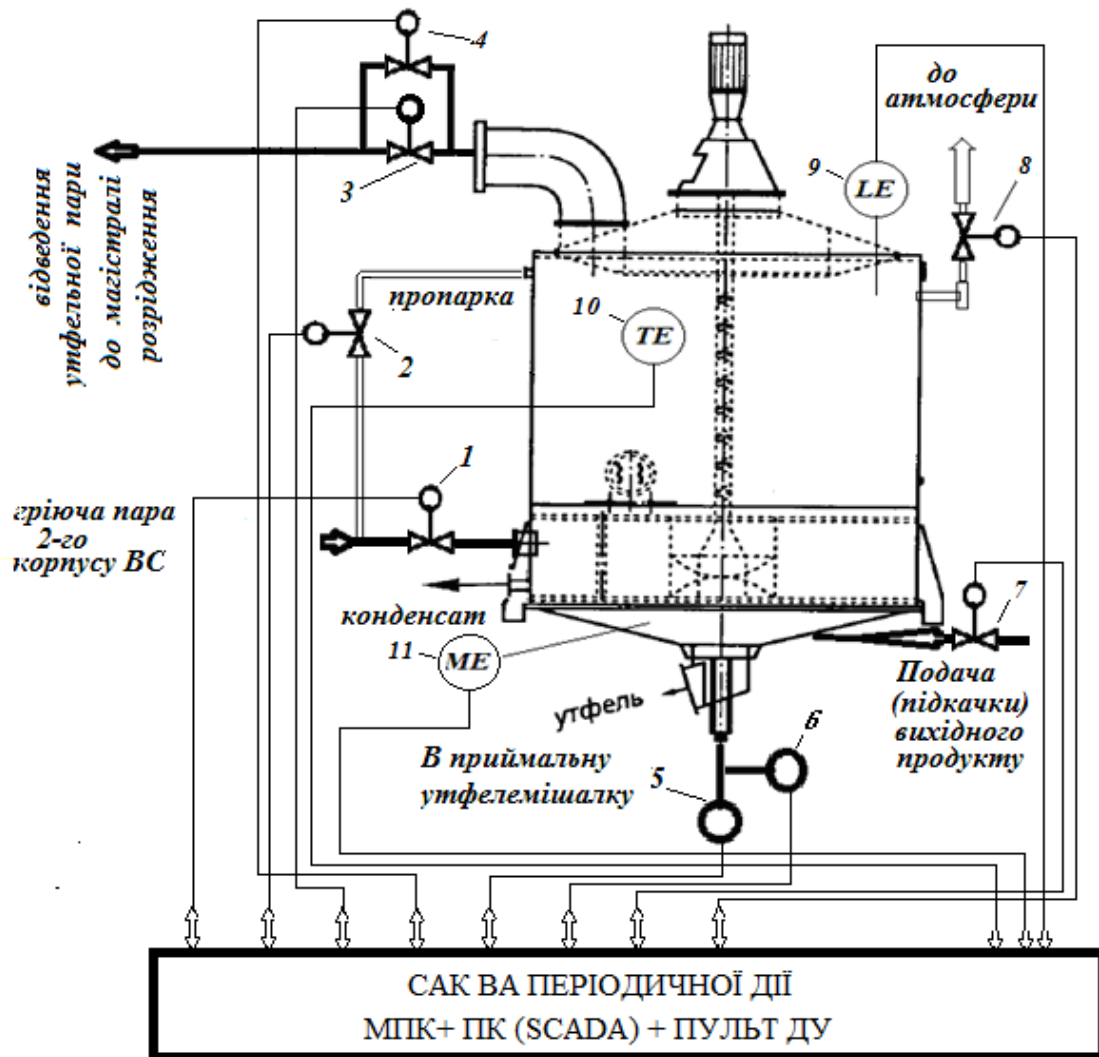


Рис 1. Принципова схема САК ВА

САК ВА включає програмований контролер, комп'ютер зі SCADA-системою та пульт дистанційного керування для реалізації оператором деяких допоміжних операцій.

### Мета роботи

Метою роботи є проведення імітаційного моделювання роботи САК процесом уварювання утфелів у ВА для створення, за позитивними результатами, АРМ оператора на базі сучасного програмованого контролера українського виробництва.

Узгоджений із замовником перелік завдань для САК виключав автоматизацію допоміжних операцій (Пуск – Зупинка – Вивантаження), оскільки ці операції оператор виконує в дистанційному режимі з розробленого пульта ВА. Таким чином, створюється не автоматична, а автоматизована система керування.

У перелік завдань дослідження входить: розробка алгоритму і програми уварювання утфелю з використанням мови програмування мікропроцесорного

контролера МІК52 та дослідження роботи САК в лабораторних умовах і, за отриманням успішного результату, створення промислового АРМ оператора на базі зазначеного контролера з використанням SCADA-системи «ІНДЕЛ» українського виробництва, що дозволить у подальшому включити цей АРМ у склад АСКТП і підключення її до існуючої заводської інформаційної мережі.

Імітаційне моделювання проводилося на лабораторному стенді, який містить: промислові контролери (МІК52, МІК112), імітатори аналогових та дискретних сигналів, блок перетворення інтерфейсів (БПІ-52), комп'ютер із встановленим програмним забезпеченням, в тому числі, драйвером для БПІ-52, SCADA-системою «ІНДЕЛ» з драйвером MODBUS RTU, що забезпечує зв'язок із мережею контролерів за допомогою двохпроводного інтерфейсу RS-485.

Вибір налаштувань інтерфейсів виконувався з урахуванням відомої інженерної методики, яка базується на наслідку із теореми Котельникова, що забезпечує оптимальний період опитування даних із виключенням втрати інформації.

## Основний розділ

На першому етапі дослідження була складена структурна схема САК уварювання утфелів у ВА, що включає об'єкт керування (ОК) та керуючий пристрій. САК можна представити у вигляді схеми, яка приведена на рис. 2.

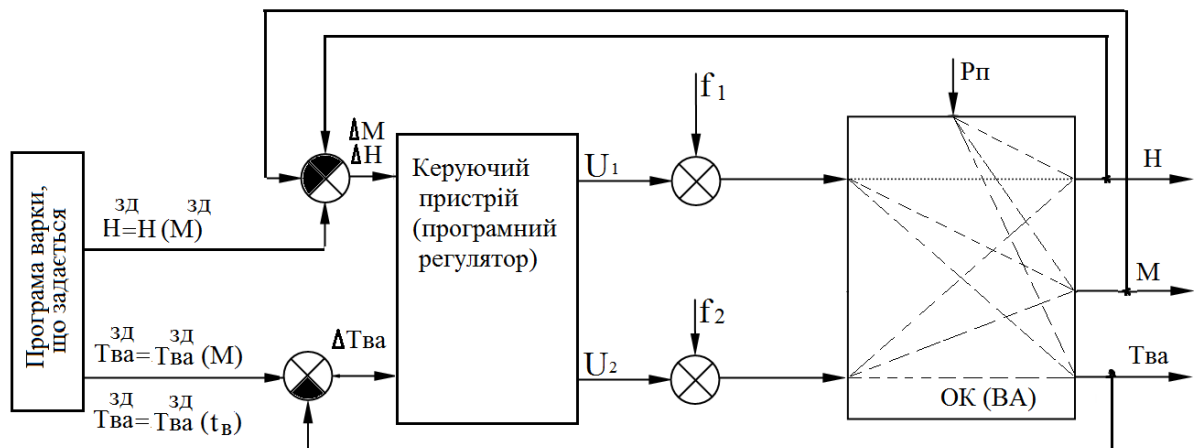


Рис. 2. Структурна схема САК уварювання утфелю у ВА

Позначення на схемі:

$H$  – рівень продукту у ВА, %;

$M$  – структурна в'язкість продукту у ВА (за ротаційним датчиком), %;

$T_{ва}$  – температура в просторі ВА, °С;

$P_{п}$  – тиск пари, що гріє, МПа;

$U_1$  – положення регулюючого органу, що керує подачею вихідного розчину у ВА, %;

$U_2$  – положення регулюючого органу, що керує зв'язком простору ВА з магістраллю розрідження, %;

$t_{в}$  – час в циклі уварювання;

$f_1, f_2$  – вектори неконтрольованих збурень.

ВА періодичної дії як об'єкт керування має ряд особливостей. У ньому присутні перехресні зв'язки змінних та велика кількість впливів, які збурюють, і автоматичний контроль значної кількості яких є дуже утрудненим, оскільки пов'язаний із якісним

складом вихідних розчинів та продукту у ВА, що уварюється. Суттєвий вплив на вихідні змінні оказує тиск гріючої пари, який йде як вторинна із другого корпусу ВС [2]. Крім того, відомо, що в циклі варки ВА витрати пари, котра гріє, є нерівномірними і залежними від стадії варки та конструктивних особливостей ВА. В [3] приведені подібні залежності, які були отримані експериментально для конкретної модифікації ВА продуктового відділення цукрорафінадного заводу, але розповсюджувати їх для всіх аналогічних конструкцій ВА бурякоцукрового виробництва є недоцільним без дослідження індивідуальних характеристик ВА та процесів варки в них утфелю. У тому ж джерелі приведена рекомендація щодо зменшення коливань тиску гріючої пари для групи ВА періодичної дії, яка базується на оптимальному керуванні моментом запуску в роботу кожного окремого апарата в групі. Проведення аналогічних експериментальних досліджень для кожного ВА є достатньо витратними та технічно складними.

Відомі також дослідження з пошуку оптимальних змін в часі  $T^{zd} = T^{zd}(t)$  заданої температури в просторі ВА в процесі уварювання утфелю у ВА та додавання до складу пари, що гріє, парів четвертого корпусу ВА, з метою скорочення загального часу циклу уварювання утфелю та енергозбереження. В той же час, на ці залежності також суттєво впливають індивідуальні особливості конструкції ВА та складу вихідних продуктів, тому оцінювання параметрів цих залежностей доцільно проводити експериментально під час роботи САК, яка здійснює автоматичну варку. При цьому доцільним є пошук оптимальної, за критерієм мінімального часу циклу уварювання зі збереженням потрібної кристалоструктури, залежності  $T_{ea}^{zd} = T_{ea}^{zd}(M)$ .

З урахуванням вище зазначеного, було прийняте рішення в даному дослідженні зосередитись на розробці саме програми керування уварюванням утфелю у ВА, реалізації цієї програми в середовище програмування контролера МІК52 та промислового комп'ютера із SCADA-системою «ІНДЕЛ» для створення АРМ оператора-варщика. Провести лабораторні та промислові дослідження працездатності розробленої системи автоматичного уварювання утфелю.

Дослідження згаданих вище залежностей між змінними процесу варки у ВА доцільно проводити на діючому ВА, котрий керується автоматично у складі АРМ оператора-варщика.

Технологічна програма уварювання утфелю у ВА була запропонована за результатами передпроектних досліджень й узгоджена із замовником у вигляді залежності  $H=H(M)$ , методика отримання якої традиційно використовується в САК уварювання утфелів. Побудова такої програми аналітичними методами, оптимальної з точки зору якості отриманих кристалів цукру та мінімального часу циклу уварювання, стикається із проблемою багатофакторності збуджуючих впливів, автоматичний контроль значної кількості яких є дуже утрудненим. Тому традиційно використовуються експериментальні експертні методи. Програма варки для нового ВА була розроблена у вигляді допоміжної форми для налаштування, в складі АРМ оператора-варщика (рис. 3).

Режим керування подачею вихідного розчину у ВА є двопозиційним: за відкриттям (100%) регулюючого органу (РО) – порція вихідного розчину подається у ВА, за закриттям РО (0%) – провадиться згущення розчину в ВА внаслідок випаровування вологи з нього. При цьому, пара подається в гріючу камеру за повністю відкритою паровою засувкою впродовж всього циклу уварювання. Використання інших режимів керування нею недоцільно, внаслідок відносно невеликого тиску зазначеної пари, що гріє, із ВС.

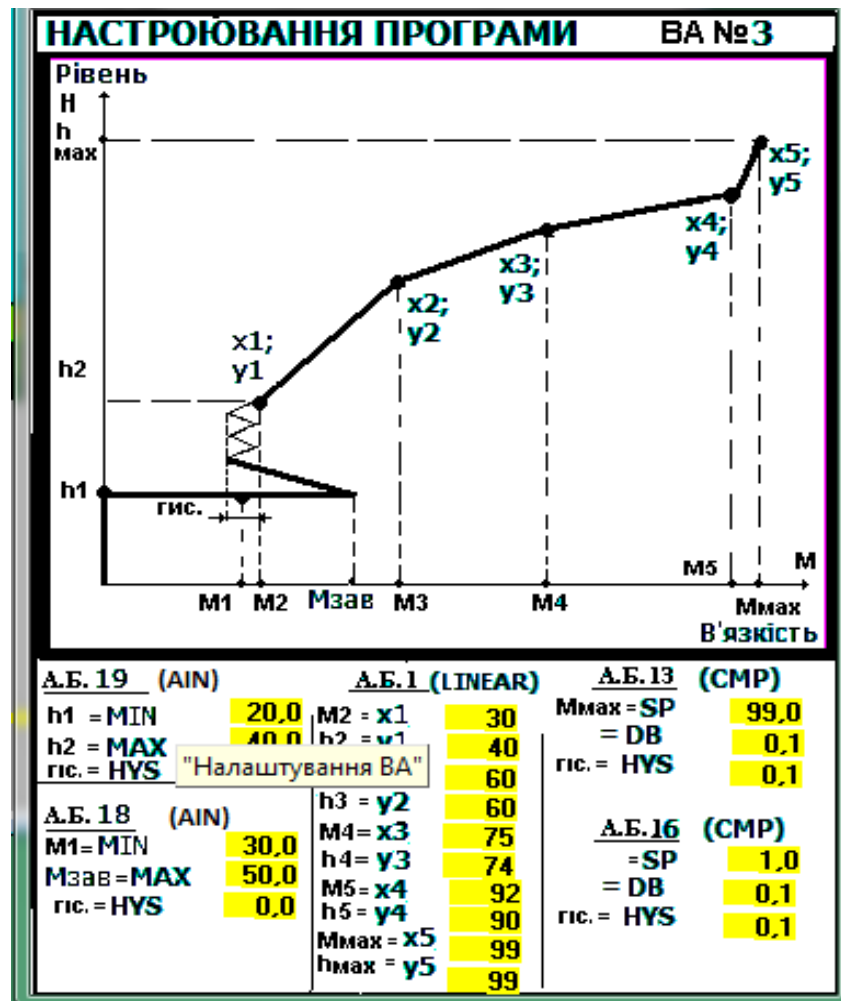


Рис. 3. Допоміжна екранна форма для налаштування програми уварювання утфелю

Серед органів дистанційного керування, які розміщено на пульті ВА, слід виділити насамперед тумблери Т1 (Набір) та Т2 (Підкачка), а також тумблери, які формують склад вихідного розчину, що подається через гребінку (колектор вихідних розчинів) та РО ( $U_1$ ) у ВА.

Дії оператора під час керування циклом варки полягають у наступному. Після пропарювання апарата й виконання допоміжних операцій із включення ВА у роботу в дистанційному режимі, оператор включає тумблер Т1. Після цього, програма автоматичної варки здійснює керування ВП7 ( $U_1$ ). На етапі НАБІР апарат наповнюється вихідним розчином до рівня  $h_1$ , після чого здійснюється згущення продукту у ВА, зі стабілізацією рівня  $h_1$ , шляхом підкачки порцій свіжого розчину. Консистенція продукту зростає після закриття РО (внаслідок випаровування вологи) і зменшується під час відкриття РО. Протилежні зміни, вочевидь, здійснюються відносно рівня продукту у ВА. За досягненням консистенції продукту  $M = M_{зав}$ , оператор отримує звуковий, світловий сигнали, а також повідомлення на екрані комп'ютера про необхідність перевірки стану готовності ВА до «заведення» пудри (центрів кристалізації). Оператор вимикає Т1 і вводить в ВА цукрову пудру. Після перевірки стану продукту, в тому числі з використанням органолептичних методів, вмикає тумблер Т2 (підкачка). Програма керує ВП 7 і забезпечує реалізацію процесу так званої першої глибокої підкачки, що призводить до збільшення рівня у ВА та зменшення консистенції до точки  $M_2$ , після чого реалізується режим стабілізації консистенції зі

зростанням рівня у ВА до значення  $h_2$ . На цьому етапі починають формуватися кристали цукру навколо дрібнодисперсних кристалічних центрів, тобто окремих часток попередньо «заведеної» цукрової пудри. Далі починається стадія «зростання кристалу», відображення котрої наведено на рис. 3 від точки з координатами  $(x_1, y_1)$  до точки  $(x_5, y_5)$ , програма реалізує керування процесом із використання кусочно-лінійної функції. Після досягнення точки  $(x_5, y_5)$ , що відповідає готовності апарату, тобто стан апарату відповідає повному робочому рівню готового продукту (утфелю) у ВА, оператор отримує звуковий та світловий сигнали, а також повідомлення про закінчення варки на екрані АРМ. Оператор перевіряє стан продукту у ВА, і, за підтвердженням готовності, здійснює вивантаження утфелю в мішалку, виконує необхідні допоміжні операції та пропарює апарат для початку наступного циклу уварювання [4].

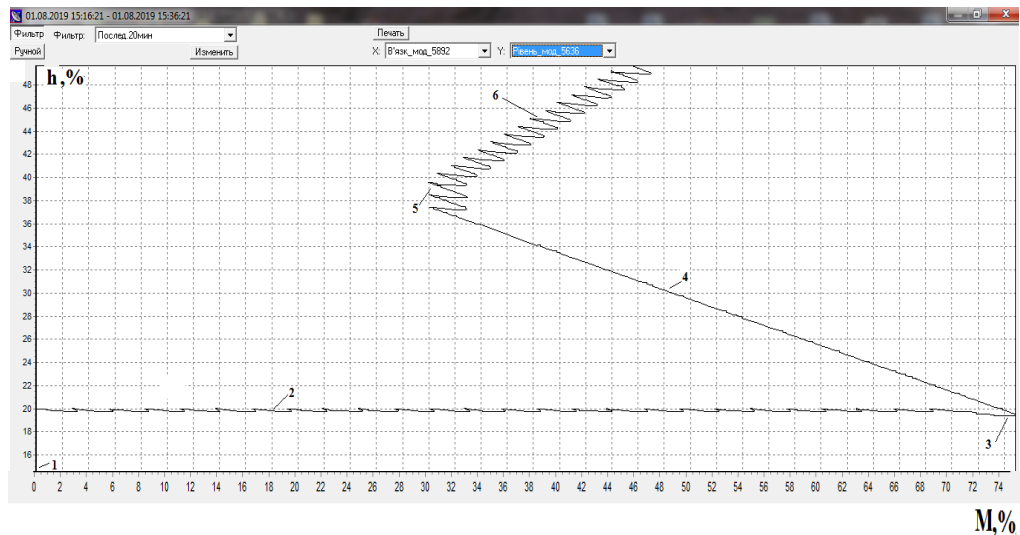
Кожна з наведених на екранній опорних точок (див. рис. 3), може бути уточнена в процесі налаштування відповідної програми, шляхом введення скоригованих значень.

Моделювання поведінки ОК під керуванням САК здійснювалось в контролері, де сумісно функціонувала програма керування з програмою реалізації моделі ОК. Обидві програми складені FBD подібною мовою «а», яка призначена для програмування контролерів фірми «МІКРОЛ».

Спрощена модель ОК за каналами  $U_1 \rightarrow H$ ;  $U_1 \rightarrow M$  (див. рис.2) розглядалася як два інтегруючих ланцюжки із різними знаками та коефіцієнтами, що посилюють. Така структура моделі відповідає процесам періодичного додавання порції вихідного розчину та випарювання вологи з розчину у ВА. Оцінювання відповідних коефіцієнтів виконувалось за результатами обробки експериментальних даних, отриманих на працюючих ВА з попередніми версіями САК.

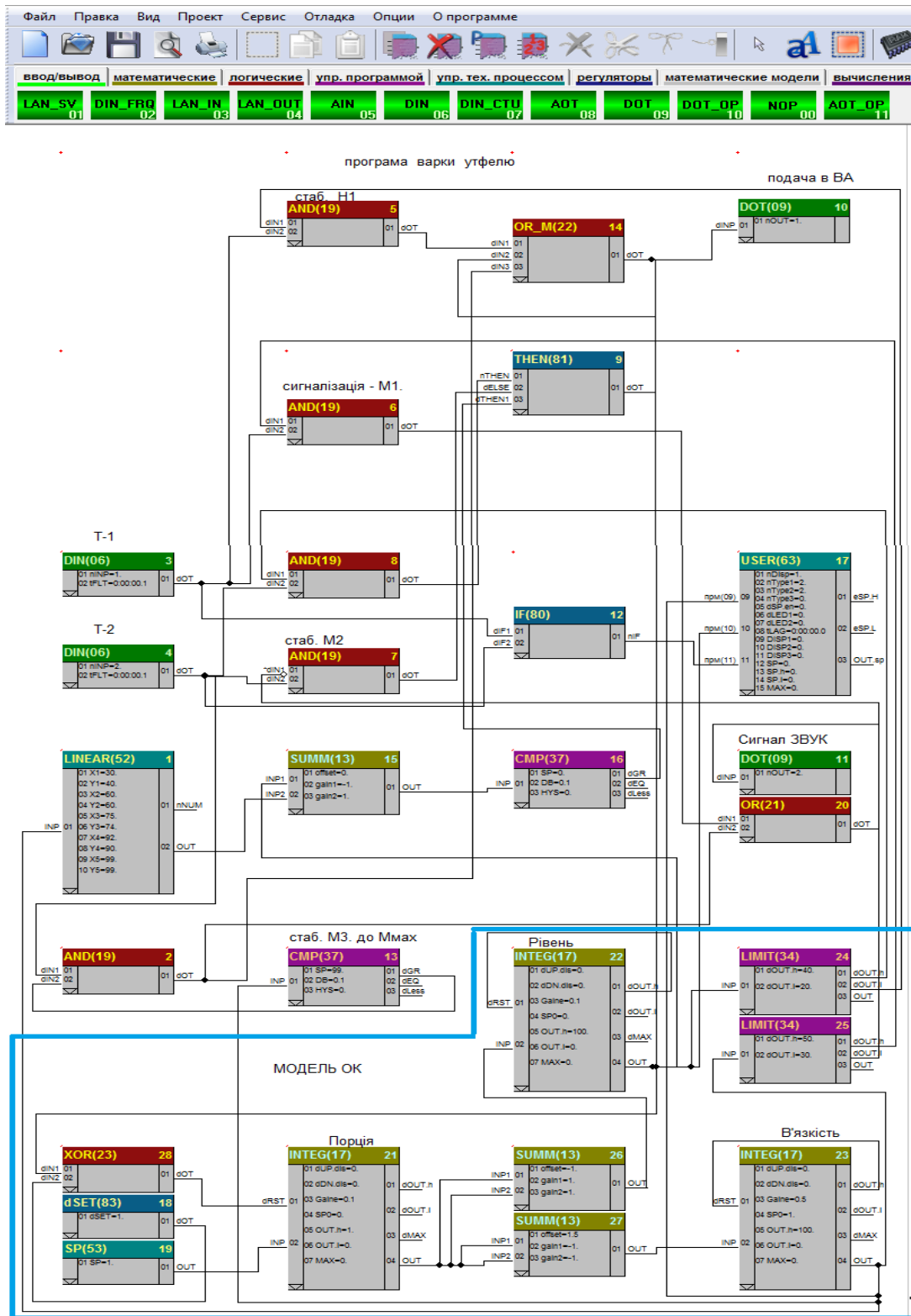
Аналіз результатів моделювання роботи САК з використанням наведеної моделі ОК зручно проводити за допомогою засобів налагодженої SCADA-системі «ІНДЕЛ».

На рис. 4 наведена діаграма у координатах «структурна в'язкість продукту у ВА, %» – «рівень продукту у ВА, %», яка відображає стадії: набору рівня у ВА (1), згущення розчину (2), «заведення» цукрової пудри (3), першої глибокої підкачки (4), формування (5) та початку зростання кристалу (6).



**Рис. 4.** Діаграма процесу уварювання продукту у ВА на початкових стадіях

На рис. 5 приведена програма імітаційного моделювання, яка включає фрагмент програми керування процесом уварювання утфелю у ВА (зверху) та програму моделі, яка імітує ОК за приведеними каналами (знизу).



**Рис. 5.** Програма для імітаційного моделювання поведінки САК процесу уварювання утфелю у ВА

Вид основної екранної форми для АРМ оператора за моделюванням проведення початкових стадій набору продукту у ВА та згущення наведено на рис. 6, а відповідно, за моментом «заведення» кристалу на рис.7.

Масштаб часу в моделі ОК та реальному ОК має співвідношення 1:3.



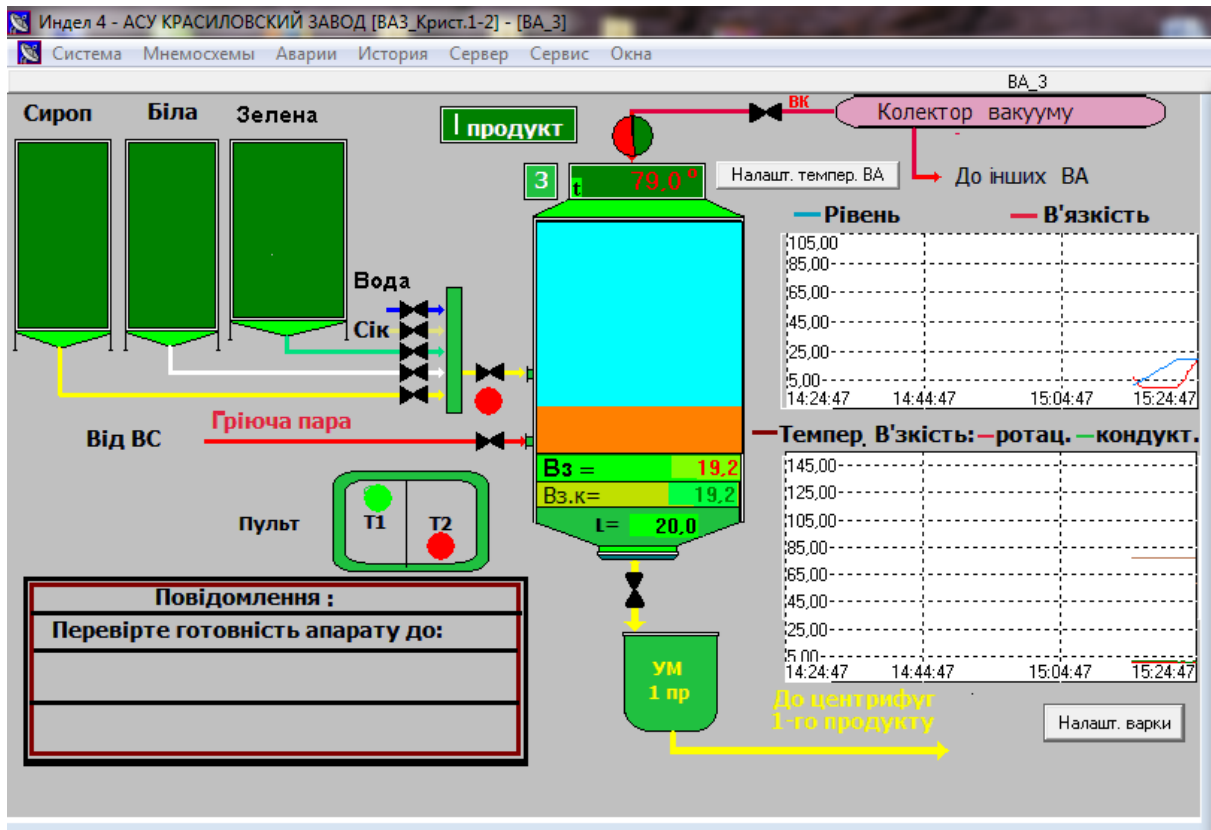


Рис. 6. Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на початкових стадіях уварювання: набору продукту у ВА та згущення.

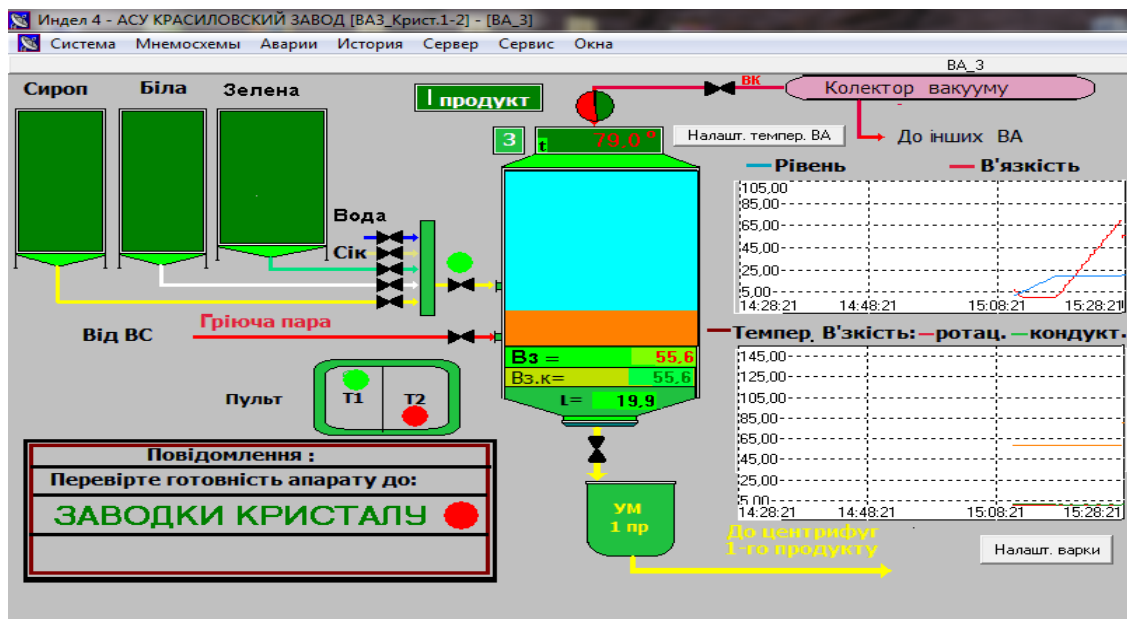


Рис. 7. Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадії «заведення» кристалу.

Звернемо увагу, що на обох наведених стадіях: початкового згущення продукту та заведення кристалу рівень у ВА, згідно до програми уварювання, однаковий, а структурна в'язкість продукту у ВА збільшилась від 19,2% до 55,6%.

Діаграма, що отримана за моделюванням кінцевих стадій уварювання: закінчення зростання кристалу у ВА (1) та закінчення уварювання (2) наведено на рис. 8, відповідна екранна форма АРМ оператора на кінцевій стадії уварювання на рис. 9.

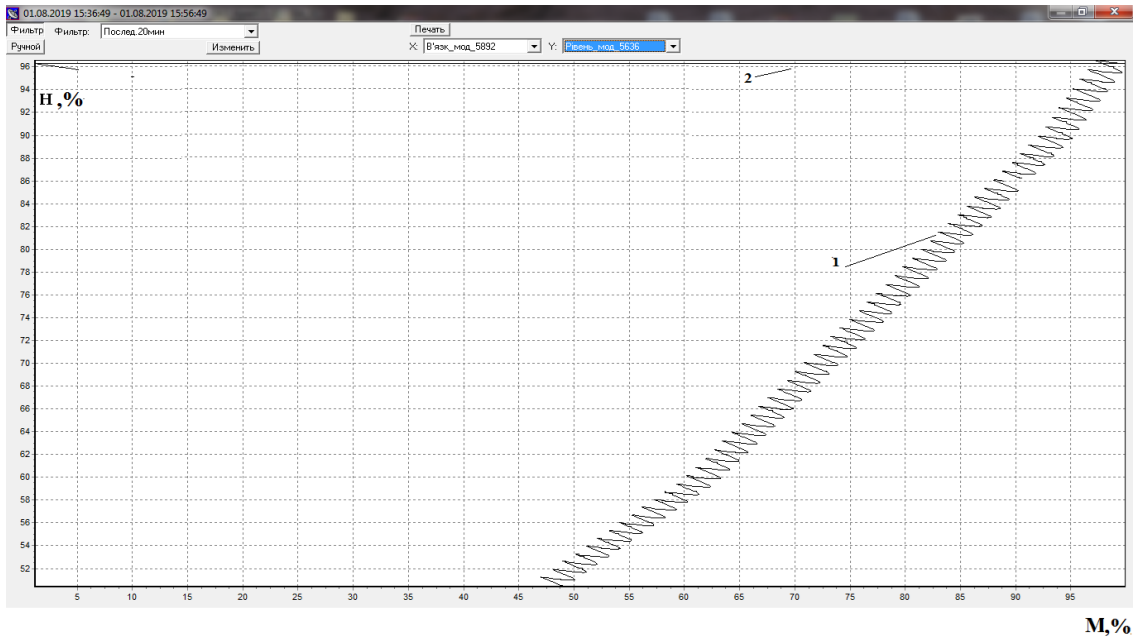


Рис. 8. Діаграма процесу уварювання продукту у ВА на кінцевих стадіях.

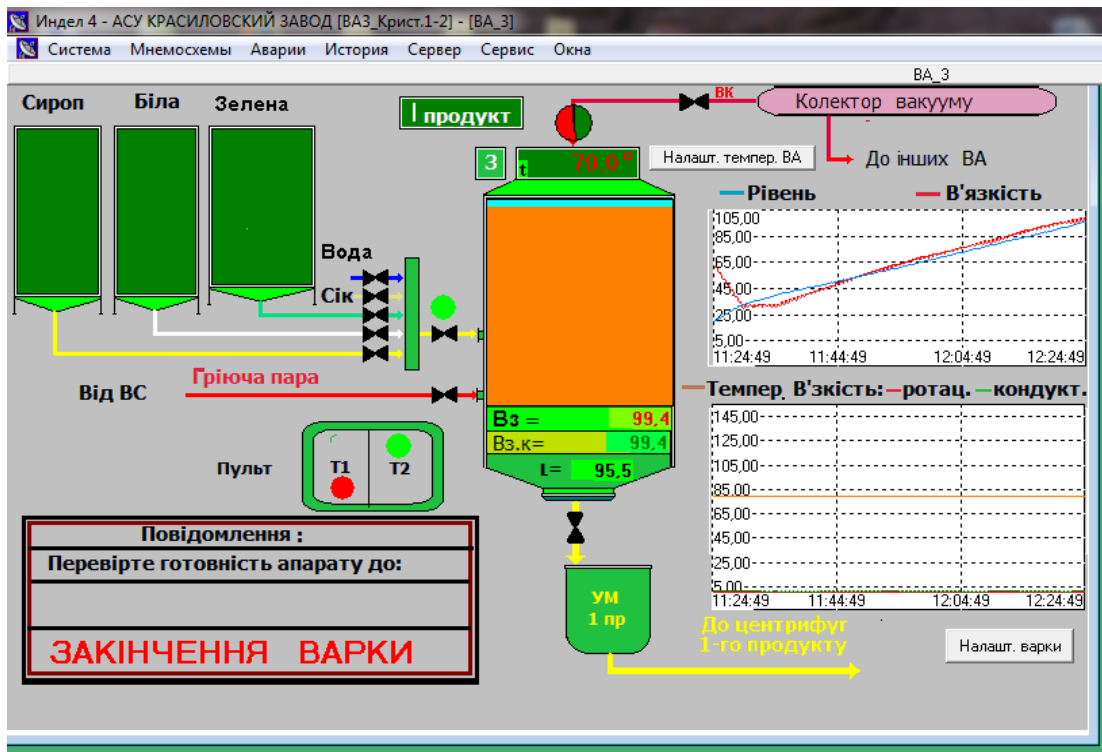
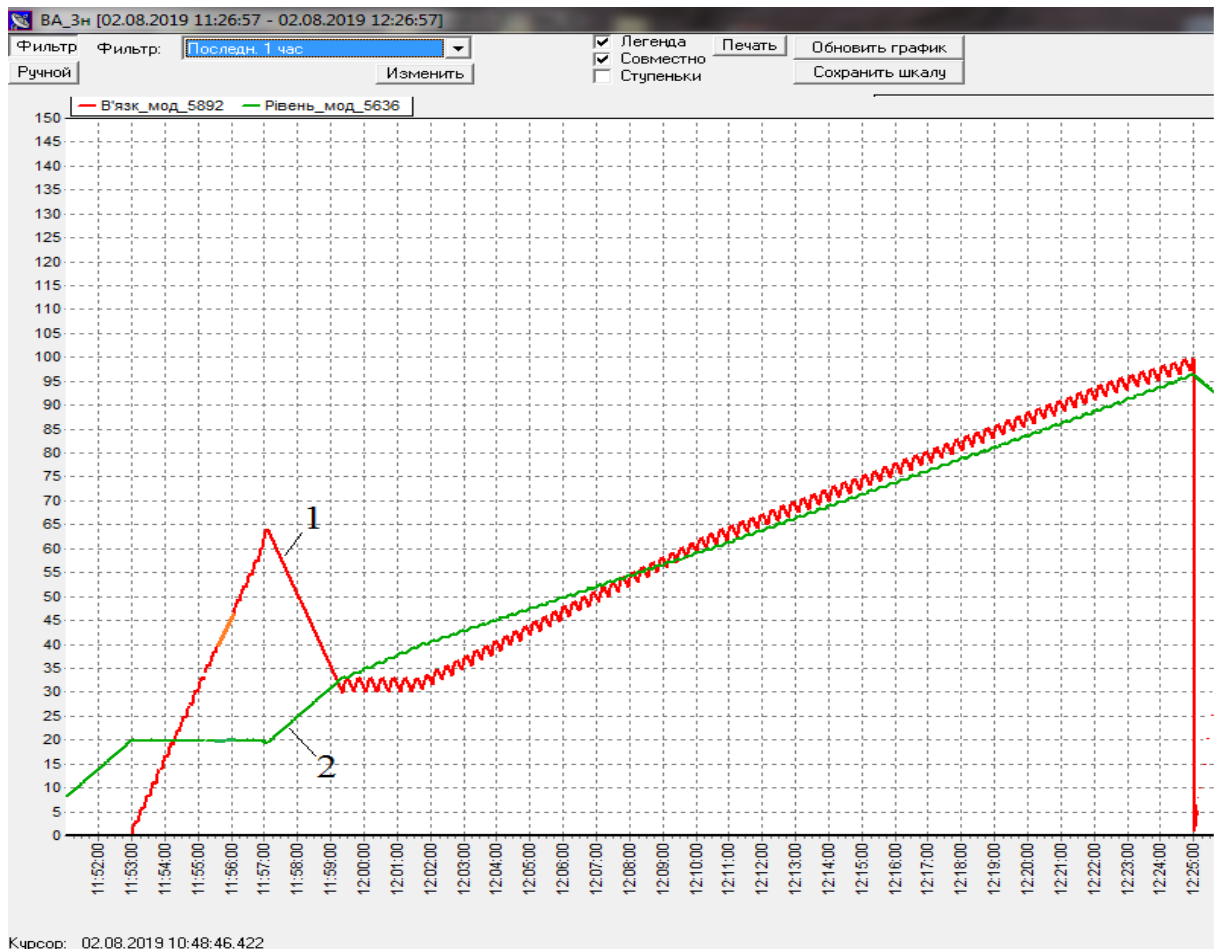


Рис. 9. Екранна форма АРМ оператора на кінцевих стадіях уварювання продукту у ВА.

Аналіз отриманих результатів моделювання роботи САК за повний цикл уварювання проводився також засобами SCADA-системи «ІНДЕЛ» з використанням часового графіка змінних: 1 – «структурна в'язкість продукту у ВА, %», 2 – «рівень продукту у ВА, %», що наведений на рис. 8.



**Рис. 10.** Часовий графік за результатами моделювання процесу керування уварюванням продукту у ВА, отриманий за повний цикл.

### Результат та обговорення

Проведений аналіз отриманих результатів моделювання роботи САК уварюванням утфелю у ВА періодичної дії показав працездатність системи керування. Модель ОК за обраними для дослідження каналами:  $U_1 \rightarrow H$ ;  $U_1 \rightarrow M$  є достатньо адекватною і вірно відображає процеси накопичення та випарювання продукту у ВА, що підтверджено наведеними діаграмами та часовим графіком. Потрібно зауважити, що ступінь точності складених моделей не має вирішального значення для оцінювання працездатності САК.

Визначено доцільним проведення імітаційного моделювання процесів керування уварюванням утфелю у ВА періодичної дії у середовищі програмування мікропроцесорного контролера, котрий в наступному використаний у промисловому АРМ оператора.

Отримані результати дослідження дозволили сформулювати рекомендації щодо доцільності використання розробленої програми варки утфелю в промисловій реалізації

АРМ оператора-варщика на базі обраних технічних і програмних засобів, а також щодо розвитку інтелектуальних функцій САК [5].

Реалізація промислової САК була виконана у складі модернізованої системи керування продуктового відділення Красилівського цукрового заводу, де були проведені її виробничі випробування.

У системі керування, що впроваджена, був використаний промисловий комп'ютер ARK-3403-D6A1E/BTO2 із встановленою операційною системою XP E (MS Windows Embedded). Застосування промислового комп'ютера було обумовлено складними умовами повітряного середовища операторського пункту (ОП) продуктового відділення, а саме високою температурою та підвищеною вологістю. Для зменшення цих шкідливих факторів як для оператора, так і для технічних засобів в ОП використана примусова вентиляція.

Виробничі випробування показали працездатність розробленої САК. При цьому, проведені варки із використанням розробленої програми керування дозволили отримати утфель з потрібною якістю кристалів та задовільною тривалістю загального циклу його уварювання.

## Висновки

Передпроектні дослідження, що проведені з використанням методів імітаційного моделювання на спеціалізованому стенді, котрий було обладнано промисловим устаткуванням: контролерами та регуляторами, комп'ютером із SCADA-системою «ІНДЕЛ», українського виробництва, дозволили розробити комплекс технічних рішень, що забезпечив успішну експлуатацію АРМ оператора-варщика в складі існуючої автоматизованої системи керування продуктового відділення цукрового заводу.

Промислові випробування та наступна експлуатація підтвердили працездатність розробленої САК, а також дозволили визначити подальші напрямки досліджень. Основна складова ефективності системи керування полягає в зменшенні питомих витрат енергоносіїв за збереженням якості отриманого готового продукту.

Використані у складі АРМ оператора-варщика технічні і програмні засоби українського виробництва забезпечують точність підтримання регламентів ведення процесу, досить комфортні умови праці, як оперативному персоналу, так і технічним керівникам підприємства для аналізу технологічних процесів.

Комплекс досліджень, що був виконаний, дозволяє зробити висновок про доцільність продовження робіт із модернізації систем керування підприємства, використовуючи принцип проектування АСКТП «знизу вгору», а також приведені методи й підходи до прийняття основних технічних рішень.

## Список літератури

1. Жуковський Е.Й., Скаковський Ю.М., Вітвицький В.Д., Бабков А.В. Багаторівнева АСУТП цукрового заводу. *АВТОМАТИКА-2011: Матеріали 18 міжнар. конф. з автоматичного управління*. Львів, 2011. С.256-257.
2. Штангеев В.О., Кобер В.Т., Белостоцкий Л.Г., Штангеева Н.И. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. Часть 2. Киев: Цукор України, 2004. 320 с.
3. Скаковский Ю.М. Автоматизированная система управления технологическими потоками и производительностью сахарного завода /

- Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.07. Одесса, 1987. 319 с.
4. Скаковський Ю.М., Бабков А.В., Мандро О.Ю. Модернізація системи автоматизованого керування вакуум-апаратом періодичної дії цукрового виробництва на базі технічних і програмних засобів українського виробництва. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. 2019. №11(3), С. 4-14.
  5. Скаковський Ю.М. Автоматизація оперативного обліку цукрового утфелю в модернізованій системі керування для продуктового відділення цукрового заводу. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. 2020. №12(3), С. 19-28.

**AUTOMATED CONTROL SYSTEM SIMULATION OF SUGAR MASSECUIE BOILING PROCESS IN VACUUM APPARATUS OF PERIODIC ACTION IN THE SOFTWARE ENVIRONMENT OF THE PROGRAMMED CONTROLLER**

Skakovsky Y.M.

Odesa National Academy of Food Technologies  
65039, Odessa, Kanatna Street , 112, yurysk@ukr.net

The results of the research carried out at the Odessa National Academy of Food Technologies within the framework of state-contracted topics are presented. The outcomes of the automated control system simulation of sugar massecuite cook process in vacuum apparatus of periodic performance are presented. The feasibility of simulation in the environment of microprocessor controller was substantiated, on its basis the automated workplace of the operator is created. Laboratory research was carried out at the bench agreed with the Customer of industrial microprocessor controllers and software of Ukrainian production, including SCADA-system "INDEL". Simplified model of boiling process as an object of control by two main channels is developed. The programs executing control algorithms for sugar massecuite boiling process in VA as well as the program executing the simplified model was created by FBD-like programming language of Ukrainian MK52 controller. For the connection between the software controller and computer the converter of interfaces type BPI-52 (MODBUS RTU to USB) Ukrainian production was used. Analysis of the control system results simulation obtained in the form of parametric diagrams and time graphs using SCADA-system "INDEL" allowed to make conclusions about the propriety of the developed control algorithms and implemented programs. On the basis of researches positive results, commercial version the VA operator automated workplace was created. The developed system was implemented as a part of upgraded ACS of process by Food Department of active sugar factory. Production testing and operation has confirmed the validity of the ACS through the boiling process of sugar massecuite which was developed according to the results of the relevant laboratory studies. On the basis of the obtained results were determined directions for further research, both in terms of control algorithms and SAC functions development.

**Keywords:** simulation, automated control system, automated operator workplace, microprocessor controller, control program, vacuum apparatus of periodic action, sugar massecuite, Food Department, sugar factory.