

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ВСЧЕРКОВСЬКА АНАСТАСІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 004.9:66-9:678.5

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ
ФІЛЬТРУЮЧИХ ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ ВОЛОКНИСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

05.13.06 – інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка
Міністерство освіти і науки України, м. Київ

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук, доцент
ПОПЕРЕШНЯК Світлана Володимирівна,
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, м. Київ,
доцент кафедри програмних систем і технологій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
СІЛЬВЕСТРОВ Антон Миколайович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»; м. Київ,
професор кафедри теоретичної електротехніки

кандидат технічних наук,
НЕГОДЕНКО Олена Василівна
Державний університет телекомунікацій, м. Київ,
завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення

Захист відбудеться “_12_” квітня 2021 р. о 13:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.058.05 у Національному університеті харчових технологій за адресою, м. Київ, вулиця Володимирська 68, корпус «А», аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “_10_” березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
К 26.058.05,
к. т. н., доцент



Л. О. Власенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Екологічна ситуація, пов'язана із забрудненням атмосфери і промислових стоків, призводить до необхідності розробки нових технологій, використання дешевих фільтруючих елементів, що допускають багаторазове їх використання. Для захисту та очищення довкілля від шкідливих викидів, від забруднення нафтопродуктами, для переробки і утилізації відходів застосовують фільтрувальні матеріали з пористого поліпропілену.

Переробці полімерів, зокрема поліпропілену передують проектування конструкції виробу, вибір оптимального методу переробки, проектування і виготовлення технологічного оснащення, розробка рецептури полімерної композиції, її приготування і підготовка до формування. Власне переробка полімеру включає проектування, формування виробів і їх подальшу обробку.

Нині існує певна проблема під час створення інформаційних систем для вирішення конкретних завдань на підприємствах хімічної галузі промисловості, як складних багатофакторних моделей. На кінцевий результат впливають як фізико-хімічні показники сировини так і одночасний вплив різноманітних параметрів самого технологічного процесу виробництва та особливості формування завдань для виробництва виходячи з замовлень, які надходять на підприємство з різних галузей застосування фільтруючих елементів(ФЕ). Отже розробка інформаційної технології для виробництв хімічної промисловості, зокрема виробництв фільтруючих елементів є актуальною задачею.

В роботах дослідників найчастіше розглядають нові технології в сфері фільтрувальних матеріалів, структури фільтрів, сировинний склад наприклад це роботи: Б. Бхавана (Bhavana B.), К. Тежасвіні (Tejaswini K.) тощо. Басниев К. С., Семенов Г. Н приділяють свою увагу самому процесу фільтрації рідини через фільтруючий елемент. С.В. Каневароло (S. V. Canevarolo), А.К. Бабетто (A. C. Babetto) у своїй роботі приділяють увагу будові обладнання для виготовлення елементів з поліпропілену. Таким чином, в результаті аналізу робіт дослідників та практичного досвіду виробників України можна зробити висновок, що питання виготовлення елементів із поліпропілену досить перспективне та поширене. Але те що стосується створення інформаційної технології виробництв елементів з пористого поліпропілену методом пневмоекструзії, то до сьогоднішнього дня немає схожих досліджень в цьому напрямку.

Для побудови відповідної інформаційної системи з метою забезпечення більш швидкої обробки замовлень та формування виробничих завдань, підтримки технологічних процесів, необхідна низка складових – технічний, інформаційний та універсальний математичний апарати, що представлені комплексом математичних методів і моделей. Подібний математичний апарат може бути застосовано до вирішення завдань з моделювання та покращення процесу управління.

Під час моделювання технологічного процесу слід враховувати те, що поняття «якість» є комплексом спеціальних вимог до взаємопов'язаних фізико-хімічних показників. Основними показниками, що формують фізико-хімічні характеристики готового продукту, є: пропускна здатність ФЕ, абсолютний ступінь фільтрації, брудомісткість ФЕ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконувалося на кафедрі інженерії програмного забезпечення навчально-наукового інституту комп'ютерних інформаційних технологій Національного авіаційного університету у рамках науково-дослідних робіт «Методи та засоби інженерії програмного забезпечення» (№24 Ф4/К44); «Розробка, дослідження та впровадження в навчальний процес засобів автоматизації та колективної роботи» (№ 85/09.01.02); «Дослідження підвищення ефективності фахівців за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення» шляхом залучення розробників програмного забезпечення» (№ 98/09.01.02).

Мета дослідження – підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу по виготовленню фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів за рахунок створення та використання інформаційної системи управління виробництвом продукції з поліпропілену методом пневмоєкструзії з використанням сучасних інформаційних технологій.

Досягнення поставленої мети вимагає вирішення наступних завдань:

- провести аналіз технологій та методів проектування фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів (ФПВЕ), які використовуються на сучасних підприємствах, з використанням інформаційних технологій, обґрунтувати та сформулювати завдання дослідження;
- розробити математичні моделі і алгоритми для виготовлення фільтруючих елементів(ФЕ) заданої якості та для управління виробництвом в цілому;
- створити інформаційну технологію управління виробництвом по виготовленню ФПВЕ, яка включає в себе алгоритми і методики;
- розробити інформаційну систему управління виробництвом по виготовленню ФПВЕ;
- провести апробацію та дослідження ефективності розроблених моделей та технологій в умовах діючих підприємств.

Об'єкт дослідження – аналіз процесу виготовлення поліпропіленових волокнистих елементів та показники його функціонування.

Предмет дослідження – моделі, методи, інформаційні засоби та технології управління даними і технологічними процесами виробництва поліпропіленових фільтруючих волокнистих елементів.

Методи дослідження. У процесі вирішення поставлених завдань було використано теоретичні та змішані методи, серед них: методи системного аналізу – для проведення дослідження стану проблеми, вибір та обґрунтування моделей і методів реалізації поставлених задач; теорія множин – для формалізації задач предметної області; теорія баз даних і знань – для проектування інформаційних джерел інформаційної системи; статистики – для обробки експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

вперше

- отримано комплексний метод для організації розрахунків кількості фільтруючого матеріалу певної структури з використанням інформаційних технологій, що включає в себе визначення вхідних даних рідини чи газу які будуть фільтруватися та дозволяє побудувати модель ФЕ, для її реалізації на виробництві;
- розроблено нові моделі і алгоритми для виготовлення фільтруючих елементів(ФЕ) в залежності від галузі застосування та заданої якості, що дозволило

реалізувати інформаційну технологію підтримки виробничого процесу, при виробництві фільтруючих елементів з поліпропілену;

– розроблено інформаційну технологію з управління процесом виробництва фільтруючого елементу з поліпропіленових волокон, на основі використання розроблених алгоритмів та методів, що дозволило реалізувати інформаційну систему керування процесом виробництва фільтруючих елементів з поліпропілену

систематизовано й узагальнено

– формули для розрахунку брудомісткості фільтру та продуктивності фільтрації, яку можна застосувати на виробництві;

– математичну модель процесу фільтрації рідини в пористому середовищі, що дозволило визначити основні чинники, які впливають на якість ФЕ.

набули подальшого розвитку

– алгоритми управління виробництвом ФПВЕ, які дозволяють організувати багатофакторне керування технологічними процесами переробки розплавленого поліпропілену та керування замовленнями, як складової виробничого процесу;

– інформаційне та програмне забезпечення, а також порядок його функціонування для організації процесу проектування ФПВЕ широкого призначення та структури за рахунок розробленого комплексу засобів автоматизації процесу формування фільтруючого елементу методом пневмоекструзії, використання якого дозволяє скоротити загальну тривалість життєвого циклу виготовлення ФПВЕ та виконання формувальних робіт ФПВЕ на виробництві.

розроблено

– інформаційну технологію, яка дозволяє керувати процесом замовлення, проектування та формування ФПВЕ, вона реалізована у вигляді інформаційної системи з клієнт-серверною архітектурою.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані в дисертаційній роботі наукові результати використані при організації процесу формування ФПВЕ, за допомогою інформаційної системи, що реалізується за умов використання наявних резервів скорочення часу на розробку проекту ФПВЕ та часткового виключення людини із контуру виконання робіт по формуванню ФПВЕ та контуру управління виконавцями процесів ФПВЕ.

Розроблене математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення управління процесом замовлення, проектування та формування ФПВЕ використано в робочому процесі таких підприємств, що підтверджено актами впровадження: приватне підприємство «Уніфільтр» (м. Бровари) (акт від 03.10.2020), товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича фірма "Робікон"» (м. Київ) (акт від 21.12.2018), товариства з обмеженою відповідальністю «Деріс груп» (м. Київ) (акт від 19.11.2020), товариства з обмеженою відповідальністю «Укргазкомплект-2010» (м. Київ) (акт від 10.01.2019), товариства з обмеженою відповідальністю «Долинське» (с. Долинське Кіровоградська область) (акт від 20.11.2020), що дозволило підвищити ефективність виробництва, при чому: на 17% покращилась взаємодія з клієнтами, за рахунок економії часу на формування та виконання замовлень, та на 12% підвищився прибуток, за рахунок зменшення кількості браку. Також результати дисертаційного дослідження впроваджені у навчальний процес кафедри інженерії програмного забезпечення Національного авіаційного університету при підготовці бакалаврів за напрямом «Інженерія програмного забезпечення».

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати, що викладені в дисертаційній роботі, отримані здобувачем особисто. В публікаціях у співавторстві особистий внесок автора полягає в: в [2] розглянуто математичну модель процесу фільтрації рідини в пористому середовищі та запропоновано метод організації розподілених розрахунків для кінцево-елементної моделі фільтрації; в [4] запропоновані методика та алгоритм автоматизації виробництва, елементів з пористого поліпропілену методом пневмоекструзії, які допомагають обрати визначені параметри; в [5] наведено схему виготовлення фільтруючих елементів шляхом нанесення розплавленого поліпропілену, сформульовано набір функцій, які необхідні при автоматизації даного процесу, запропоновано схему алгоритму автоматизованого управління виробництвом фільтруючих елементів та визначена архітектура програмного засобу, який буде входити до складу автоматизованої системи управління процесом виробництва; [6] запропоновано методику для організації розрахунків кількості фільтруючого матеріалу певної структури в залежності від процесу фільтрації та розроблено прототип програмного засобу, що дозволяє проводити підбір структури і розмірів фільтруючого елемента в залежності від області застосування та середовища; [7] спроектовано автоматизовану систему з управління замовленнями і роботи персоналу на підприємствах середнього класу та визначено вимоги до даної системи і запропоновано два типи архітектури; [10] сформульовано словник предметної області, для алгебраїчних поверхонь; [11] застосовано інтервальний метод для розв'язання задач механіки; [12] в онтології врахована деформація алгебраїчної поверхні; [13] продемонстровано модель, що використовує базові рівняння фільтрації та наведено основні рівняння, які використовуються для побудови математичної моделі процесу фільтрації рідини, проаналізовано існуючі моделі фільтрації води та аналіз різних процесів виробництва фільтруючих елементів; [18] розглянуто процес формування осаду на багатошаровому фільтрі та запропоновано методику розрахунку продуктивності багатошарових фільтрів, яка сприяє забезпеченню максимальної пиломісткості й мінімального перепаду тиску повітря при варіюванні діаметрів волокон шарів та їх товщини; [20] розглянуто особливості та виокремлені вимоги до фільтруючих елементів в авіаційній галузі, [21] визначено основні характеристики для управління та налаштування нагрівача, та виконано процес налаштування нагрівача, [22] побудовано онтологія тестування технічного обслуговування, [23] розроблено інформаційну, функціональну модель та виробничу інформаційну систему, [24] побудовано мережу Петрі для моделювання процесів виробництва поліпропіленових волокнистих фільтруючих елементів.

Апробація результатів дисертації. Апробація результатів дисертаційного дослідження проводилася на наукових конференціях та семінарах: Політ. Сучасні проблеми науки: XIV, XV міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів; Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/ATM: науково-технічна конференція, 17-19 листопада 2014р.; XIIIth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) Proceeding, Polynna, April 20-23 2017р.; Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку. (ІТЕП-2017), (ІТЕП-2018); IV Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми забезпечення інформаційної та кібернетичної безпеки» 20-21

грудня 2017 року; Друга Міжнародна науково-практична конференція «Математичні та програмні технології Internet of Everything (IoE)» 21-22 грудня 2017 року; XIVth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) Proceeding, Polynna, April 18-22 2018p., Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток промисловості та суспільства» Україна, Кривий Ріг 23-25 травня 2018 р, 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2019, IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2019, VII International conference “Information Technology and Interactions” (IT&I-2020), December 02-04, 2020, Kyiv, Ukraine.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 24 друковані праці, у тому числі: 6 статей – у наукових фахових виданнях України, 2 – у міжнародному виданні (Естонія та Болгарія), 16 тез доповідей у збірниках матеріалів всеукраїнських та міжнародних, наукових, науково-практичних і науково-технічних конференцій та конгресів, зокрема 6 в міжнародних наукометричних базах (Scopus).

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (130 найменувань), 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 180 сторінок. Робота містить 10 таблиць і 68 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

Вступ. Обґрунтовано актуальність роботи, яка відзначається необхідністю розробки інформаційної технології та системи технологічного комплексу виробництва фільтруючих поліпропіленових елементів для підвищення ефективності його функціонування. Визначено предмет та об'єкт дослідження, сформульовано мету та задачі дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** «Аналіз проблем та постановка завдань дослідження» проаналізовані літературні джерела та з'ясований стан наукової розробки теми, досліджені технологічні процеси виробництва ФЕ.

Проаналізовано сучасні підходи до вирішення проблеми організації процесу виробництва поліпропіленових волокнистих елементів. Визначено, що при організації процесу управління підприємством та безпосередньо виробництвом ФПВЕ є потреба вирішувати такі задачі як: управління замовленням на підприємстві; визначення завдань для виробництва; проектування ФЕ, та виділення основних параметрів, які впливають на процес формування ФПВЕ, з метою їх мінімізації; підвищення якості виготовленої продукції; збереження максимальної продуктивності ФПВЕ. Задача підвищення якості продукції носить загальний характер і може бути ефективно вирішена за допомогою використання інформаційної технології.

Незважаючи на широке застосування інформаційних технологій для розв'язання окремих задач управління різноманітними виробництвами, на сьогоднішній день відсутній єдиний комплексний підхід до вирішення проблеми ефективного управління виробництвом поліпропіленових фільтруючих елементів за допомогою інформаційних технологій. Знаходження такого рішення ускладнюється тим фактором, що процес виробництва поліпропіленових фільтруючих елементів,

залежить від галузі їх застосування. Визначено, що в залежності від галузі застосування та призначення фільтруючого елементу він може мати різну кількість шарів та різну структуру цих шарів. Проведено класифікацію даних елементів в залежності від основного призначення та рекомендовано необхідну кількість шарів для кожного випадку. Проаналізовано технологічний процес формування ФЕ, визначено, що на функції кінцевого продукту впливають більше 20 різних вхідних параметрів технологічного процесу.

Емпіричним шляхом, разом з експертами виробництва виділено 4 основні параметри від яких найбільше залежить результат виробництва – елемент потрібного типу (або фільтруючий елемент, або дренаж), до них відносяться: температура плавлення в останній зоні обігріву екструдера, оберти дозуючого насосу і відповідно маси плаву полімеру, тиск повітря, що подається на формуючу голівку та температура повітря, що подається на формуючу голівку.

В результаті аналізу сформульовані мета та основні завдання дослідження.

У **другому розділі** «Моделювання технологічного процесу та функціонально-технологічних характеристик» проведено моделювання аналітичним шляхом, на основі даних приведених в ТУ У 28.2-30043766-002:2015 наведено проведення експериментального дослідження, та обробка дослідних даних, оцінка похибок вимірювання, та розв'язання задачі підвищення якості кінцевого продукту.

В ході математичного моделювання на основі даних приведених в ТУ У 28.2-30043766-002:2015 було одержано багатофакторне рівняння регресії на основі якого підтверджено емпіричні результати, і визначено, що основними управляючими параметрами технологічного процесу є :

x_1 – температура плавлення в останній зоні обігріву екструдера, $^{\circ}\text{C}$;

x_2 – оберти дозуючого насосу і відповідно маси плаву полімеру, Об/хв;

x_3 – тиск повітря, що подається на формуючу голівку, МПа;

x_4 – температура повітря, що подається на формуючу голівку, $^{\circ}\text{C}$.

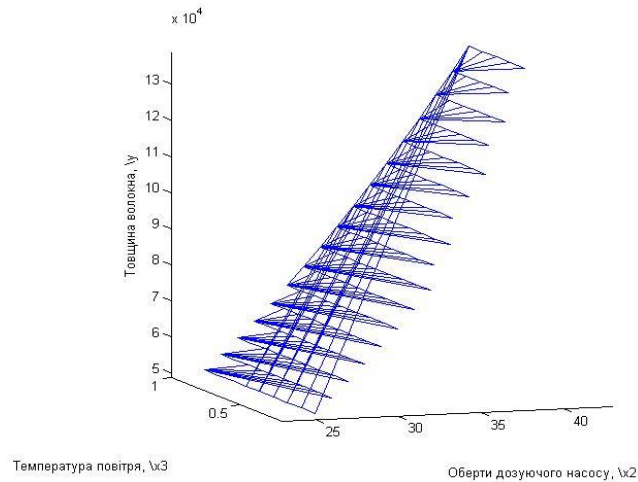
Отримано математичну модель у вигляді багатофакторного рівняння регресії:

$$y = 2643,28x_1 - 6,12x_2 + 7,7x_3 - 186,56x_4 - 7,32 - 0,008x_1x_2 + 0,199x_1x_3 + 0,008x_1x_4 - 0,029x_2x_3 - 0,001x_2x_4 + 0,022x_3x_4,$$

де y – товщина волокна.

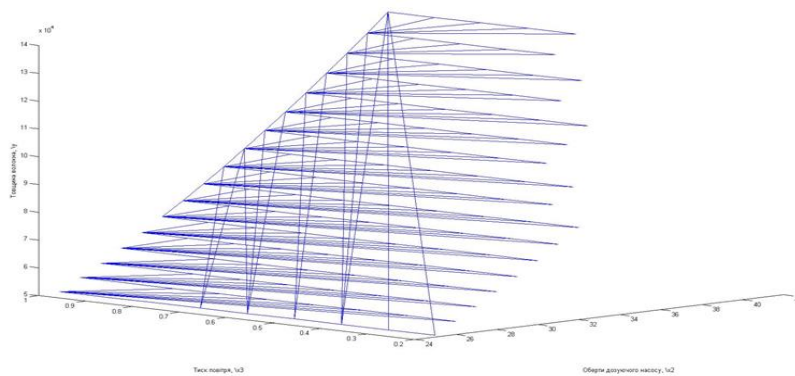
Було побудовано 3D графіки, які описують динаміку товщини волокна за попарної зміни двох незалежних факторів (температура плавлення в останній зоні обігріву /оберти дозуючого насоса, тиск повітря/температура повітря, що подаються на розпилюючу голівку), використовуючи математичний пакет Matlab, що представлені на Рис. 1 та Рис.2.

За допомогою математичного моделювання було визначено, ступінь впливу на товщину волокна та фільтруючі властивості технологічних показників, а саме температури плавлення в останній зоні обігріву екструдера та температури повітря, що подається на формуючу голівку, тому процес виготовлення ФПВЕ має бути контрольованими.



$$y = 82,43x_2^2 + 2,94x_3^2 - 39,71x_2 - 0,018x_3 - 3,19$$

Рис. 1 Графічна 3D модель товщини волокна (x_2 - оберти дозуючого насосу, x_3 - тиск повітря, що подається на розпилюючу голівку)



$$y = -6,32x_3^2 - 37,26x_4^2 + 4,14x_3 - 7,57x_4 - 0,02$$

Рис. 2 Графічна 3D модель товщини волокна (x_3 - тиск повітря, що подається на розпилюючу голівку, x_4 - температура повітря, що подається на розпилюючу голівку)

Результати лабораторних досліджень підтвердили найбільшу роль температури плавлення в останній зоні обігріву екструдера та швидкості подачі матеріалу, що подається на формуючу голівку у технологічному процесі, та у фільтруючих властивостях готового продукту.

Наприклад, встановлено, що зі збільшенням швидкості подачі поліпропілену на форму з 1000 до 5000 м/хв спостерігається значна зміна механічних властивостей волокон, що отримуються: зниження розривного подовження, підвищення модуля і міцності волокна (Рис. 3).

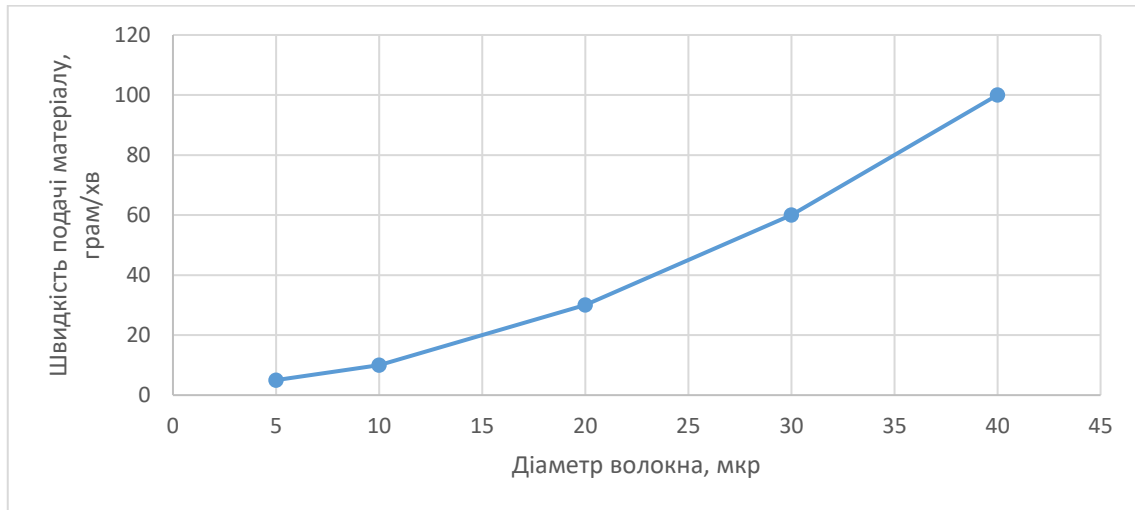


Рис. 3 Графік залежності швидкості подачі матеріалу від діаметра волокна

Експеримент проводився на одношнековому екструдері, який є частиною реального виробництва ФЕ на підприємстві. Дані про технологічні показники технологічного процесу збирались на всіх датчиках одночасно, що дало можливість вважати ці данні достовірними.

Приведемо результати експерименту, для набору даних, при товщині волокна 25-50 мкм). Рівняння регресії (оцінка рівняння регресії) має вигляд:

$$y = 2315 - 5x_1 + 5x_2 - 125x_3 - 5x_4,$$

де:

y – товщина волокна;

x_1 – температура плавлення в останній зоні обігріву екструдера, $^{\circ}\text{C}$;

x_2 – оберти дозуючого насосу і відповідно маси плаву полімеру, Об/хв;

x_3 – тиск повітря, що подається на формуючу голівку, МПа;

x_4 – температура повітря, що подається на формуючу голівку, $^{\circ}\text{C}$.

Для моделі визначено безпосередній вплив фактора x_1 на результат y в рівнянні регресії, вимірюється β_2 (частковий коефіцієнт кореляції), його значення найбільше і становить -1.135; непряний (опосередкований) вплив даного чинника на результат визначається як: $r_{x_1x_2}\beta_2 = 0.3063$.

Обчисливши t-статистику для моделі для нашої моделі, отримали: $t_i > 2,263$. Такий результат свідчить про те, що статистична значимість для всіх коефіцієнтів регресії $b_0 \dots b_4$ підтверджена.

Статистична значимість рівняння перевірена за допомогою коефіцієнта детермінації і критерію Фішера, також визначено, що параметри моделі статистично значущі.

За результатами експериментально статистичного моделювання можна зробити висновок, що фільтрувальні властивості готового ФПВЕ на пряму залежать від його технології виготовлення та технологічних показників цього процесу, а також марки поліпропілену (не можемо контролювати), з якого виготовляється продукт.

Для вибору необхідних параметрів, що відповідають вибраній галузі застосування описано метод та алгоритм, блок-схема, якого приведена на Рис. 4, що допомагає при проектуванні необхідного ФЕ в залежності від галузі застосування.

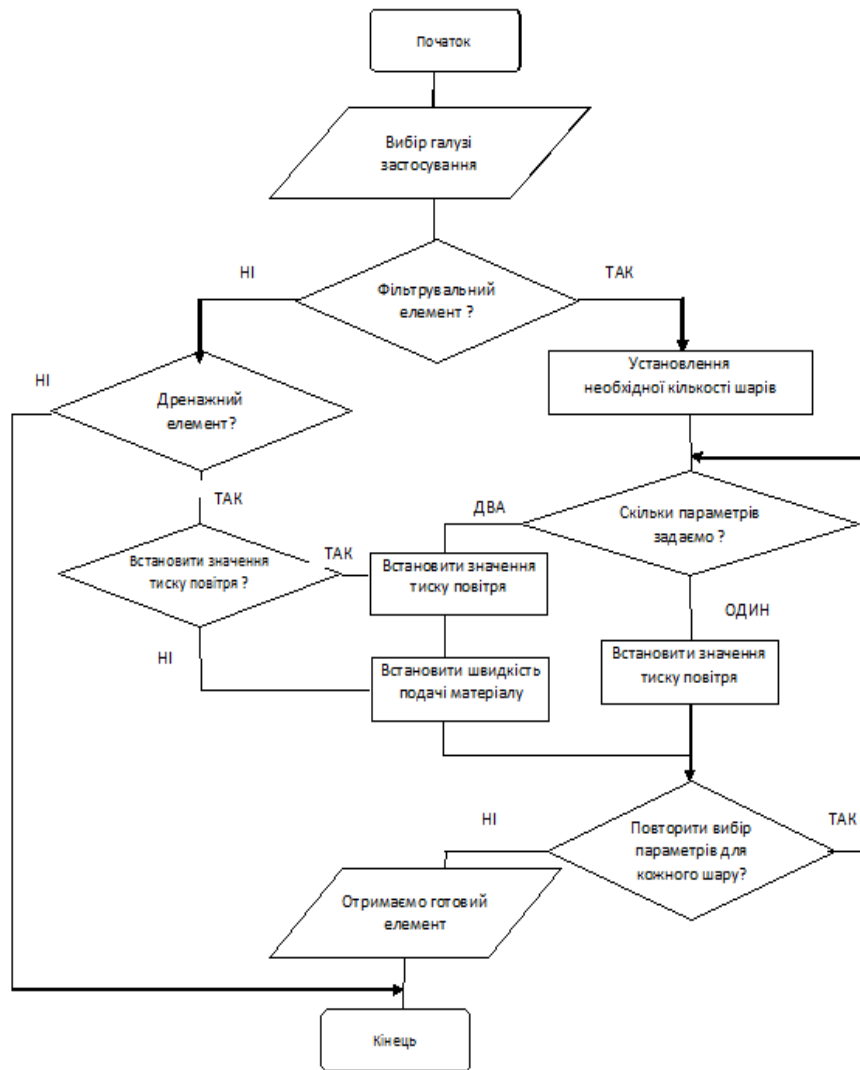


Рис. 4 Блок-схема алгоритму управління вибором параметрів виробництва, за допомогою інформаційної технології

Побудовано теоретико-множинну математичну модель управління якістю готового продукту. Узагальнено вимоги, для ФЕ, довжиною 100 мм, та які складаються не менше ніж з 3-х шарів.

Найважливішими вимогами до показників якості кінцевого продукту є:

$Kp, \text{дм}^3/\text{хв} - 70 \leq Kp \leq 500$ – пропускна спроможність;

$Kf, \text{мкм} - 5 \leq Kf \leq 100$ – абсолютний ступінь фільтрації;

$Kc, \text{г} - 25 \leq Kw \leq 1000$ – брудомісткість.

Наприклад, для фільтруючого елементу, який має три шари, при цьому внутрішній діаметр – 27мм, а зовнішній – 65мм, значення вище наведених коефіцієнтів будуть такими: $Kp = 70 \text{ дм}^3/\text{хв}$, $Kf = 100 \text{ мкм}$, $Kc = 35 \text{ г}$.

Функція оптимізації поставленого завдання буде мати вигляд:

$$F(x) = \sum_{i=1}^N x(i) \cdot y(i, 4) \rightarrow \min ,$$

де $Y(i) = \langle y(i, k) \rangle, i = 1 \dots N; k = 1 \dots K$ – множина можливих варіантів структури ФЕ, в залежності від умов замовника та галузі застосування;

$X = \langle x(i) \rangle, i = 1 \dots N$ - допустиме рішення, в ньому (i) – відсоткове відношення товщини i -того шару до загальної товщини ФЕ.

Для вирішення задачі оптимізації було використано симплекс-метод, де цільовою функцією є мінімізація ціни на продукт, а обмеженням є вимоги до якості ФЕ.

Проаналізувавши та побудувавши модель структури та якості ФЕ, наступним кроком проаналізуємо сам процес виробництва, і визначимо моменти, для здійснення керуючого впливу.

Для аналізу процесу виробництва поліпропіленових фільтруючих волокнистих елементів використаємо мережі Петрі з часовими обмеженнями. Реальні технологічні процеси мають кінцеву тривалість, що може бути зображено графічно на часових графіках(Рис. 5)

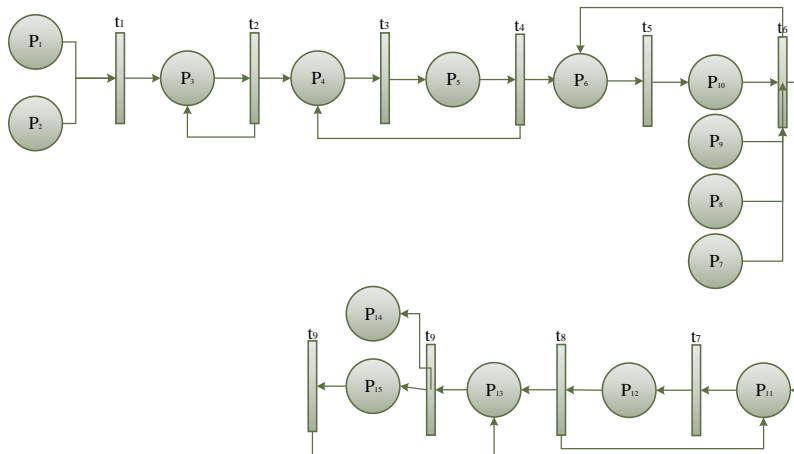


Рис. 5 Мережа Петрі, яка моделює технологічний процес виробництва фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів ($\{P_1 \dots P_{15}\}$ – позиції мережі, $\{t_1 \dots t_{10}\}$ – переходи мережі)

Встановлено взаємно однозначну відповідність між позиціями мережі та технологічними операціями, між переходами мережі та станами обладнання. До технологічних операцій відноситься наприклад такі: охолодження сировини в зоні завантаження екструдера, переміщення плавленої сировини до 1-ої теплової зони, нагрів до температури - 150 °С, контроль температури в коліні, перекачування плавильної маси, плавильна маса розпилюється на 4 заготовки.

Це дозволяє побудувати інформаційну технологію управління технологічним процесом, і визначити необхідний керуючий вплив оператора, а також запропонувати необхідні параметри та структуру ФЕ.

Третій розділ «Інформаційна технологія організації процесу виробництва та формування фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів» присвячено розробці нової інформаційної технології (ІТ) у вигляді алгоритмів та методів управління замовленням та безпосередньо технологічним процесом формування ФЕ, для комплексного управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових елементів.

Для підприємств з виробництва ФПВЕ однією з основних задач є не тільки безпосередньо управління самим процесом формування та проектування ФЕ, але і управління процесом замовлення, формування завдання операторам виробництва, і рекомендації їм, щодо строків його виконання, а також відслідковування основних етапів роботи з замовленням.

В цьому розділі розроблені алгоритми управління замовленням на виробництві (Рис. 6) та управління технологічним процесом виробництва, за допомогою інформаційної системи (Рис. 7).

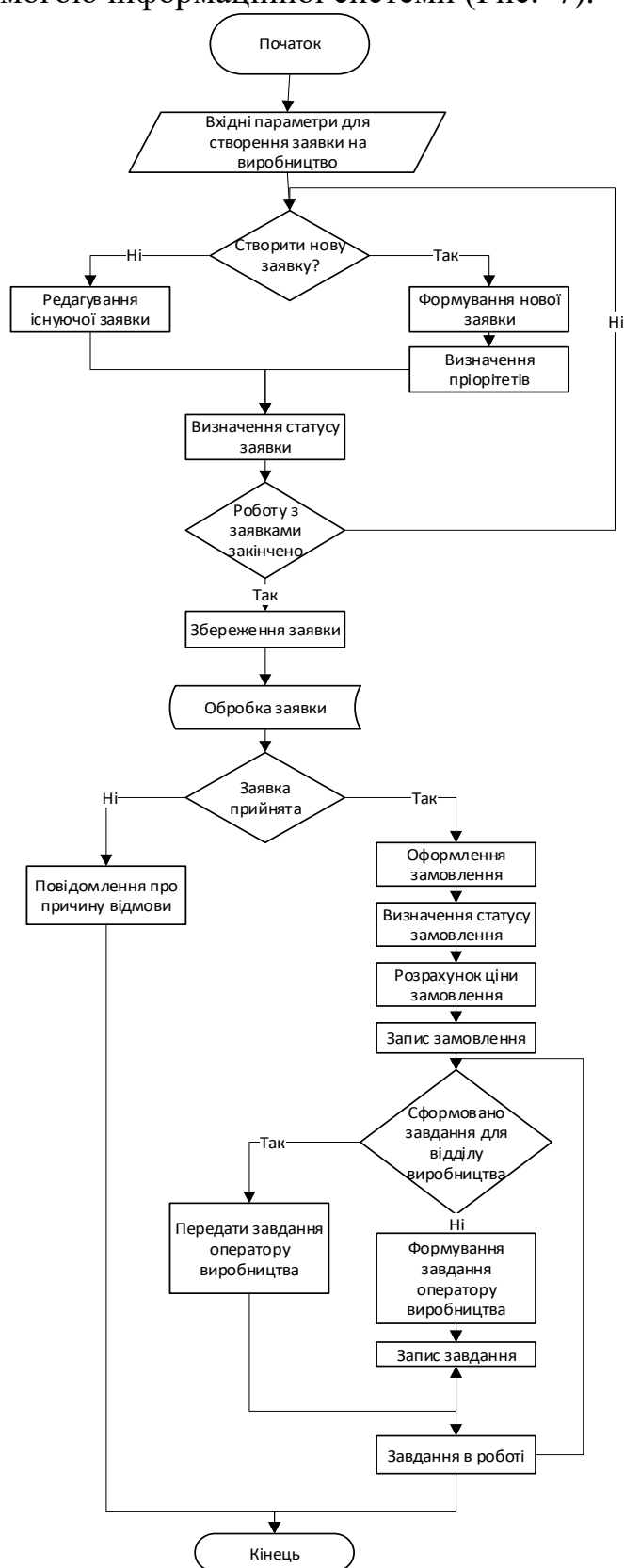


Рис. 6 Блок-схема алгоритму управління замовленням на виробництві

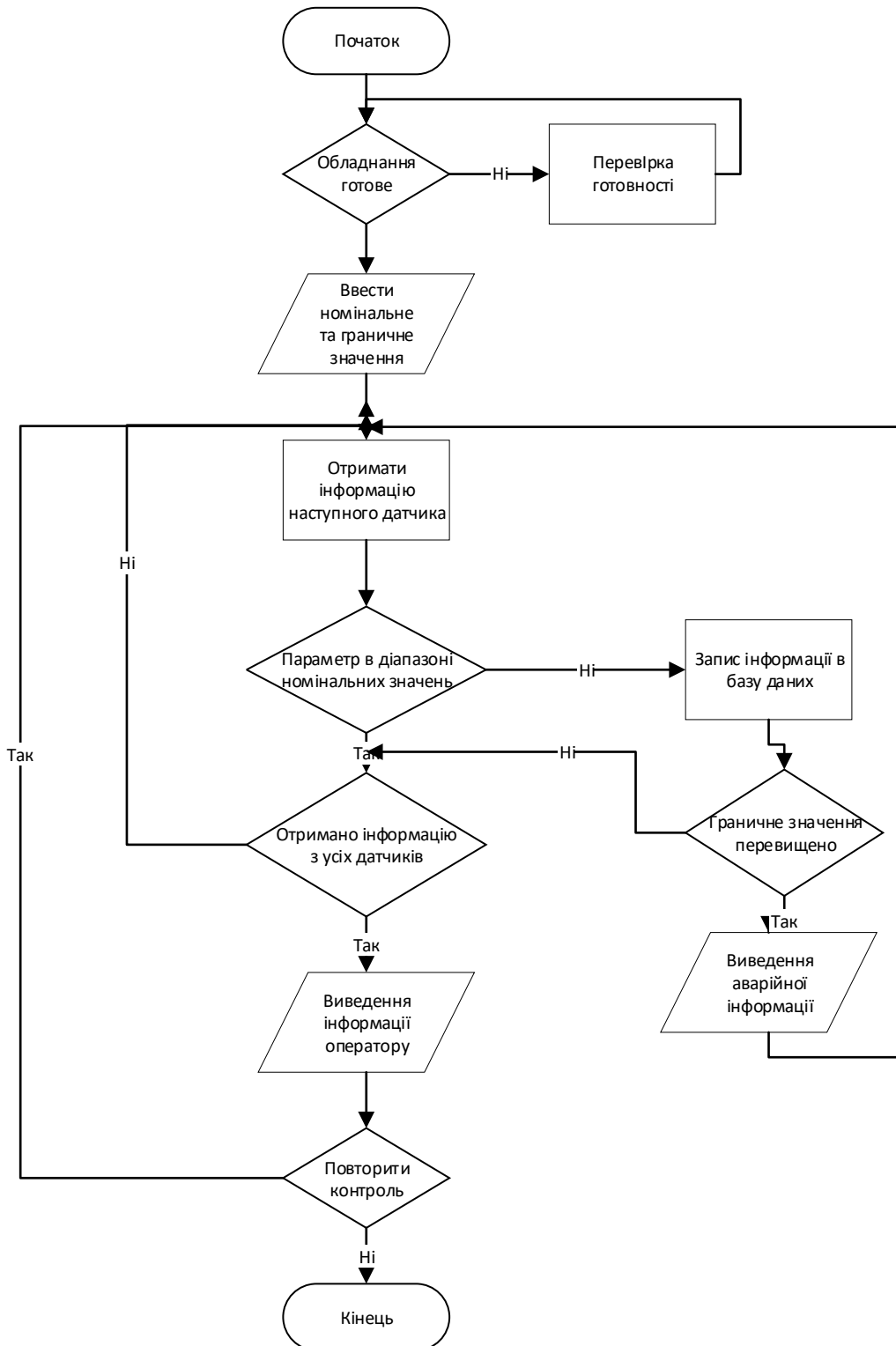


Рис. 7 Блок-схема алгоритму управління технологічним процесом виробництва

Застосований логіко-структурний підхід є одним з інструментів управління підприємством, який являє собою аналітичний процес для структурування, систематизації, аналізу цілей і проблем проекту, оцінки ризиків.

Складено аналіз зацікавлених сторін, в якому розглянуто групи сторін, для яких важливий результат виробництва, визначені їх вигода від реалізації продукції виробництва, форма підтримки і адекватний механізм участі.

З урахуванням аналізу зацікавлених сторін виявлені проблеми, які представлені у вигляді "дерева проблем". На підставі дерева проблем було складено дерево цілей, воно має структурований вигляд та встановлює причинно-наслідкові зв'язки.

Організацію процесу виробництва будемо розглядати як систему, в якій на вході менеджер отримує заявку від замовника, потім оператор отримує завдання для виробництва, а інформаційна технологія у вигляді її реалізації - інформаційної системи розробляє, згідно нормативної документації та ТУ, модель ФЕ, та рекомендовані параметри обладнання на виробництві, потім застосовуючи необхідне обладнання та відповідні моделі оператор формує готовий ФЕ, який і є готовим продуктом (Рис. 8).

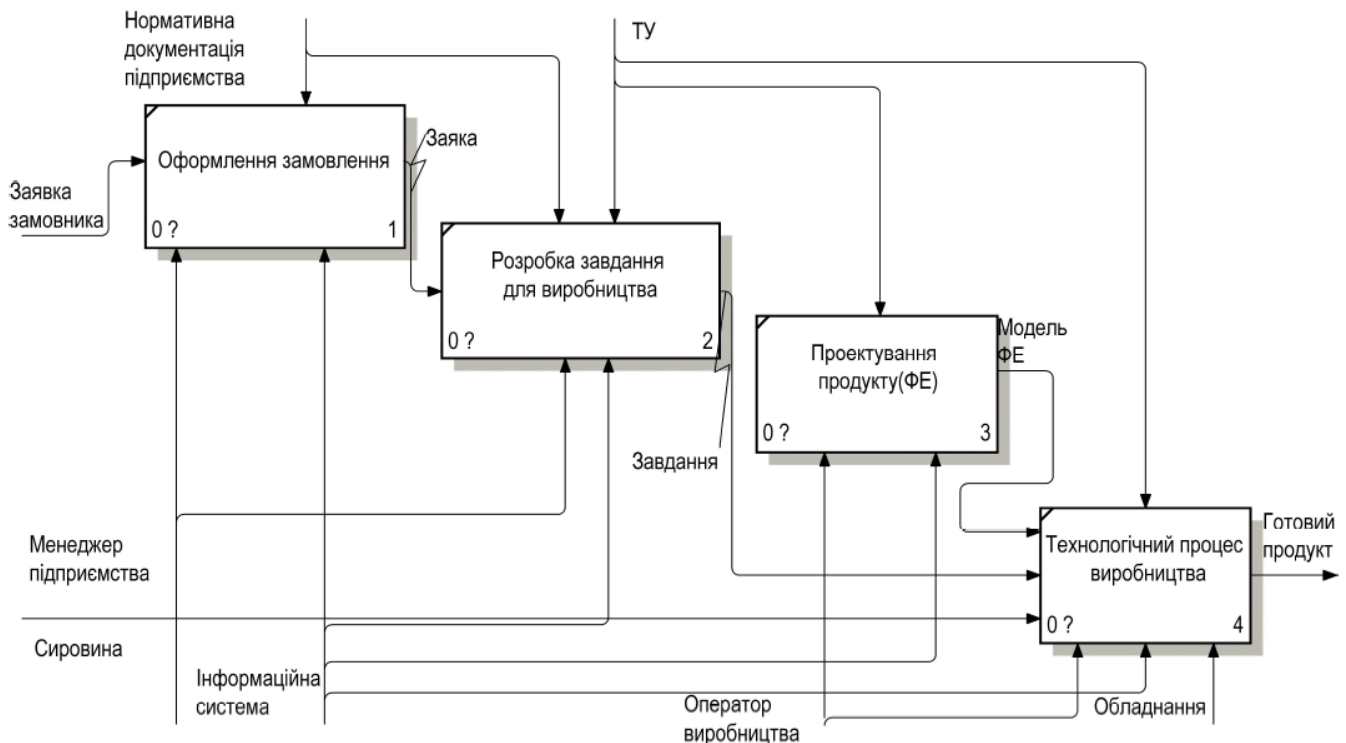


Рис. 8 Функціональна модель розробки інформаційної системи

Визначено, що необхідно вибрати технологію для розробки інформаційної системи підприємства з виробництва ФПВЕ та інформаційної системи.

У **четвертому розділі** «Інформаційна система управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів» проведено проектування та наведено практичну реалізацію інформаційної технології управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових елементів.

На основі проведеного аналізу вимог до інформаційної системи, визначена необхідність розбити систему на два програмних модуля, перший з яких буде управляти замовленням та завданнями підприємства, а другий буде робити рекомендації щодо проектування ФЕ, та формувати технологічні параметри виробництва, для формування ФВПЕ.

Основний функціонал інформаційної системи можна побачити на Рис. 9.

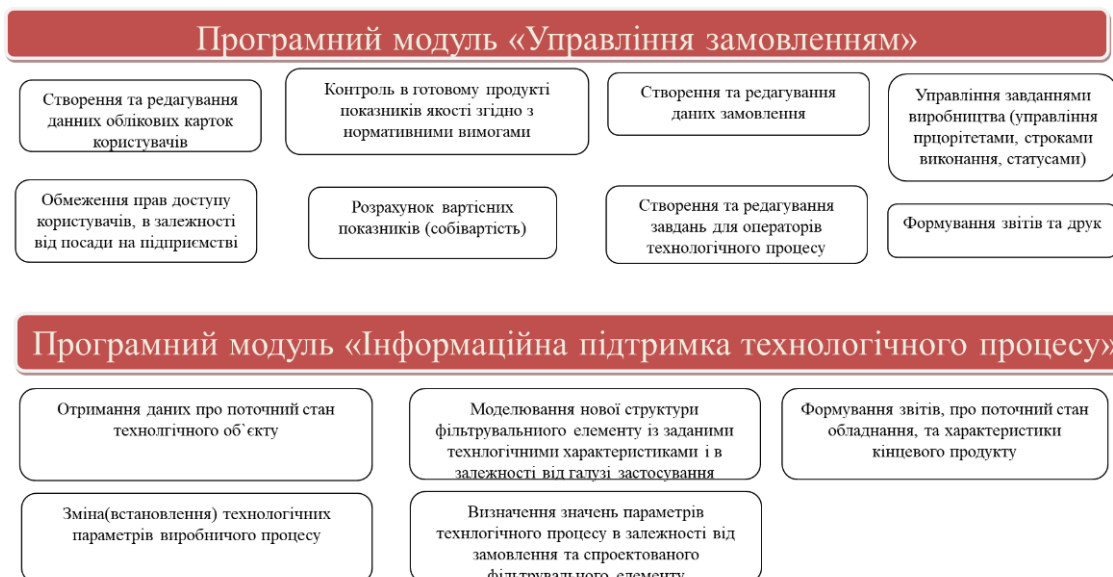


Рис. 9 Основні функції інформаційної системи

Основні частини цього засобу, можуть розглядатися окремо. В такому разі з'являється можливість вносити зміни та розширювати функціональність, не змінюючи увесь засіб. Кожен з програмних модулів розділено на дві частини – серверна частина засобу, яка займається обробкою, зберіганням та обміном інформації та клієнтська частина засобу, яка представляє із себе мобільний додаток, який збирає та надає інформацію у зручному для користувача (оператора) вигляді.

Розроблено та обґрунтовано структуру системи управління базою даних (Рис. 10).

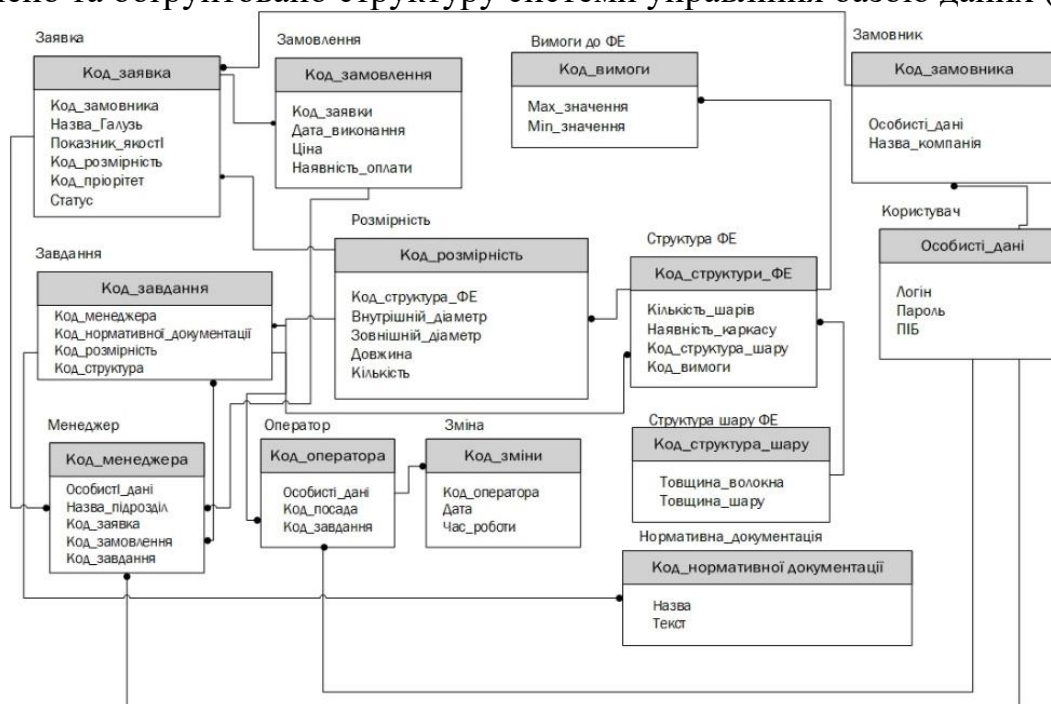


Рис. 10 Модель сутність - зв'язок структури моделі даних ІС

При побудові архітектури інформаційної системи було використано архітектурний шаблон Model-View-Controller (англ. Model-View-Controller, MVC).

В 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. Архітектура серверної частини засобу зображено на Рис. 11.

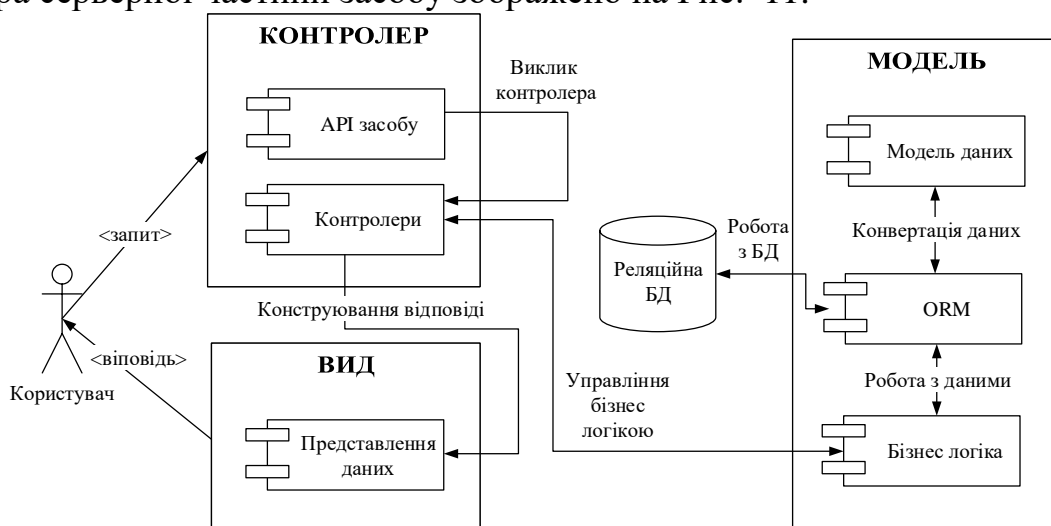


Рис. 11 Архітектура серверної частини засобу

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.

Для проектування клієнтської та серверної частин засобу побудовані такі UML діаграми, як діаграма діяльності, діаграма послідовності, діаграма варіантів використання та інші. Організація взаємодії користувачів із системою зображено на діаграмі варіантів використання системи (Рис. 12)



Рис. 12 Діаграма варіантів використання системи

Також при розробці інформаційної системи були розроблені діаграми класів і компонентів. На Рис. 13 наведено приклад діаграми класів для компоненту «Модель даних».

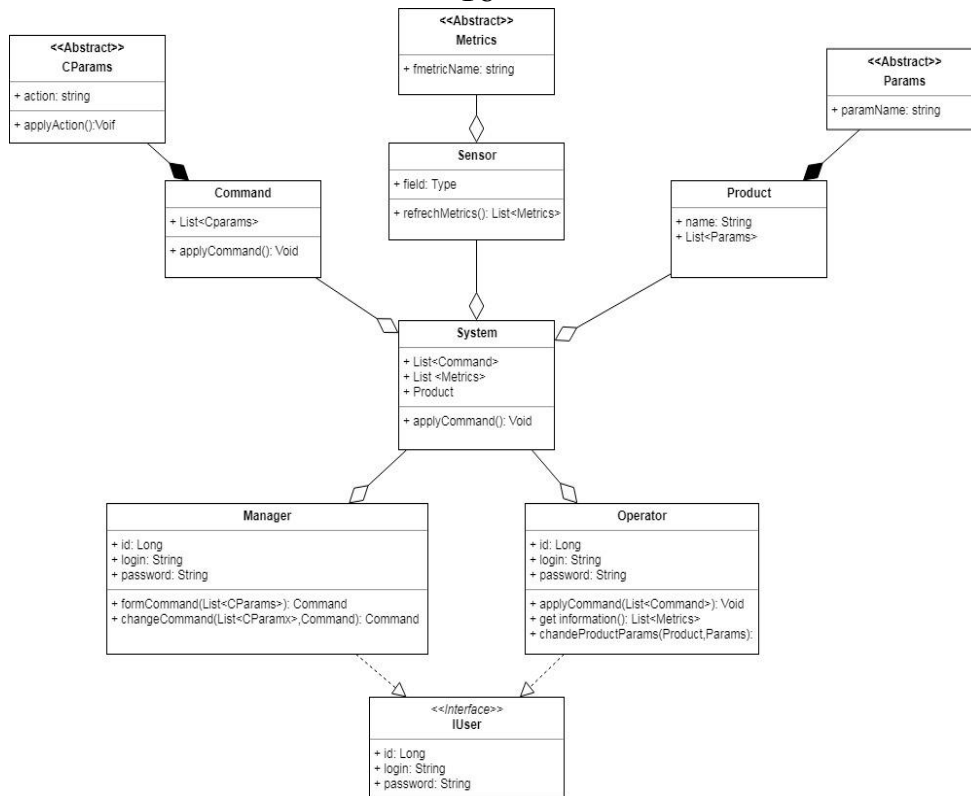


Рис. 13 Діаграма класів компоненту «Модель даних»

Проведене порівняння ефективності застосування інформаційної системи управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових елементів у реальному виробництві на базі робочого процесу приватного підприємства «Уніфільтр» (м. Бровари). Результати застосування системи показали, що ефективність впровадження відповідної інформаційної технології в середньому на 12%., що означає, прибуток підприємства при впровадженні інформаційної технології зріс в середньому на 12% на рік.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі поставлено та вирішено науково-практичну задачу з вдосконалення виробництва фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів, за допомогою розробки методів та інформаційної технології управління підприємством з виробництва ФПВЕ, таким чином підвищено ефективність виробництва: на 17% покращилась взаємодія з клієнтами, економії часу на формування та виконання замовлень, та на 12% підвищився прибуток, за рахунок зменшення кількості браку.

У ході виконання дисертаційної роботи отримано такі результати:

1. Проведено аналіз, та узагальнено існуючі підходи до інформаційного забезпечення автоматизації управління виготовленням фільтруючих елементів з поліпропіленових волокон, що дозволило сформулювати задачі та напрямки дисертаційного дослідження. В ході аналізу предметної області визначено, що в залежності від галузі застосування та призначення фільтруючого елементу він може мати різну кількість шарів та різну структуру цих шарів.

2. Детально проаналізовано технологічний процес та визначено вплив різних вхідних параметрів технологічного процесу виробництва елементів зі «вспіненого» поліпропілену на функції та структуру кінцевого продукту.

3. Виділено основні параметри від яких залежить виробництво елементу потрібного типу (або фільтруючий елемент, або дренаж). Основними з них є температура плавлення в останній зоні обігріву екструдера, оберти дозуючого насосу і відповідно маси плаву полімеру, тиск повітря, що подається на формуючу голівку та температура повітря, що подається на формуючу голівку.

4. Розроблено наступні математичні моделі: математична модель товщини волокна ФПВЕ, модель технологічного процесу виробництва ФПВЕ, використовуючи мережу Петрі. Визначено фактори, які впливають на якість кінцевого продукту виробництва ФПВЕ. Розроблено математичний та алгоритмічний апарат управління якістю готового продукту.

5. Розроблено класифікаційну і технологічну схеми виробництва, що призначені для гнучкого подальшого удосконалення та інтегрування системи з промислово-інформаційним комплексом будь-якого підприємства даної галузі. Застосовано логіко-структурний підхід визначення основних напрямків в розробці інформаційної технології для підприємства хімічної галузі.

6. Розроблено інформаційну систему формування ФПВЕ, яка складається з двох програмних модулів, кожен з яких реалізовано у вигляді додатку із клієнт-серверною архітектурою.

7. Розроблено інформаційну технологію організації процесу формування фільтруючого елементу з поліпропіленових волокон, яка включає процеси обробки замовлення, та інформаційну підтримку процесу виробництва

8. Проведено апробацію та дослідження ефективності розроблених моделей та технологій в умовах підприємств, що підтверджено актами вправдження: приватне підприємство «Уніфільтр» (м. Бровари) (акт від 03.10.2020), товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича фірма "Робікон"» (м. Київ) (акт від 21.12.2018), товариства з обмеженою відповідальністю «Деріс груп» (м. Київ) (акт від 19.11.2020), товариства з обмеженою відповідальністю «Укргазкомплект-2010» (м. Київ) (акт від 10.01.2019), товариства з обмеженою відповідальністю «Долинське»(с. Долинське Кіровоградська область) (акт від 20.11.2020).

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях України та закордонних періодичних виданнях

1. Вечерковська А.С. Проектування інформаційної системи керування технологічним процесом виробництва фільтруючих елементів/ А.С. Вечерковська //Інженерія програмного забезпечення, 2016. – № 2 (26). – с. 43-50.
2. Vecherkovskaya A. Mathematical modeling of the process of fluid filtration through a multi-layer filtering element/ A. Vecherkovskaya, Popereshnyak S. // Technology audit and production reserves, 2017. – Vol. 4 №3 (36). – с. 9-13; **внесок автора:** розглянуто математичну модель процесу фільтрації рідини в пористому середовищі та запропоновано метод організації розподілених розрахунків для кінцево-елементної моделі фільтрації
3. Вечерковська А.С. Техніко-економічне обґрунтування розробки автоматизованої системи контролю виробництва фільтруючих елементів/ А.С. Вечерковська //Інженерія програмного забезпечення, 2017. – №1 (29). – с. 49-53.

4. Вечерковська А.С. Автоматизація виробництва елементів з пористого поліпропілену методом пневмоекструзії/ А.С. Вечерковська, С.В. Поперешняк // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко - технологічні системи та комплекси, 2017. – № 44 (1265). – с. 116-122; **внесок автора:** запропоновані методика та алгоритм автоматизації виробництва, елементів з пористого поліпропілену методом пневмоекструзії, які допомагають обрати визначені параметри.
5. Вечерковська А.С. Особливості побудови автоматизованої системи виготовлення фільтруючих елементів/ А.С. Вечерковська, С.В. Поперешняк //Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2018 – Том. 29(68). № 1. – с. 86-93; **внесок автора:** наведено схему виготовлення фільтруючих елементів шляхом нанесення розплавленого поліпропілену, сформульовано набір функцій, які необхідні при автоматизації даного процесу, запропоновано схему алгоритму автоматизованого управління виробництвом фільтруючих елементів та визначена архітектура програмного засобу, який буде входити до складу автоматизованої системи управління процесом виробництва
6. Vecherkovskaya A. Software for calculation of productivity of polypropylene filtering element in dependence from its application / A. Vecherkovskaya, S. Poppereshnyak // Технологический аудит и резервы производства, 2018 – №1 (39) – с. 14-23; **внесок автора:** запропоновано методичку для організації розрахунків кількості фільтруючого матеріалу певної структури в залежності від процесу фільтрації та розроблено прототип програмного засобу, що дозволяє проводити підбір структури і розмірів фільтруючого елемента в залежності від області застосування та середовища.
7. Vecherkovskaya A. Development of the management system of orders of the companies and organization of the staff work/ A. Vecherkovskaya, S. Poppereshnyak // «EUREKA: Physics and Engineering», 2018. – р. 12-20; **внесок автора:** спроектовано автоматизовану систему з управління замовленнями і роботи персоналу на підприємствах середнього класу та визначено вимоги до даної системи і запропоновано два типи архітектури.
8. Vecherkovskaya A. Research and Design of Production Process Control Information System/ A. Vecherkovskaya // International Journal “Information Theories and Applications”, 2019 – Vol. 26, Number 4. – р. 363-374.

Статті та тези доповідей у збірниках праць міжнародних та українських наукових конференцій:

9. Вечерковская А.С. Применение математического моделирования для объектов механики/ А.С. Вечерковская // Політ. Сучасні проблеми науки: XIV міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, 2-3 квітня 2014 р., тези доповідей – К.: НАУ, 2014. – С.15
10. Вечерковская А.С. Ontology of real algebraic surfaces and their deformation / А.С. Вечерковская, Н.М. Глазунов //Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/АТМ: науково-технічна конференція, 17-19 листопада 2014р., тези доповідей – К.:

НАУ, 2014. – С.162, **внесок автора:** сформульовано словник предметної області, для алгебраїчних поверхонь.

11. Vecherkovskaya A.S. Interval methods of calculating tolerances of elastic shells as elements of mechanical structures of UAV / N.M. Glazunov, A.S. Vecherkovskaya // Actual Problem of Unmanned Air Vehicle (UAV) Developments: 3rd International Conference, October 13-15 2015, – K.: 2015. – P.227 (SCOPUS), **внесок автора:** застосовано інтервальний метод для розв'язання задач механіки.
12. Вечерковская А.С. Элементы онтологии вещественных алгебраических поверхностей и их деформаций / А.С. Вечерковская, Н.М. Глазунов // Політ. Сучасні проблеми науки: XV міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, 8-9 квітня 2015 р., тези доповідей – К.: НАУ, 2015. – С.16, **внесок автора:** в онтології врахована деформація алгебраїчної поверхні.
13. Vecherkovskaya A. Comparative Analysis of Mathematical Models Forming Filter Elements / A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // XIIIth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design(MEMSTECH) PROCEEDING, Polynna, April 20-23 2017р.,–Lviv, 2017. – С.113 (SCOPUS), **внесок автора:** продемонстровано модель, що використовує базові рівняння фільтрації та наведено основні рівняння, які використовуються для побудови математичної моделі процесу фільтрації рідини, проаналізовано існуючі моделі фільтрації води та аналіз різних процесів виробництва фільтруючих елементів.
14. Вечерковська А. С. Аналіз математичних моделей формування фільтрувальних елементів / А.С. Вечерковська // Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку. (ІТЕП-2017): матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 27-28 квітня 2017 р. – Чернівці, 2017. – С.138
15. Вечерковська А. С. Системи автоматизації технологічних процесів./ А.С. Вечерковська // IV Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми забезпечення інформаційної та кібернетичної безпеки» 20-21 грудня 2017 року
16. Вечерковська А. С. Автоматизація технологічних процесів. / А.С. Вечерковська // Друга Міжнародна науково-практична конференція «Математичні та програмні технології Internet of Everything (IoE)» 21-22 грудня 2017 року.
17. Вечерковська А.С. Автоматизація контролю виробництва фільтруючих елементів з поліпропіленових волокон. / А.С. Вечерковська //Інформаційні технології, економіка та право: стан та перспективи розвитку. (ІТЕП-2018), 19 квітня 2018 р. – Чернівці, 2018.
18. Vecherkovskaiya A. Mathematical modeling of multi-layer filter parameters calculation depending on application field. / A. Vecherkovskaiya, S. Popereshnyak //XIVth International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design(MEMSTECH) PROCEEDING, Polynna, April 18-22 2018р.,–Lviv, 2018. (SCOPUS), **внесок автора:** розглянуто процес формування осаду на багатoshаровому фільтрі та запропоновано методику розрахунку

продуктивності багатошарових фільтрів, яка сприяє забезпеченню максимальної пиломісткості й мінімального перепаду тиску повітря при варіюванні діаметрів волокон шарів та їх товщини.

19. Вечерковська А.С. Проектування ефективної автоматизованої системи керування технологічним процесом формування фільтруючих елементів. / А.С. Вечерковська // Міжнародна науково-технічна конференція «РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СУСПІЛЬСТВА» Україна, Кривий Ріг 23-25 травня 2018 р.
20. Vecherkovskaya A. Information model describing the polypropylene aviation filtering elements forming process / A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // AVIATION IN THE XXI-st CENTURY 2018, National Aviation University, October 10, 2018 – October 12, 2018, **внесок автора:** розглянуто особливості та виокремлені вимоги до фільтруючих елементів в авіаційній галузі.
21. Vecherkovskaya A. Modeling and Design of the Industrial Production Control Unit / A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // CADSM 2019, 26 February – 2 March, 2019, Polyana-Svalyava (Zakarpattia), Ukraine (SCOPUS), **внесок автора:** визначено основні характеристики для управління та налаштування нагрівача, та виконано процес налаштування нагрівача.
22. Vecherkovskaya A. Modeling Ontologies in Software Testing / A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2019 - Proceedings, 2019, 3, p. 236-239 (SCOPUS), **внесок автора:** побудовано онтологія тестування технічного обслуговування.
23. Vecherkovskaya A. Information Model Development by the Polypropylene Filtering Elements Forming Technological Process Description / A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2019 - Proceedings, 2019, p. 295-299 (SCOPUS), **внесок автора:** розроблено інформаційну, функціональну модель та виробничу інформаційну систему.
24. Vecherkovskaya A. Reserch and Modeling of Filter Elements Production Process Control System Using Petri Nets/ A. Vecherkovskaya, S. Popereshnyak // VII International conference “Information Technology and Interactions” (IT&I-2020), December 02-04, 2020, Kyiv, Ukraine, **внесок автора:** побудовано мережу Петрі для моделювання процесів виробництва поліпропіленових волокнистих фільтруючих елементів.

АННОТАЦІЯ

Вечерковська А.С. Інформаційна технологія управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної задачі – знаходження нового підходу до управління виробництвом фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів (ФПВЕ). У дисертаційній роботі аналітично та практично обґрунтовано

доцільність створення інформаційної системи, яка дозволить управляти такими важливими процесами в підприємстві з виробництва ФПВЕ, як замовлення та технологічним процесом безпосереднього формування ФПВЕ.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу по виготовленню фільтруючих поліпропіленових волокнистих елементів за рахунок створення та використання інформаційної системи управління виробництвом продукції з поліпропілену методом пневмоекструзії з використанням сучасних інформаційних технологій.

Проведено аналіз діяльності підприємств з виробництва ФПВЕ, досліджено технологічний процес на підприємствах, та виявлено залежність параметрів технологічного процесу від галузі застосування фільтруючого елемента.

Розроблено класифікаційну і технологічну схеми виробництва, що призначені для гнучкого подальшого удосконалення та інтегрування системи з промислово-інформаційним комплексом будь-якого підприємства даної галузі. Застосовано логіко-структурний підхід визначення основних напрямків в розробці інформаційної технології для підприємства хімічної галузі.

Розроблено математичний та алгоритмічний апарат для отримання оптимальної товщини волокна за заданою якістю як складової інформаційної системи, та визначені фактори впливу на технологічний процес виробництва, та якість кінцевого продукту.

Розроблено інформаційну технологію у вигляді алгоритмів та методів, а також інформаційної системи. Архітектура інформаційної системи складається з окремих двох основних структурних блоків: програмний модуль реалізації математичного апарату та функцій контролю якості технологічної придатності ФПВЕ, програмний модуль управління замовленням, ці модулі об'єднані інтерфейсом користувача.

Модулі математичного апарату використовуються для реалізації алгоритмів вибору найкращої товщини волокна та вибору технологічних параметрів процесу виробництва в залежності від галузі застосування, що має велику практичну значимість в процесі виробництва кінцевого продукту.

Розроблена інформаційна система дозволяє цілеспрямовано управляти якістю готового продукту впродовж технологічного процесу його виробництва. Найбільша значимість розробки полягає у автоматизованому підборі технологічних параметрів виробництва. Розроблена інформаційна система надаватиме оперативну, обґрунтовану інформацію для прийняття оператором правильних технологічних рішень.

Результати застосування системи показали, що ефективність впровадження відповідної інформаційної технології в середньому на 12%, що означає, прибуток підприємства при впровадженні інформаційної системи зріс в середньому на 12% на рік.

Ключові слова: управління виробництвом, інформаційна технологія, інформаційна система, фільтруючі елементи з поліпропіленових волокон, інформаційна модель виробничого процесу, математична модель товщини волокна.

SUMMARY

Vecherkovskaya A.S. Polypropylene fiber filter elements production management information technology. – Qualification scientific work. Manuscript.

Thesis of technical sciences degree candidate in specialty 05.13.06 - Information technology. - National University of Food Technologies, Kiev, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the actual problem - finding a new approach to the polypropylene fiber filter elements (PFFE) production management. The dissertation analytically and practically substantiates the feasibility of creating an information system that will manage such important PFFE production processes in the enterprise, as the order and the PFFE direct formation technological process.

The purpose of which is to reduce the time for the PFFE design process, optimize the number of layers choice by their structure and volume to achieve certain PFFE properties and product quality control, as well as the introduction of information technology production information system.

For an appropriate information system creation with faster order processing and production tasks formation, and with the technological processes support, a number of components are needed - technical, informational and universal mathematical apparatus, represented by a set of mathematical methods and models. Such a mathematical apparatus can be used to solve problems of modeling and improving the control process

As a result of the researchers works analysis and of the Ukrainian manufacturers practical experience it is possible to draw a conclusion that the question of elements from polypropylene manufacturing is quite promising and widespread. But as for the creation of elements from porous polypropylene production by pneumoextrusion information technology, to date there are no similar studies in this area.

The analysis of the enterprises activity on PFFE manufacturing is carried out, the technological process at the enterprises is researched, and technological process parameters dependence from the filtering element (FE) scope of application is revealed.

The main parameters on which the desired type element(or filter element, or drainage) production depends. The main ones are the melting temperature in the last heating zone of the extruder, the dosing pump revolutions and, accordingly, the mass of the polymer melt revolutions, the air pressure supplied to the forming head and the air temperature supplied to the forming head.

Developed classification and technological production schemes are intended for further flexible improvement and system integration with an industrial information complex of industries any enterprise. The logical-structural approach of the basic directions definition in the information technology development for the chemical industry enterprise is applied.

The information technology as algorithms and methods and information system architecture is developed. It consists of two separate main structural blocks: software module for the mathematical apparatus and PFFE technological suitability of quality control functions implementation, and order management software module. These modules are united by an interface.

The mathematical apparatus modules are used to implement best fiber thickness selection and to pick production process technological parameters depending on the scope of application, which has great practical significance in the final product manufacturing process.

The developed information system allows to purposefully manage the quality of the final product during the technological process of its production. The system main parts can be considered separately. In this case, it is possible to make changes and expand functionality without changing the entire system. Each of the software modules is divided into two parts - the server part, which deals with processing, storage and exchange of information and the client part, which is a mobile application that collects and provides information in a user-friendly (operator) form. The greatest importance of research lies in the automated selection of production technological parameters. The developed information system will provide prompt, substantiated information for the operator to make the right technological decisions.

The results of the system application showed that the effectiveness increased with the relevant information technology implementation by an average of 12%, which means that the profit of the enterprise with the information system implementation increased by an average of 12% per year.

Keywords: production management, information system, filtering elements from polypropylene fibers, the production process information model, the fiber thickness mathematical model.