

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ
«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА

**ХІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2019**

Збірник доповідей

Частина II

Одеса,
17-18 жовтня 2019

Секція 2

Наукові напрямки:

**Сучасні методи і алгоритми управління
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи
управління технологічними процесами харчової
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих
технологій: технічна база, програмне
забезпечення, мережі.**

**Список
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDIN NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFТ	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnitsia National Technical University	Vinnitsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРЯ	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

Продовження таблиці 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

ЗМІСТ

DOROHAN O.I., USHKARENKO O.O. THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE (<i>NUOS, Ukraine</i>).....	8
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., KRUSHELNYTSKYI V.V. PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION (<i>NULESU, Ukraine</i>).....	11
BUHERA M.G. SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES (<i>CAFU, Ukraine</i>).....	13
YANAKOV V.P. INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY (<i>DMTSAU, Ukraine</i>).....	15
РОМАНЮК О.В., КАВКА О.О. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	18
БАБИЧ М.І., КАЦУБА Я.О. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	20
РИХЛИК Д.Ю., КОВАЛЕВСЬКИЙ В.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА (<i>НТУУ "КПІ", Україна</i>) ...	23
КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ (<i>SE Group International, ОНАПТ, Украина</i>).....	26
КАРАСЬОВА І.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ (<i>ОНАЗ, Україна</i>).....	28
ORLOVSKYI D.L., KOPP A.M., KONDRATIEV V.Y. USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	31
ІВАНОВА Л.В., КРАСНІЄНКО Н.В., СУЛІМА Ю.Є. ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ (<i>ОТК ОНАХТ, Україна</i>).....	34
МУРАТОВ В.Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	37
БАБИЧ М.І., БІЛОШИЦЬКИЙ В.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	40
ФЕДЮК О.П., КРИЖАНОВСЬКИЙ Є.М. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	43
ГУРСЬКИЙ О.О., ГОНЧАРЕНКО О.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	46
СКАКОВСЬКИЙ Ю.М. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	48
БУРДЕЙНА О.В. ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	51
КОВАЛЬЧУК Д.А., МАЗУР О.В., ГУЦАН В.В. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	53
KOPP A.M., ORLOVSKYI D.L. BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	57
ЛЮБИВИЙ Б.О., РОМАНЮК О.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	60
КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.І. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	63

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Розглянуто питання з розробки системи автоматизованого керування (САК) вакуум-апаратом (ВА) періодичної дії цукрового виробництва. Наведений аналіз відомих рішень із розробки аналогічних систем. Проведені лабораторні дослідження програми керування варкою цукрового утфелю у ВА, що була складена FBD подібною мовою програмування контролера МІК52 українського виробництва. Складена спрощена модель ВА як об'єкта керування. Імітаційне моделювання САК проводилось на спеціалізованому стенді із застосуванням промислових контролерів та програмних засобів українського виробництва, в тому числі SCADA-системи «ІНДЕЛ». За результатами лабораторних досліджень було створено промисловий варіант автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора ВА, із пультом дистанційного керування для реалізації деяких функцій. Остаточний промисловий варіант АРМ був впроваджений на діючому цукровому заводі.

Постановка проблеми

В Одеській національній академії харчових технологій в межах госпдоговірної тематики виконуються роботи із надання науково-технічної допомоги при модернізації систем автоматизації для підвищення ефективності їх функціонування на Красилівському бурякоцукровому заводі (Хмельницької області). На теперешній час, в зв'язку із реконструкцією технологічної схеми продуктового відділення з додаванням нового вакуум-апарата періодичної дії (ВА) до складу групи відповідних апаратів, котрі уварюють утфель першого продукту, виконуються роботи з модернізації системи автоматизації вакуум-апарата періодичної дії, що базується на використанні технічних і програмних засобів українського виробництва. 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, вилучення звареної маси в мішалку та пропарювання ВА [1]. Найбільш поширений метод проведення всіх етапів отримання утфелю є робота з періодичним введенням у ВА сиропу (вихідного розчину) – так звані «підкачки», що викликані високою густиною вихідних розчинів та утрудненням використання виконавчих механізмів із неперервно діючими регулюючими органами.

Аналіз відомих розробок аналогічних САК дозволив обрати комплекс технічних рішень, що базуються на досвіді НВО «Харчопромавтоматика», а саме використання нових конструкцій ротаційного віскозиметра (розробки Вітвицького В. Д.), що, на нашу думку, має суттєву перевагу над іншими методами контролю консистенції продукту в циклі його варки.

Таким чином, для створення модернізованої САК процесом варки утфелю потрібно було, використовуючи досвід останніх розробок, враховуючи досвід робітників служби КВП і А заводу з роботи і обслуговування мікропроцесорних контролерів та регуляторів фірми «МІКРОЛ» (м. Івано-Франківськ), а також SCADA-системи «ІНДЕЛ», котра також являє собою сучасний програмний засіб вітчизняного виробництва, створений на підприємстві «Інфотехпром» (м. Полтава), який використано в більшості АРМ операторів на інших ділянках заводу, розробити АРМ оператора-варщика для нового ВА.

Основні задачі та їх рішення, щодо дослідження САК процесом варки утфелю у ВА

Основним завданням дослідження було розробити алгоритм і програму варки утфелю, що базується на інформації від датчиків рівня H та констенції утфелю M (сигнал з ротаційного віскозиметра) у ВА, з використанням мови програмування для мікропроцесорного контролера МІК52 та дослідити її роботу в лабораторних умовах, і за отриманням успішного результату, на базі зазначеного контролера створити АРМ оператора з використанням SCADA-системи «ІНДЕЛ», що дозволить у подальшому включити цей АРМ у склад АСКТП, тобто підключити до існуючої заводської інформаційної мережі.

За результатами передпроектних досліджень була запропонована й узгоджена із ЗАМОВНИКОМ програма варки у вигляді залежності $H = H(M)$, методика отримання котрої традиційно використовується в САК варкою утфелів. Побудова такої програми, оптимальної з точки зору якості отриманих кристалів цукру та мінімального часу циклу уварювання аналітичними методами стикається із проблемою багатofакторності збуджуючих впливів, автоматичний контроль значної кількості котрих є дуже утрудненим. Тому традиційно використовуються експериментальні

експертні методи. Вид розглянутої залежності визначають за результатами попередніх уварювань продуктів в аналогічних ВА, а опорні точки визначають та уточнюють за результатами декількох варок, що проводить найдосвідчений оператор-варщик, за успішністю отриманих кінцевих результатів. Таким чином, програма варки для нового ВА була розроблена у вигляді допоміжної форми для налаштування, в складі АРМ оператора-варщика (рис. 1).

Режим керування подачею вихідного розчину U_1 у ВА є двохпозиційним: за відкриттям РО (100%) – 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 варки. Використання інших режимів керування нею недоцільно, внаслідок відносно невеликого тиску зазначеної пари, що гріє, із ВС.

Серед органів дистанційного керування, котрі розміщено на пульті ВА, слід виділити насамперед тумблери Т1 (НАБІР) та Т2 (ПІДКАЧКА), а також тумблери, котрі формують склад вихідного розчину, що подається через гребінку (колектор вихідних розчинів) та РО (U_1) в 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, варщик включає тумблер Т1. Після цього, програма автоматичної варки здійснює керування РО (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 «заводки» пудри (центрів кристалізації). Оператор вимикає Т1 і вводить в ВА цукрову пудру. Після перевірки стану продукту, в тому числі з використанням органолептичних методів, вмикає Т2 (ПІДКАЧКА). Програма, що функціонує в контролері, керує РО 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. 1 від точки з координатами (x_1, y_1) до точки (x_5, y_5) , програма реалізує керування процесом із використанням кусочно-лінійної функції. Після досягнення точки (x_5, y_5) , що відповідає готовності апарату, тобто стан апарату відповідає повному робочому рівню готового продукту (ульфелю) 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 ульфелю в мішалку, виконує необхідні допоміжні операції та пропарює апарат для початку наступного циклу варки.

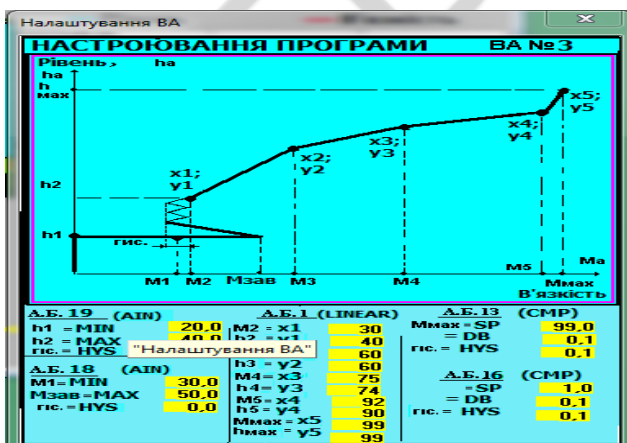


Рис. 1 – Допоміжна екранна форма для налаштування програми варки ульфелю

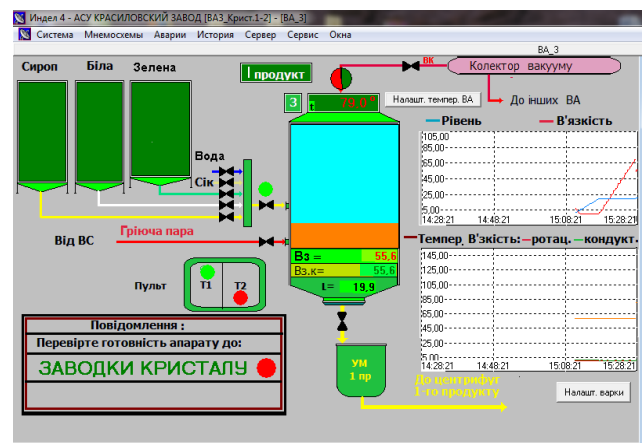


Рис. 2 – Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадії «заводка» пудри в ВА

Кожна з наведених на екранній формі, призначеній для налаштування програми варки ульфелю, (див. рис. 1) опорних точок, може бути уточнена в процесі налаштування відповідної програми,

шляхом введення скоригованих значень. На рис. 2 наведена основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадії «заводка» пудри в ВА.

Реалізація керуючої програми в контролері МІК52 виконана FBD подібною мовою «α», призначеною для програмованих контролерів фірми «МІКРОЛ». Імітаційне моделювання для перевірки працездатності складеної програми, виконувалося також у середовищі програмування відповідного контролера, при цьому канали ОК: $U_i \rightarrow H$; $U_i \rightarrow M$ можна розглядати як інтегруючі ланцюги із різними знаками та чисельними коефіцієнтами, котрі відповідають процесам підкачки порції «свіжого» розчину та випарюванню вологи з розчину у ВА.

Структура програми, котра була розроблена для дослідження, наведена на рис. 3, та включає в себе фрагмент керуючої програми (зверху) і програму моделі (знизу), що імітує наведені вище канали ОК. Масштаб часу в моделі ОК та реальному ОК має співвідношення 1:3.

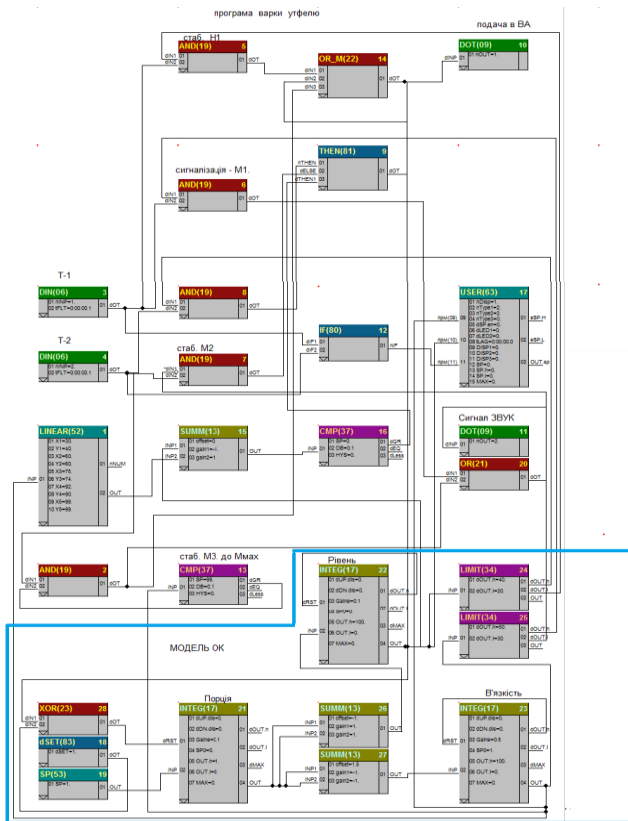


Рис. 3 – Програма, що складена мовою «α», для імітаційного моделювання поведінки САК процесу уварювання утфелю у ВА

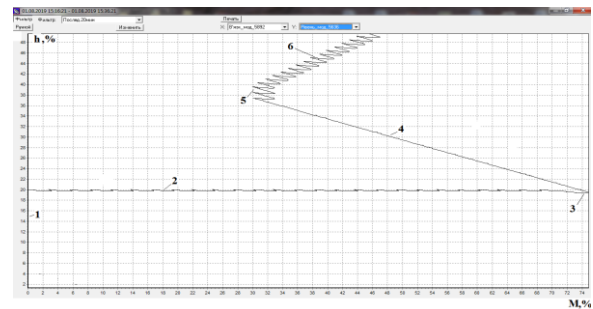


Рис. 4 – Діаграма процесу варки продукту у ВА на стадіях: 1 – набір ВА; 2 – згущення; 3 – «заводка» цукрової пудри; 4 – перша глибока підкачка; 5 – формування кристалу; 6 – початок зростання кристалу

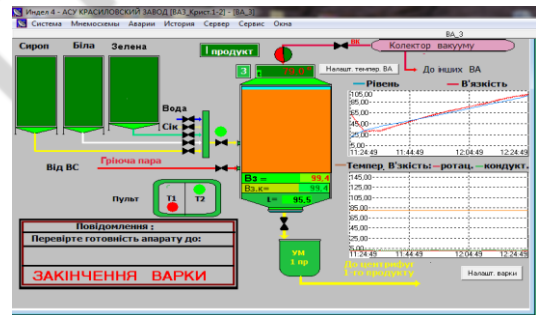


Рис. 5 – Основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадіях: закінчення зростання кристалу у ВА та закінчення варки

Найбільш зручною формою для аналізу отриманих результатів роботи моделі САК уварювання утфелю та порівняння із заданою програмою є параметричний графік (діаграма), котрій можна отримати за моделюванням у налагодженій SCADA-системі «ІНДЕЛ». Відтак для етапів набору у ВА, «заводки» цукрової пудри, формування та початку зростання кристалу – отримана діаграма має вигляд як на рис. 4. На рис. 5 наведена основна екранна форма АРМ оператора-варщика на стадіях: закінчення зростання кристалу у ВА та закінчення варки.

Висновки

За результатами дослідження були сформульовані рекомендації щодо доцільності використання розробленої програми варки утфелю в промисловій реалізації АРМ оператора-варщика на базі технічних і програмних засобів вітчизняного виробництва. Промислова САК була реалізована в складі автоматизованої системи керування продуктового відділення Красилівського цукрового заводу, де були проведені її виробничі випробування в сезон 2018/2019 років.

Література

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В двух частях. Часть 2/ В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий, Н.И. Штангеева и др. – Киев: Цукор України, 2004. – 320 с.

ХІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019****INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2019**

ОДЕСА
17– 18 ЖОВТНЯ, 2019

Збірник включає доповіді учасників ХІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2019»

Редакційна колегія: Котлик С.В., Хобін В.А., Плотніков В.М.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.