**Дослідження процесу автоматизації проектування технології виготовлення зварено-литого базового вузла станин верстатного обладнання**

Малигін М.О.1, аспірант

1 Донбаська державна машинобудівна академія, вул. Федьковича, 9, Тернопіль,46000,Україна

svmal5.sm@gmail.com

**Ключові слова:** SADT- діаграма, ER-діаграма, діаграма прецедентів, структурно-функціональна модель, зварено-лита конструкція

1. Вступ

Одним з ключових викликів при виробництві великих токарних верстатів є створення великорозмірних базових компонентів, які мають високі стандарти точності та збереження первинних параметрів форми. Потребувачами ефективного обладнання цього виду продукції є механічні виробництва, яким потрібно вибрати з вже наявної лінійки верстатів або, у разі їх відсутності, замовити нове. Крім того, цей процес є надзвичайно важливим для забезпечення конкурентоспроможності верстатів, які випускаються на верстатобудівних підприємствах Розробка та виробництво зварено-литих з’єднань замість суцільнолитих деталей з однаковими або схожими фізико-хімічними та механічними властивостями металів, але виготовлених різними технологічними методами (лиття, прокатка або кування), надає широкі можливості для створення найбільш технологічних та раціональних конструкцій [1].

2 Розробка структурно-функціональної моделі процесу

Для автоматизації процесу виготовлення зварено-литого базового вузла станин верстатного обладнання було розроблено структурно-функціональну модель, яка дозволяє дослідити процес виготовлення зварено-литих з’єднань замість суцільнолитих деталей, встановити зв’язки з іншими процесами. Було проведено детальний аналіз конструкції базового вузла та вимог до нього, включаючи вивчення технічних креслень, матеріалів, які будуть використовуватися, положення виливка у формі, спосіб і обладнання для виготовлення форм, аналіз поведінки виливки після охолодження, визначення величини припусків на механічну обробку, вивчення специфікацій зварювання; проаналізовано технологічний процес, який включає вибір методів зварювання, послідовність операцій, необхідне обладнання та інструменти. Під час проектування технології виробництва зварено-литих вузлів станин важких верстатів було створено загальну та деталізовану SADT-діаграми. Вони відображають процес як послідовність дій, кожна з яких має вхідні та вихідні дані, а також виконавчий та керівний вплив. Технологічний процес включає інформацію про форми, вагу, матеріал заготовки, вузли, які будуть зварюватися, обладнання для обробки деталей, інструменти для обробки та операції, які характеризують етапи технологічного процесу. Розробка інформаційної моделі, представленої у вигляді SADT-діаграми, включає такі етапи: розробка системних процесів; напрям потоків, які містять певну інформацію; обґрунтування вибору діаграми для представлення інформації; опис функцій, які виконують керівні процеси, що впливають на роботу системи; опис керівних потоків (яку інформацію кожен з потоків містить) [2]. Деталізована структурно-функціональна діаграма першого рівня процесу проектування технології виробництва зварено-литих несучих конструкцій включає такі дії: аналіз технологічності конструкції; вибір положення виливки у формі, розрахунок елементів ливниково-живильної системи; визначення величини припусків на механічну обробку; вибір режимів та матеріалів для процесу зварювання; призначення фінішних операцій, отримання звіту. Вимоги до програмної системи представлені за допомогою діаграми прецедентів, яка використовується для моделювання виду системи з точки зору варіантів використання.

На основі аналізу предметної області та виявлених вимог до програмного продукту, що розробляється, створено діаграму послідовностей. Розроблена ER-діаграма ПМК проектування технології виробництва зварено-литих несучих конструкцій, яка містить список сутностей предметної області (Технолог, Документація, Технологія, Елементи ливарної форми, Режими зварювання, Шви), список атрибутів сутностей, опис взаємозв’язків між сутностями. Загальна структура програмно-методичного комплексу містить модуль інтерфейсу користувача та робочі модулі. Модуль інтерфейсу користувача включає меню додатку; за його допомогою відбувається виклик робочих модулів та здійснюється робота з базою даних. Робочі модулі комплексу можна розділити на дві категорії: функціональні та системні. Системні модулі відповідають за всі операції, пов’язані з операційною системою. Вони керують роботою з файлами, викликом довідкової інформації та обробкою виняткових ситуацій. Функціональні модулі виконують ключові операції, необхідні для розв’язання поставленої задачі. Вони включають такі модулі: модуль введення вихідних даних (забезпечує введення вихідних даних та вибір даних з бази); модуль розрахунку (містить процедури та функції для розрахунку всіх потрібних параметрів ливниково-живильної системи (розрахунок надливів та випарів, розрахунок ливникової системи), припуски на механічну обробку, параметри режиму зварювання); модуль побудови графіків (призначений для візуалізації розрахованих даних за допомогою побудови графічних залежностей); модуль формування звітів (дозволяє створити звіт у форматі, зручному для користувача, з можливістю його збереження та друку) [3].

**3. Висновки**

Використання передових комп’ютерних технологій для всебічної автоматизації процесу виробництва зварено-литих вузлів станин важких верстатів, включно з моделюванням всієї сукупності процесів, які відбуваються під час лиття, штампування окремих базових елементів; подальшого зварювання в єдину конструкцію, враховуючи отримані особливості формування структури, запас втомної міцності та рівень залишкових напруг в залежності від геометрії, термообробки та механічного зміцнення. Це дозволяє швидко визначити найбільш ефективний спосіб отримання якісних опорних систем при зменшенні ресурсомісткості самого процесу розробки та прогнозування їхньої працездатності з урахуванням умов навантаження.

Структурно-функціональна модель допомагає покращити продуктивність в процесі проектування технології виробництва зварено-литих конструкцій вузлів станин важких верстатів, дозволяє візуалізувати складний процес у вигляді послідовності активностей, що спрощує його розуміння та аналіз, допомагає виявити взаємозв’язки між різними елементами процесу, дозволяє контролювати хід виконання процесу та моніторити його ефективність, забезпечуючи якісні характеристики з’єднання за рахунок обмеження рівня технологічних збурень.

Список посилань

1. Васильченко Я.В., Ковальов В.Д., Лишенко О.М., Сукова Т.А., Шаповалов М.В., Антоненко Я.С. Проектування важких металорізальних верстатів на основі функціонального моделювання // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №38, 2016. – с.23-29

2. Малигіна С.В, Кассов В.Д., Малигін М.О., Бережна О.В. Структурно-функціональна модель автоматизованого розрахунку режимів зварювання зварено-литих несучих конструкцій підвищеної точності **//** Розділ у колективній монографіїї: Innovative approaches to ensuring the quality of education, scientific research and technological processes: Monograph 43 / Edited by Magdalena Gawron-Łapuszek Yana Suchukova // Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts, Katowice School of Technologyю Publishing House of University of Technology, Katowice, 2021. ISBN 978 – 83 – 957298 – 6 – 7.

3. Щербаков О. В. Основи об'єктно-орієнтованого програмування [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Щербаков, Ю. Е. Парфьонов, В. М. Федорченко. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 237 с.