

Всечерковська А.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Поперешняк С.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ

У статті розглянуто процес виробництва фільтруючих елементів із «вспіненого» поліпропілену. Наведено схему виготовлення фільтруючих елементів шляхом нанесення розплавленого поліпропілену. Сформульовано набір функцій, які необхідні при автоматизації даного процесу. Запропонована схема алгоритму автоматизованого управління виробництвом фільтруючих елементів. Визначена архітектура програмного засобу, який буде входити до складу автоматизованої системи управління процесом виробництва.

Ключові слова: автоматизована система, технологічний процес, алгоритм, архітектура, фільтр із поліпропілену.

Постановка проблеми. Стратегія розвитку сучасного виробництва передбачає істотне підвищення рівня автоматизації, перш за все, технологічних процесів (ТП), при реалізації яких вихідна сировина, матеріали перетворюються в закінчений продукт. Однак сьогодні технологічні процеси є дуже складними та іноді небезпечними, особливо при роботі з хімічними матеріалами, можливості людини обмежені. При роботі з полімерними матеріалами досить актуальним є перехід до автоматизованої системи управління виробництвом.

Автоматизована (автоматична) система управління технологічними процесами (АСУ ТП) – це сукупність технічних засобів і методів збору, обробки, аналізу та видачі інформації і впливу на ТП, які у взаємодії з людиною і (або) між собою забезпечують заплановане протікання технологічного процесу [1].

У такій системі людина отримує інформацію про технологічні параметри і результати у вигляді повідомлень, таблиць і графіків на екрані дисплея і через інші засоби аудіовізуального представлення інформації. Часто система розраховує на основі цих даних рекомендовані значення керуючих впливів на ТП, однак вирішення питання про використання цих рекомендацій залишається за людиною. Однак іноді людина може стати джерелом обмежень, коли вона не може прийняти швидкого рішення, а іноді може прийняти неправильне рішення.

Включення людини в систему управління ТП дозволяє уникнути аварійних ситуацій при виході з ладу будь-яких елементів системи управління, тому що людина може вибрати і прийняти необхідне рішення і продовжити технологічний процес навіть за відсутності частини інформації. Іншими словами, на допомогу приходять досвід, кваліфікація та інтуїція. Наприклад, вихід з ладу датчика температури в системі аварійного захисту, що відключає технологічне обладнання, може бути сприйнятий людиною (оператором) як інформація для роздумів. Оцінивши ситуацію, він може і не переривати процес, якщо інші параметри знаходяться в нормі.

Створення систем управління складними технологічними процесами висуває ряд важливих проблем. Особливе місце займає проблема синтезу моделей управління у взаємодіючих підсистемах, необхідних для вибору і обґрунтування їх оптимальних структур і параметрів. При цьому необхідно забезпечити ці підсистеми бажаними властивостями і характеристики з точки зору інженерів. Крім того, в кожному конкретному випадку є специфічні умови виробництва, які можуть висувати свої показники, такі як: продуктивність технологічного процесу, його надійність, вірогідність відмови обладнання і середній час простоїв технологічного комплексу та ін.

Актуальність розробки нових підходів до інформаційного моделювання складних систем

управління технологічними процесами обумовлена, з одного боку, постійно зростаючою складністю вирішуваних завдань в промисловості, з іншого боку, появою нових досягнень в інформатиці, потенційно здатних значно поліпшити існуючі АСУТП. Крім того, розширення ринку застосування інтелектуальних АСУТП дозволяє підвищити конкурентоспроможність вітчизняних розробників програмних комплексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Одним із прикладів виробництва, яке потребує системного підходу до автоматизації, є виробництво фільтруючих елементів (картриджів) із «вспіненого» поліпропілену. На сьогодні процес виробництва таких картриджів із «вспіненого» поліпропілену запроваджено в багатьох країнах світу. В Європі та США дана технологія виробництва картриджів і нетканих полотен називається melt blowing, скорочено – МВ, що дослівно означає «сплав, що роздувається». В Україні – пневмоекструзія, а картриджі – пневмоекструзині [2]. Процес цей унікальний, оскільки дозволяє отримати мікроволокна з діаметрами в діапазоні від 2 до 4 мікрон. Хоча технологія «здатна» і на більш тонкі волокна до 0,1 мікрона, і на більш грубі. Зрозуміло, що чим тонше діаметр волокон в шарі, тим менше розміри пір у фільтрувальному елементі і тим він краще затримує мікронні частки.

У роботах дослідників найчастіше розглядають нові технології у сфері фільтрувальних мате-

ріалів, структури фільтрів, сировинний склад [3]. Також увага приділяється самому процесу фільтрації рідини через фільтруючий елемент [4; 5]. Але те, що стосується автоматизації виробництва фільтруючих елементів, то до сьогоднішнього дня немає схожих досліджень у цьому напрямку.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

1. Проаналізувати і узагальнити інформацію про виготовлення фільтруючих елементів шляхом нанесення розплавленого поліпропілену.

2. Виявити функції, які необхідні для автоматизації даного процесу шляхом узагальнення завдання, які ставляться при створенні автоматизованої системи.

3. Скласти алгоритм автоматизованого управління виробництвом фільтруючих елементів.

4. Запропонувати архітектуру програмного засобу, який буде входити до складу автоматизованої системи управління процесом виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Розглянемо процес виготовлення фільтруючих елементів методом, який полягає у формуванні розплавленого поліпропілену через фільтри з подальшим розтягуванням незастиглої екструдату потоком гарячого повітря і нанесенням на обертовий гвинтовий циліндричний стержень. Конструкція приймального пристрою (він же обертається, гвинтовий стержень) дозволяє забез-

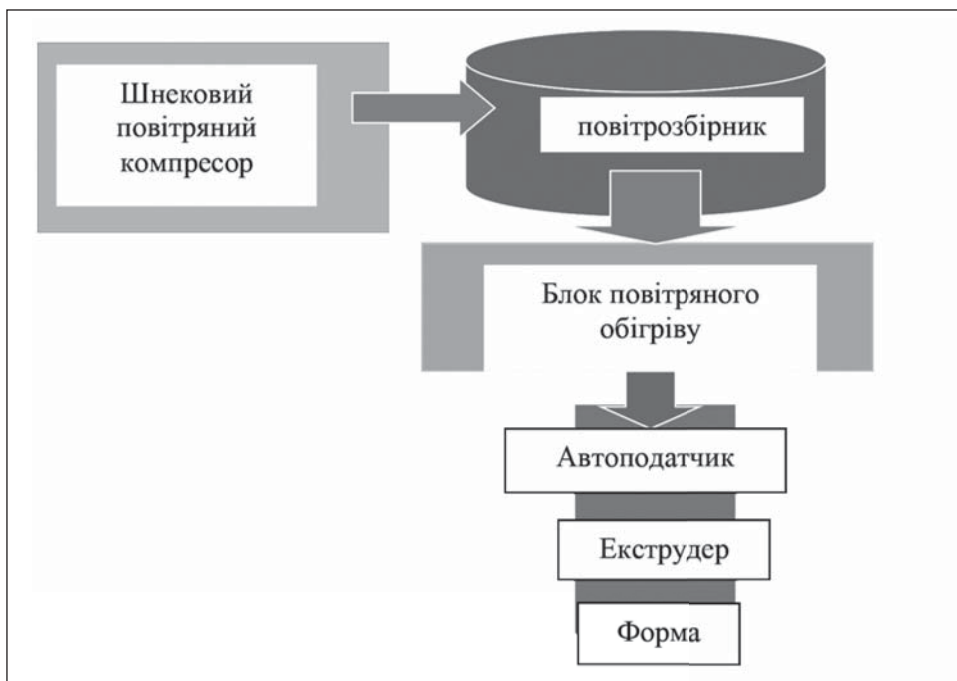


Рис. 1. Схема виробництва

печити безперервний процес формування безкаркасних елементів (рис. 1).

Отримана структура картриджів жорстка і стабільна, оскільки зафіксована термічними зшивками мікроволокон і трохи підпресована спеціальним валиком. При уявній простоті технології оператор повинен контролювати 19 параметрів процесу, враховуючи вхідний контроль якості вихідної сировини. Змінюючи ключові параметри, можна отримувати картриджі різного мікронного рейтингу від 1 до 100 мікрон, різної довжини і діаметру, починаючи з 10-дюймових закінчуючи 40-дюймовими.

Проведемо аналіз вимог до системи. Виходячи із структури процесу виробництва поліпропіленових механічних картриджів із «вспіненого» поліпропілену виникає набір функцій, які необхідні при автоматизації. Перед творцями АСУ ТП ставляться такі завдання, мають багато спільного в різних галузях промисловості [6; 7]. Це, наприклад:

- 1) органи управління;
- 2) екранні форми відображення параметрів процесу;
- 3) можливість створення архівів аварій, подій і поведінки змінних процесу в часі, а також повне або вибіркоче збереження параметрів процесу через задані проміжки часу постійно або за умовою;
- 4) спрощена мова для реалізації алгоритмів керування, математичних і логічних обчислень;
- 5) засоби документування технологічного процесу;
- 6) ядро або монітор реального часу, який забезпечує передбачуваний час від кліка на зовнішні події;
- 7) взаємозв'язок між різними компонентами системи;
- 8) мережеві функції;
- 9) засоби захисту від несанкціонованого доступу в систему;
- 10) багатовіконний графічний інтерфейс.

Виходячи із зазначених вище вимог до автоматизованої системи виробництва, переходимо до алгоритмів управління та визначення архітектури програмного застосунку.

Для управління станом об'єкта необхідно мати інформацію про цей стан. Тому при розробці таких систем обов'язковий вибір датчиків. Кількість датчиків і обсяг даних, що поставляються ними повинні бути достатніми для отримання повної інформації про об'єкт, необхідної для вирішення конкретних завдань управління.

Можна виділити два способи управління станом об'єкта:

1) послідовність дій (станів об'єкта) жорстко визначена, і інформація датчиків дозволяє контролювати закінчення дії або перехід об'єкта в новий стан, кожне нове дія починається після закінчення попереднього;

2) вибір нової дії (стану об'єкта) визначається поточними значеннями параметрів, кожна нова дія починається після того, як виконуються необхідні для цього умови.

Перший спосіб називають також програмним, а послідовність дій об'єкта, яка реалізується при цьому управлінні – програмою. У загальному випадку управління може включати в себе обидва способи, наприклад у програмі враховується стан параметрів, у залежності від якого буде потрібно та чи інша послідовність дій.

Алгоритм, являє собою послідовність дій, що ведуть до досягнення мети, яка полягає в отриманні інформації про значення всіх технологічних параметрів, наприклад температура, тиск, об'єм матеріалу. У загальних рисах цей алгоритм може бути наступним: перевірити працездатність і готовність пристрою і всього устаткування системи, перевірити (або задати) межі діапазону номінальних значень і граничні значення всіх параметрів, після чого провести опитування всіх датчиків технологічних параметрів з аналізом отриманої від кожного датчика інформації. Опитування і аналіз можуть повторюватися з необхідною частотою протягом усього часу роботи системи контролю.

Блок-схема алгоритму автоматизованого управління виробництвом, представлена на Рис. 2. Спочатку перевіряється готовність пристрою і устаткування. Одночасно перевіряється готовність зовнішніх пристроїв.

До складу до автоматизованої системи виробництва обов'язково входить програмний засіб, який є складним програмним продуктом, тому доцільно виділити основні частини цього засобу, які можуть розглядатися окремо. Тоді з'явиться можливість вносити зміни та розширювати функціональність, не змінюючи увесь засіб. Програмний засіб розділений на дві частини – серверна частина засобу, яка займається обробкою, зберіганням та обміном інформації. Клієнтська частина засобу, яка представляє із себе мобільний додаток, який збирає та надає інформацію в зручному для користувача (оператора) вигляді.

Для побудови серверної частини засобу використано шаблон проектування MVC [8]. У цьому шаблоні Модель відповідає за предметну область, Контролер відповідає за взаємодію із користувачем, Вид відповідає за відображення даних. Для

зберігання інформації на рівні Модель передбачено використання реляційної БД.

Виходячи з вищенаведеного, серверна частина засобу складається з наступних основних частин: реляційна БД, ORM [9], модель даних, бізнес логіка, контролери, API засобу [10], представлення даних. Архітектура серверної частини засобу (рис. 3).

Контролери – компоненти, що забезпечують можливість обробки вхідного запиту та виконання заздалегідь передбачену послідовність операцій бізнес логіки. Представлення даних – компонент, який визначає, що і як буде надаватися та відображатися користувачеві.

Бізнес логіка – компонент, що надає та реалізує бізнес логіку предметної області. ORM –

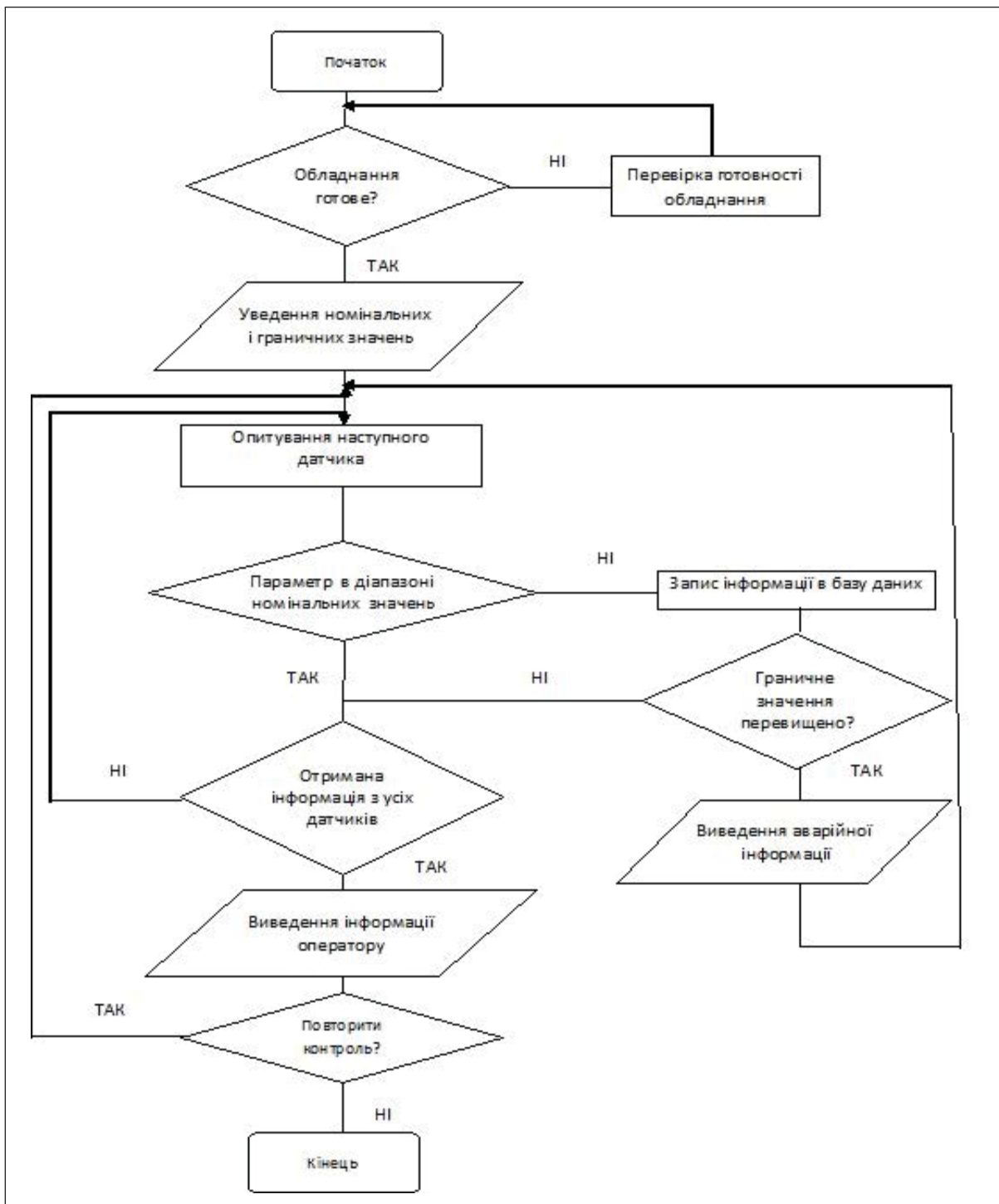


Рис. 2. Блок-схема алгоритму автоматизованого управління виробництвом

компонент, який займається об'єктно-реляційним відображенням даних з БД до моделі предметної області та навпаки, також компонент забезпечую роботу з основними операціями БД такими, як створення, пошук, зміна та видалення. Модель даних – компонент, що моделює дані предметної області в зручному для обробки вигляді та надає доступ іншим частинам засобу до них.

Реляційна БД – компонент, задачею якого є довготривале зберігання даних предметної області. API

засобу – компонент, який займається розпізнаванням запиту та викликом відповідного контролера.

Для побудови клієнтської частини засобу використано шаблон проектування MVP [11]. У цьому шаблоні Вид отримує події з користувацького інтерфейсу та викликає Представника, якщо потрібно. Представник відповідає за оновлення Виду новими даними, що генеруються Моделлю.

Моделю можна розглядати в якості інтерфейсу до даних, що оброблюються. Будь-яка частина

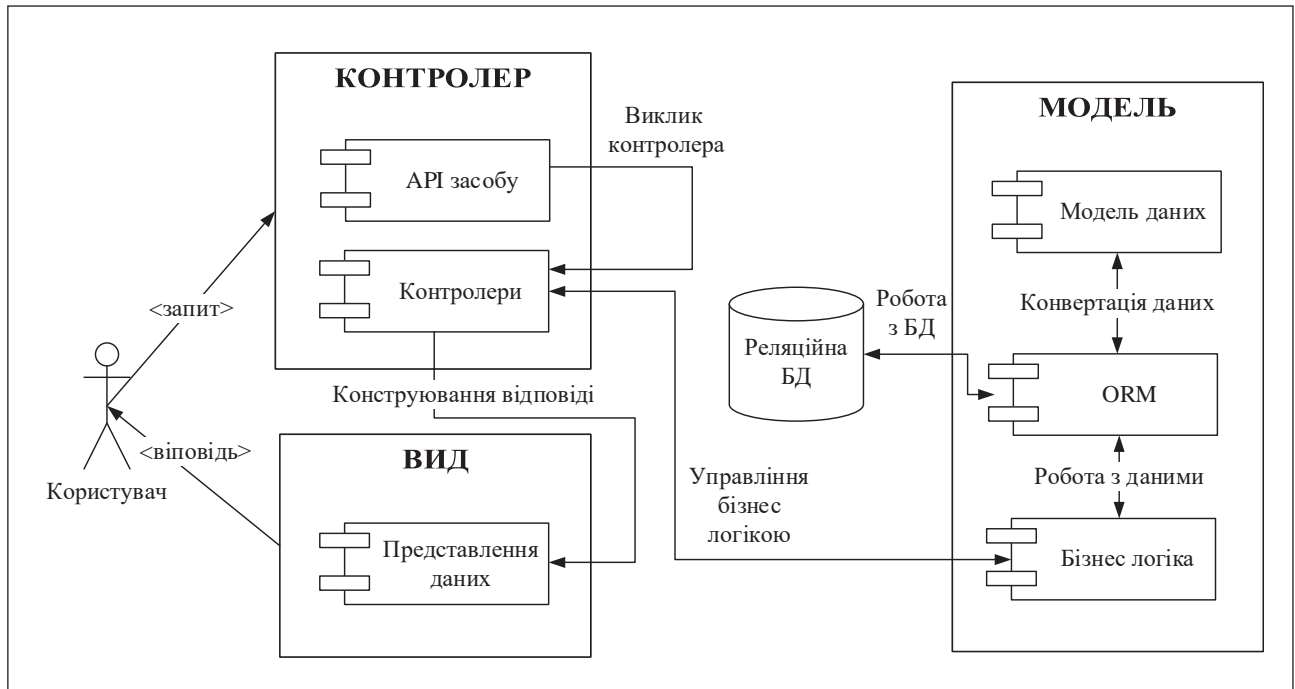


Рис. 3. Архітектура серверної частини засобу

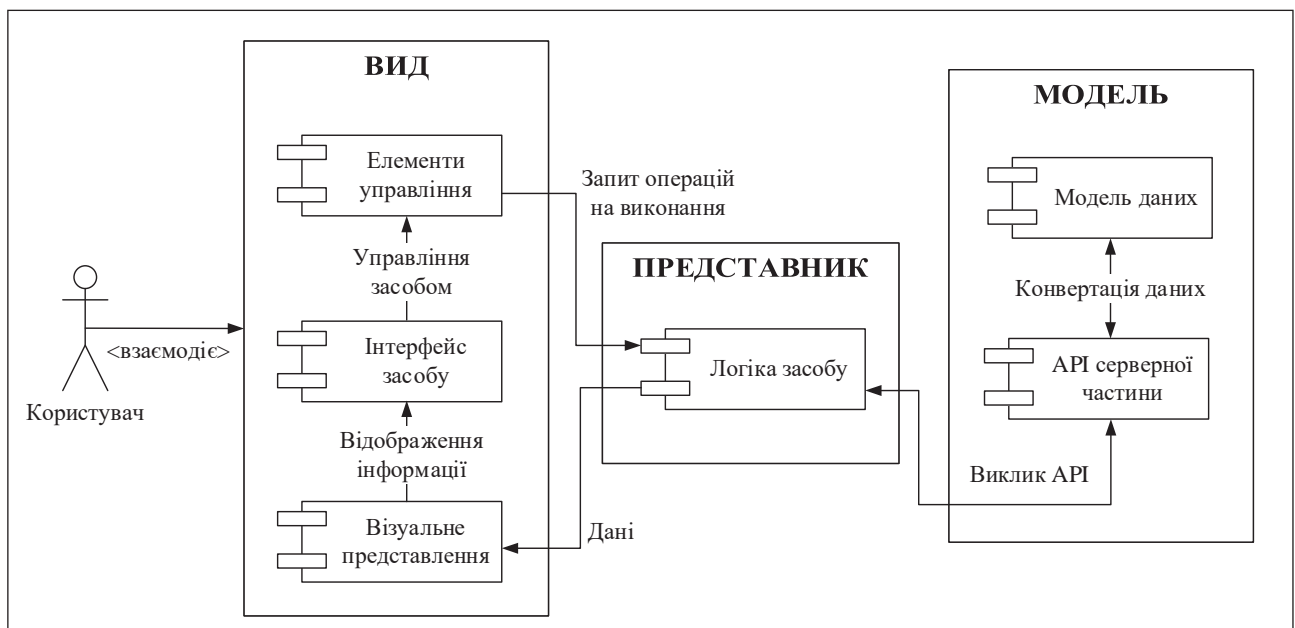


Рис. 4. Архітектура клієнтської частини засобу

програми, що потребує дані для роботи, повинна пройти через інтерфейс або методи, що визначені розробником, який підтримує частину моделі.

Вид, як впливає з назви, є тією частиною, з якою взаємодіє користувач. Програма може мати будь-яку кількість Видів.

Представник виступає в якості посередника між Видом та Моделлю. Вся бізнес логіка написана на цьому рівні. Представник отримує події від Виду та отримує і формує дані з моделі так, щоб Вид міг без проблем відобразити.

Виходячи з вищенаведеного, клієнтська частина засобу складається з наступних основних частин: елементи управління, інтерфейс засобу, візуальне представлення, логіка засобу, модель даних, API серверної частини засобу. Архітектура клієнтської частини засобу (рис. 4).

Логіка засобу – компонент, що забезпечує виконання бізнес логіки засобу. При цьому логіка засобу оновлює модель даних так, щоб вона відображала поточний стан. Візуальне представлення – компонент, який визначає, що і як буде відображатися користувачу. Елементи управління – компонент, через який користувач управляє засобом.

При цьому визначається набір дій, які користувач може виконувати з засобом, і зв'язок цих дій з логікою засобу. Інтерфейс засобу – компонент, що визначає яким чином інформація відображаються на екрані і взаємодія користувача з елементами управління. Модель даних – компонент, що зберігає значення змінних, які використовуються в програмі, і що надає до них доступ іншим частинам засобу. API серверної частини засобу – компонент, що забезпечує зв'язок із серверною

частиною засобу та надає зручний інтерфейс для роботи із сервером.

Взаємодія між клієнтською та серверною частинами засобу здійснюється у відповідності до архітектурного стилю REST з використанням протоколу HTTP як протоколу передачі даних та форматом даних JSON, як основний текстовий формат передачі відповіді. Використання JSON формату забезпечить зручний API для використання, оскільки із цим форматом можуть працювати усі розповсюджені мови програмування.

Висновки.

Описано процес виробництва картриджів із «вспіненого» поліпропілену. Виходячи із структури процесу сформульовано набір функцій, які необхідні при автоматизації цього процесу. Запропонована схема алгоритму управління станом об'єкта автоматизації.

Була визначена архітектура програмного засобу, який буде входити до складу автоматизованої системи управління. Вона розділена на серверну та клієнтську частину, які в свою чергу мають різні архітектурні стилі MVC та MVP, що підвищить простоту розробки та супроводження програмного комплексу.

У майбутньому планується подальша робота над процесом автоматизації виробництва поліпропіленових механічних картриджів, проектування методів контролю та взаємодії компонентів системи з подальшим впровадженням на підприємствах, які займаються виготовленням фільтруючих елементів. Тема є актуальною і малодослідженою в межах даного виробництва в Україні.

Список літератури:

1. Михеев В. А. Автоматизация процессов ОМД: электрон. учеб. пособие / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). Самара, 2012.
2. Фильтрующие картриджи: от простого к сложному. URL: <http://waternet.ua/news/newsletter/122/> (дата звернення 29.01.2018).
3. Защепкіна Н.М., Дрегуляк Е.П., Конахевич Н.Р. Аналіз розвитку виробництва фільтрувальних матеріалів Вісник Хмельницького національного університету. 2013. № 3. С. 87–89.
4. Vecherkovskaya, A., Popereshnyak, S. Comparative analysis of mathematical models forming filter elements. 2017 XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). DOI: 10.1109/memstech.2017.7937545.
5. Vecherkovskaya A.S., Popereshnyak S.V. Mathematical modeling of the process of fluid filtration through a multi-layer filtering element. Technology audit and production reserves. 2017. Vol. 4 № 3(36). P. 9–13.
6. Остроух А.В. Информационные технологии в научной и производственной деятельности / за ред. А.В. Остроух. Москва: ООО «Техполиграфцентр», 2011. 240 с.
7. Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий Москва: ООО«Техполиграфцентр», 2008. 280 с.
8. Model-View-Controller design pattern. URL: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSZLC2_7.0.0/com.ibm.commerce.developer.doc/concepts/csdmvcdespat.htm. (дата звернення: 20.01.2018)

9. Mapping objects to relational databases URL: <https://www.ibm.com/developerworks/library/ws-mapping-to-rdb/>.(дата звернення: 21.01.2018)
10. Richardson L., Amundsen M., Ruby S. RESTful Web APIs: Services for a Changing World . 2013. С. 29–87.
11. Android. Пару слов об MVP + rxJava URL: <https://habrahabr.ru/post/252903/>.(дата звернення: 28.01.2018).

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В статье рассмотрен процесс производства фильтрующих элементов из «вспененного» полипропилена. Приведена схема изготовления фильтрующих элементов путем нанесения расплавленного полипропилена. Сформулировано набор функций, которые необходимы при автоматизации данного процесса. Предложена схема алгоритма автоматизированного управления производством фильтрующих элементов. Определена архитектура программного средства, которое будет входить в состав автоматизированной системы управления процессом производства.

Ключевые слова: автоматизированная система, технологический процесс, алгоритм, архитектура, фильтр из полипропилена.

CONSTRUCTION FEATURES OF AUTOMATED FILTERING ELEMENTS MANUFACTURE SYSTEM

The article examines filtered elements from "foamed" polypropylene production process. The scheme of filtering elements manufacturing by applying molten polypropylene is given. Formulated a set of functions that are necessary for the automation of this process. The scheme for filter elements production automated control algorithm is proposed . The software architecture is defined, which will be part of the automated process control system.

Key words: automated system, technological process, algorithm, architecture, polypropylene filter.