

STRESZCZENIE

W pracy doktorskiej zaprezentowano opracowany system do adaptacyjnego sterowania wybranym procesem produkcji z zastosowaniem technologii cyfrowych. Skuteczność rozwiązania potwierdzono dzięki przeprowadzonemu wdrożeniu w średniej wielkości przedsiębiorstwie metalowym. Opracowana i dokładnie scharakteryzowana autorska metodyka prowadzi czytelnika krok po kroku przez wszystkie etapy służące budowie kompletnego systemu, umożliwiając jej wykorzystanie i dostosowanie do potrzeb dowolnego przedsiębiorstwa. Wpisuje się to w oczekiwania przedsiębiorców, którzy nieustannie poszukują rozwiązań, które pozwolą im kompleksowo i efektywnie, zbierać, przetwarzać i analizować duże zbiory danych i informacji, aby podejmować bardziej trafne decyzje zarządcze.

Przeprowadzona analiza literatury ukazuje problematykę adaptacyjnego sterowania procesem produkcji wykorzystującym technologie cyfrowe, zarówno na tle już dobrze znanych systemów zarządzania, metod wspomagających sterowanie procesem produkcji, metod pozwalających dobrać, wdrożyć i utrzymać system kluczowych wskaźników efektywności, jak również z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć na polu naukowym i inżynierskim dotyczącym metod oceny stanu procesu wytwarzania, sztucznej inteligencji, czy cyfrowych bliźniaków. Wpisuje się to w opisaną również w pracy koncepcję Przemysłu 4.0 i Przemysłu 5.0.

Zaproponowane w dysertacji doktorskiej uniwersalne podejście służące budowie i wdrożeniu systemu do adaptacyjnego sterowania wybranym procesem produkcji z wykorzystaniem technologii cyfrowych oparto na szczegółowym schemacie badań własnych. Zaprezentowanie całego toku postępowania na konkretnym przypadku procesu produkcji korpusów wodomierza realizowanego w średniej wielkości przedsiębiorstwie metalowym, jakim jest Fabryka Armatur „Swarzędz” sp. z o.o. pozwoliło na przystępne przedstawienie poruszanych problemów i zagadnień, a także umożliwiło późniejszą walidację całego opracowanego rozwiązania.

W części wdrożeniowej pracy szczegółowo ukazano cały proces budowy zintegrowanego systemu do adaptacyjnego sterowania wybranym procesem produkcji korpusów wodomierza. Obejmowało to kwestie związane z rozbudową infrastruktury dedykowanej linii produkcyjnej o elementy umożliwiające jej cyfryzację, a także oprogramowanie modelu decyzyjnego do adaptacyjnego systemu sterowania produkcją. Pozwoliło to na ukazanie przeprowadzonego i wymaganego zakresu prac zarówno od strony programistycznej jak i zapotrzebowania na niezbędne wyposażenie komputerowe i sieciowe.

W rezultacie wykonanych prac badawczych i wdrożeniowych przeprowadzono walidację całego systemu. Uzyskane wyniki, oparte na wyznaczonych wcześniej, odpowiadających potrzebom przedsiębiorstwa kluczowych wskaźnikach efektywności, potwierdziły skuteczność zaproponowanego rozwiązania. Dzięki przeprowadzonej analizie literatury, pozwalającej skorzystać z wybranych najlepszych elementów funkcjonujących dotychczas metod i rozwiązań, przeprowadzonych badaniach i wdrożeniu, pozwalających testować i weryfikować

przyjęte założenia, opracowano skuteczny system do adaptacyjnego sterowania procesem produkcji korpusu wodomierza wykorzystujący aktualne zdobycze cyfrowego rozwoju.

ABSTRACT

The doctoral dissertation presents the developed concept of a system for adaptive control of a selected production process, and through the implementation of digital technologies, it demonstrates its successful deployment in a medium-sized metal company. The created and thoroughly characterized proprietary methodology guides the reader step by step through all stages leading to the construction of a complete system, enabling its use and adaptation to the needs of any enterprise. This approach aligns with the expectations of entrepreneurs who are constantly seeking solutions that allow them to comprehensively and efficiently collect, process, and analyze large datasets and information to make more accurate management decisions.

The conducted literature review highlights the issues of adaptive control of the production process using digital technologies, both in the context of well-known management systems, methods supporting production process control, and methods for selecting, implementing, and maintaining a system of key performance indicators. Additionally, it addresses the latest scientific and engineering advancements related to process evaluation methods, artificial intelligence, and digital twins. This discussion is also linked to the concepts of Industry 4.0 and Industry 5.0, as described in the dissertation.

The proposed universal approach to the construction and implementation of an adaptive production process control system utilizing digital technologies is based on a detailed framework of original research. The presentation of the entire procedure through the specific case of the production process of water meter bodies in a medium-sized metal company, Fabryka Armatur "Swarzędz" sp. z o.o., allowed for a clear demonstration of the discussed issues and challenges, while also laying the foundation for the subsequent validation of the developed solution.

The implementation section of the dissertation presents in detail the entire process of building an integrated system for adaptive control of the selected production process of water meter bodies. This included aspects related to the expansion of the production line infrastructure with elements enabling its digitization, as well as the development of the decision-making model software for the adaptive production control system. This made it possible to demonstrate the scope of work carried out and required both from the programming side and in terms of the necessary computer and network equipment.

As a result of the conducted research and implementation work, the entire system was validated. The obtained results, based on key performance indicators previously defined to meet the company's needs, confirmed the effectiveness of the proposed solution. Thanks to the literature review, which allowed the selection of the best elements from existing methods and solutions, as well as the conducted research and implementation, which enabled testing and verification of the adopted assumptions, an effective system for adaptive control of the water meter body production process, utilizing the latest achievements in digital development, was developed.