|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Karta projektu badawczo-rozwojowego** | | | | |
|
|
|
| **Tytuł projektu** | | | | |
| **Opracowanie i wdrożenie do produkcji nowej technologii montażu skrzynek renowacyjnych typu Cassonetto**  **dla wytwarzanych profili PVC dedukowanej do małych konstrukcji stolarki okiennej** | | | | |
| **Numer ewidencyjny projektu** | | **BR- Cassonetto** | | |
| **OPIS DZIAŁAŃ BADAWCZO ROZWOJOWYCH:** | | | | |
|
| ***Cel/ Opis nowych zakładanych właściwości/ funkcjonalności rozwiązania (produktu lub procesu)*** | Celem projektu było opracowanie nowego procesu technologicznego umożliwiającego montaż skrzynek renowacyjnych typu Cassonetto (czyli nakładanie skrzynek renowacyjnych na skrzynkę rolety wewnętrznej).  Skrzynka typu Cassonetto to system osłonowy skrzynki rolety montowane w górnej części okna lub drzwi, w których mechanizm rolety są schowane w estetycznej skrzynce (kasetonie) wykonanej z profili PVC .  Podstawowe elementy systemu Cassonetto obejmują:   * Kaseta (skrzynka renowacyjna) – obudowa mechanizmu rolety, wykonana z profilu PVC UV.   Cechy charakterystyczne rolet Cassonetto:   * Estetyka – całkowite ukrycie mechanizmu wewnątrz skrzynki renowacyjnej zapewnia spójny wygląd konstrukcji. * Możliwość dopasowania – szeroka gama wymiarów, kolorów i rodzajów pancerza umożliwia personalizację produktu.   W wersji opracowywanej w ramach projektu B+R szczególnym celem jest dostosowanie technologii produkcji do małoformatowych konstrukcji stolarki PVC, co wymaga precyzyjnej obróbki profili, optymalizacji procesu zgrzewania i oczyszczania naroży oraz zapewnienia wysokiej estetyki gotowego produktu przy zachowaniu parametrów wytrzymałościowych.  Prace rozwojowe obejmowały zaprojektowanie i wdrożenie technologii umożliwiającej precyzyjną produkcję skrzynek renowacyjnych Cassonetto w zabudowie z profilami PVC dla małych konstrukcji, które dotychczas stanowiły istotne wyzwanie technologiczne.  Chodziło o opracowanie procesu zgrzewania, obróbki i integracji rolet z konstrukcją stolarki otworowej w sposób zapewniający wysoką jakość techniczną i estetyczną produktu końcowego, a także zwiększenie elastyczności produkcyjnej. Nowe właściwości i funkcjonalności obejmują:   1. Zdolność do zgrzewania konstrukcji PVC o ograniczonej powierzchni styku    * Opracowanie dedykowanych przykładnic do zgrzewarek umożliwiających precyzyjne pozycjonowanie małych elementów kasety.    * Zdefiniowanie parametrów procesu (temperatura, czas nagrzewania, docisk) zapewniających maksymalną wytrzymałość złącza przy minimalnym odkształceniu materiału. 2. Integracja systemu Cassonetto z ramą okienną    * Zapewnienie pełnej kompatybilności wymiarowej z profilami PVC stosowanymi w oknach, w tym uwzględnienie przestrzeni na prowadnice boczne i elementy mocujące. 3. Zwiększona precyzja obróbki po zgrzewaniu    * Opracowanie ustawień i narzędzi oczyszczarek pozwalających na obróbkę małych elementów bez ryzyka uszkodzenia powierzchni profilu.    * Optymalizacja kolejności operacji obróbczych w celu zachowania geometrii naroży i minimalizacji strat materiałowych. 4. Prototypowanie i walidacja konstrukcji    * Wykonanie serii prototypów w różnych konfiguracjach wymiarowych i materiałowych w celu przetestowania zachowania rolet w warunkach eksploatacyjnych.    * Walidacja pod kątem wytrzymałości złącza, odporności na odkształcenia termiczne oraz jakości powierzchni po obróbce. 5. Usprawniona logistyka i elastyczność produkcji    * Wprowadzenie procedur szybkiego przezbrojenia maszyn dla małych formatów, co znacząco skróciło czas przygotowania produkcji.    * Możliwość realizacji zamówień jednostkowych i krótkoseryjnych bez istotnego wpływu na wydajność linii.   Efektem prac jest wdrożona technologia umożliwiająca produkcję małych systemów stolarki PCV ze zintegrowaną konstrukcją skrzynek renowacyjnych Cassonetto o wysokiej jakości wykonania, spełniająca wymagania estetyki i trwałości, a jednocześnie zwiększająca elastyczność produkcji w warunkach zmiennych serii i formatów.  Realizacja projektu objęła etap prac rozwojowych, poprzez:  Zdolność do zgrzewania małych konstrukcji PVC z zachowaniem parametrów wytrzymałościowych   * Zaprojektowanie i wykonanie dedykowanych przykładnic umożliwiających stabilne pozycjonowanie małych elementów kaset Cassonetto w polu roboczym zgrzewarek. * Dobór parametrów technologicznych (temperatura grzania, czas uplastyczniania, siła i czas docisku) tak, aby zapewnić optymalną penetrację struktury PVC bez przegrzania lub deformacji krawędzi. * Wprowadzenie systemu kontroli jakości połączeń obejmującego pomiary wytrzymałościowe próbek testowych, analizę mikroskopową strefy zgrzewu oraz testy cyklicznych obciążeń mechanicznych.   Integracja systemu Cassonetto   * Zaprojektowanie prowadnic bocznych i elementów mocujących w sposób umożliwiający ich montaż w ramach standardowych systemów profili PVC bez konieczności dodatkowych adaptacji na etapie produkcji okna.   Zwiększona precyzja obróbki po zgrzewaniu   * Modernizacja ustawień oczyszczarek i dobór narzędzi skrawających pozwalających na usuwanie nadmiarów zgrzewu w małych elementach bez uszkodzeń powierzchni PVC. * Opracowanie sekwencji operacji obróbczych, która minimalizuje naprężenia w narożach oraz gwarantuje powtarzalność kształtu i estetyki wykończenia. * Wprowadzenie kontroli wymiarów w czasie rzeczywistym (pomiar laserowy) dla weryfikacji zgodności geometrii elementu z modelem CAD.   Prototypowanie i walidacja konstrukcji   * Przygotowanie i wykonanie serii prototypów o różnych konfiguracjach wymiarowych i konstrukcyjnych. * Testy walidacyjne obejmujące: pomiary współczynnika przenikania ciepła, badania odporności na czynniki atmosferyczne (UV, wilgoć, zmiany temperatury), testy wytrzymałości mechanicznej oraz próby długotrwałej eksploatacji (otwieranie/zamykanie). * Analiza wyników testów i wprowadzenie modyfikacji konstrukcyjnych oraz parametrów procesu w celu optymalizacji zarówno jakości, jak i efektywności produkcji.   Usprawniona logistyka i elastyczność produkcji   * Stworzenie procedur przezbrojenia linii zgrzewającej i oczyszczającej pod produkcję małych formatów, skracających czas przygotowania maszyn nawet o kilkadziesiąt procent. * Wdrożenie harmonogramów mikropartii produkcyjnych, co umożliwia realizację zamówień jednostkowych i krótkoseryjnych bez zakłócania ciągłości produkcji seryjnej. * Integracja nowej technologii z systemem planowania MRP, co pozwala automatycznie generować listy materiałowe i kolejność operacji dla poszczególnych zamówień.   Opracowane rozwiązania pozwoliło rozszerzyć ofertę produkcyjne o nowe warianty skrzynek renowacyjnych Cassonetto w formatach dotychczas niewykonywanych w procesie seryjnym. Wprowadzenie dedykowanej technologii pozwoli zwiększyć precyzję montażu, skrócić czas cyklu produkcyjnego oraz ograniczyć odpady materiałowe.  Charakter projektu jest rozwojowy, ponieważ obejmuje zaprojektowanie od podstaw nowej technologii, której wcześniej w przedsiębiorstwie nie stosowano, oraz dostosowanie parku maszynowego do obsługi małoformatowych elementów PVC. Efektem będzie powstanie unikatowej w skali firmy technologii, możliwej do dalszego skalowania oraz adaptacji w kolejnych liniach produktowych.  Projekt pozwolił na rozszerzenie oferty o innowacyjne konstrukcje PVC, zwiększenie elastyczności produkcji, poprawę parametrów użytkowych wyrobów i optymalizację procesów. Modernizacja parku maszynowego umożliwiła realizację zamówień nietypowych, a zdobyta wiedza technologiczna stanowi bazę dla kolejnych wdrożeń.  Realizacja projektu była prowadzona w oparciu o model bramkowy (Stage-Gate) wsparty elementami V-modelu inżynierii systemów, co umożliwiło zachowanie wysokiej przejrzystości procesu badawczo-rozwojowego oraz systematyczne ograniczanie ryzyk technologicznych i wdrożeniowych. Metodyka zakładała podział działań na etapy (stage), zakończone punktami decyzyjnymi (gate), w których dokonywano oceny wyników, porównania ich z wymaganiami jakościowymi i normatywnymi oraz podejmowano decyzję o kontynuacji, modyfikacji lub zakończeniu danego wątku prac. Dzięki temu możliwe było iteracyjne udoskonalanie rozwiązań przy jednoczesnym zachowaniu formalnej kontroli postępów i zgodności z założeniami projektowymi. Uwzględnienie walidacji na etapach projektowych i testowych – każdemu etapowi opracowania koncepcji i technologii odpowiadał odpowiedni poziom weryfikacji i walidacji (od testów jakości zgrzewu, poprzez badania odporności eksploatacyjnej, aż po walidację produkcji seryjnej).  **E**tap 1. Definicja projektu   * Analiza wymagań technicznych. * Specyfikacja wymagań funkcjonalnych i jakościowych (User Requirement Specification).   Etap 2. Projektowanie koncepcyjne   * Tworzenie wariantów koncepcji technologii zgrzewania i integracji PVC z Cassonetto. * Wstępne analizy FEM profili oraz symulacje procesowe (np. zgrzewania, przewodnictwa cieplnego, izolacyjności). * Ocena ryzyk technicznych (FMEA procesowe). * Decyzja: wybór koncepcji bazowej.   Etap 3. Projektowanie szczegółowe   * Opracowanie dokumentacji przykładnic, narzędzi i zmodyfikowanych ustawień maszyn. * Definicja parametrów procesu (DoE – Design of Experiments, plan doświadczeń). * Opracowanie planu walidacji (VMP – Validation Master Plan). * Decyzja: przejście do budowy prototypów.   Etap 4. Budowa i testy prototypów   * Wykonanie serii próbnej małych formatów Cassonetto. * Testy mechaniczne (wytrzymałość zgrzewów), termiczne, akustyczne i wizualne. * Analiza statystyczna wyników (SPC – Statistical Process Control). * Dokumentacja odchyleń i modyfikacji konstrukcyjnych. * Decyzja: czy prototypy spełniają kryteria jakościowe i eksploatacyjne?   Etap 5. Walidacja technologii   * Walidacja zdefiniowana wg V-modelu:   + projekt wymagań ↔ testy akceptacyjne,   + projekt procesu ↔ testy walidacyjne,   + budowa prototypów ↔ testy eksploatacyjne. * Sprawdzenie zgodności z normami branżowymi (PN-EN 13659 dla rolet). * Opracowanie standardów technologicznych i instrukcji stanowiskowych. * Decyzja: dopuszczenie do wdrożenia produkcyjnego.   Etap 6. Wdrożenie produkcji seryjnej   * Przygotowanie maszyn i oprzyrządowania do pracy ciągłej. * Szkolenia pracowników i audyty procesu. * Integracja z ERP/MRP (BOM, marszruty). * Uruchomienie nadzorowanej serii pilotażowej. * Monitoring wskaźników jakościowych i ekonomicznych (KPI). | | | |
|
|
|
| ***Podstawowe etapy projektu*** | | | | |
| ***Numer etapu*** | ***Nazwa etapu*** ***(prace wg. schematu: koncepcja - wyposażenie i przygotowanie infrastruktury – programowanie i konfiguracja maszyn – szkolenia - wdrożenie)*** | | | ***Data realizacji*** |
| 1. | Definicja projektu | | | 04-2022 – 05-2022 |
| 2. | Projektowanie koncepcyjne | | | 06-2022 – 09-2022 |
| 3. | Projektowanie szczegółowe | | | 10-2022 – 12-2022 |
| 4. | Budowa i testy prototypów | | | 01-2023 – 05-2023 |
| 5. | Walidacja technologii | | | 05-2023 – 07-2023 |
| 6. | Wdrożenie produkcji seryjnej | | | 07-2023 |
| ***Wykaz najważniejszych problemów badawczych oraz sposób ich rozwiązania*** | 1. Problem: Zgrzewanie małoformatowych profili PVC z ograniczoną powierzchnią styku  * Wyzwanie: Standardowe technologie zgrzewania były dostosowane do większych profili i nie zapewniały wystarczającej jakości połączeń w małych elementach. Powstawało ryzyko deformacji krawędzi oraz obniżenia wytrzymałości złącza. * Rozwiązanie: Opracowano dedykowane przykładnice do zgrzewarek, umożliwiające stabilne i precyzyjne pozycjonowanie małych elementów skrzynek. Zdefiniowano zoptymalizowane parametry procesu (temperatura, czas uplastyczniania, docisk), zapewniające wysoką wytrzymałość połączeń przy minimalnym odkształceniu materiału. Wprowadzono system kontroli jakości oparty o badania wytrzymałościowe próbek i analizę mikroskopową strefy zgrzewu.  1. Problem: Obróbka i oczyszczanie naroży po zgrzewaniu małych elementów  * Wyzwanie: Standardowe oczyszczarki nie gwarantowały bezpieczeństwa powierzchni przy obróbce małoformatowych profili, co mogło prowadzić do uszkodzeń i pogorszenia estetyki wyrobu. * Rozwiązanie: Zmodernizowano ustawienia maszyn i dobrano nowe narzędzia skrawające. Opracowano sekwencję operacji obróbczych, która minimalizuje naprężenia w narożach oraz zapewnia powtarzalność geometrii. Wprowadzono pomiary laserowe w czasie rzeczywistym do kontroli wymiarów i zgodności z modelem CAD.  1. Problem: Walidacja jakości i niezawodności prototypów  * Wyzwanie: Konieczne było potwierdzenie, że nowe rozwiązania technologiczne spełniają wymagania eksploatacyjne w zakresie wytrzymałości, odporności na warunki atmosferyczne i estetyki. * Rozwiązanie: Przygotowano serię prototypów w różnych konfiguracjach. Przeprowadzono testy mechaniczne, pomiary współczynnika przenikania ciepła, badania odporności na czynniki atmosferyczne (UV, wilgoć, zmiany temperatury) oraz próby długotrwałego użytkowania. Wyniki posłużyły do optymalizacji konstrukcji i parametrów procesu.  1. Problem: Elastyczność i logistyka produkcji małych formatów  * Wyzwanie: Produkcja krótkoseryjna i jednostkowa dla małych formatów powodowała spadek wydajności linii oraz wydłużenie czasu przygotowania maszyn. * Rozwiązanie: Opracowano procedury szybkiego przezbrojenia zgrzewarek i oczyszczarek, skracające czas przygotowania maszyn o kilkadziesiąt procent. Wdrożono harmonogramy mikropartii produkcyjnych, umożliwiające realizację zamówień nietypowych bez zakłócania produkcji seryjnej. Zintegrowano nową technologię z systemem planowania MRP, co pozwala na automatyczne generowanie list materiałowych i kolejności operacji. | | | |
| ***Podstawowe prace o charakterze twórczym w projekcie*** | Realizacja projektu wiązała się z koniecznością rozwiązania szeregu problemów badawczych o charakterze technologicznym i konstrukcyjnym. Jednym z kluczowych wyzwań było opracowanie metody zgrzewania małoformatowych profili PVC, które ze względu na ograniczoną powierzchnię styku nie mogły być łączone przy użyciu standardowych parametrów procesowych. W celu zapewnienia wysokiej jakości i wytrzymałości złączy opracowano dedykowane przykładnice do zgrzewarek oraz zdefiniowano zoptymalizowane parametry grzania, uplastyczniania i docisku. Równolegle wdrożono system kontroli jakości obejmujący testy wytrzymałościowe oraz analizy mikroskopowe strefy zgrzewu.  Kolejnym wyzwaniem okazała się precyzyjna obróbka naroży po zgrzewaniu. Standardowe ustawienia oczyszczarek nie gwarantowały bezpieczeństwa obróbki małoformatowych elementów, co skutkowało ryzykiem uszkodzeń powierzchni i pogorszeniem estetyki. W odpowiedzi zmodyfikowano ustawienia maszyn, dobrano narzędzia skrawające dostosowane do małych wymiarów oraz opracowano nową sekwencję operacji minimalizującą naprężenia w narożach. Dodatkowo wdrożono pomiary laserowe w czasie rzeczywistym, co umożliwiło bieżącą kontrolę wymiarów i zgodności z modelem CAD.  Istotnym elementem projektu była także walidacja opracowanych rozwiązań technologicznych. Konieczne było potwierdzenie, że nowa konstrukcja i proces produkcji spełniają wymagania eksploatacyjne w zakresie wytrzymałości mechanicznej, odporności na czynniki atmosferyczne oraz estetyki. W tym celu przygotowano serię prototypów w różnych konfiguracjach i przeprowadzono szeroki zakres testów – od badań wytrzymałościowych, poprzez pomiary współczynnika przenikania ciepła, aż po testy długookresowej eksploatacji. Wyniki posłużyły do dalszej optymalizacji parametrów technologicznych i konstrukcji.  Ostatnim problemem, którego rozwiązanie miało kluczowe znaczenie dla wdrożenia przemysłowego, była organizacja procesu produkcji małoformatowych skrzynek renowacyjnych Cassonetto. Produkcja jednostkowa i krótkoseryjna wiązała się z koniecznością częstych przezbrojeń, które obniżały wydajność linii. Opracowanie nowych procedur szybkiego przezbrojenia pozwoliło znacząco skrócić czas przygotowania maszyn, a wdrożenie harmonogramów mikropartii umożliwiło realizację nietypowych zamówień bez zakłócania produkcji seryjnej. Integracja z systemem planowania MRP pozwoliła natomiast na automatyzację tworzenia list materiałowych i kolejności operacji, co zwiększyło elastyczność produkcyjną przedsiębiorstwa.  W efekcie podjęte działania doprowadziły do wyeliminowania kluczowych barier technologicznych, które uniemożliwiały dotąd seryjną produkcję małoformatowych skrzynek renowacyjnych Cassonetto, i stworzenia innowacyjnego procesu spełniającego wymagania jakościowe, estetyczne i użytkowe. | | | |
| ***Poziom innowacyjności projektu*** | **Innowacja w skali przedsiębiorstwa** | | **Innowacja w skali kraju** | |
| Tak | | Nie | |
| ***Podsumowanie projektu*** | Projekt zakończył się opracowaniem i wdrożeniem nowej technologii umożliwiającej integrację profili okiennych PVC z systemem skrzynek renowacyjnych typu Cassonetto w konstrukcjach małoformatowych. Realizacja obejmowała pełny cykl prac badawczo-rozwojowych – od analizy wymagań i opracowania koncepcji, poprzez projektowanie i budowę oprzyrządowania, aż po wykonanie prototypów, walidację oraz wdrożenie technologii do produkcji seryjnej.  Rozwiązano kluczowe problemy badawcze związane ze zgrzewaniem elementów o ograniczonej powierzchni styku, precyzyjną obróbką naroży po zgrzewaniu, integracją systemu z ramą okienną przy zachowaniu parametrów izolacyjności oraz organizacją produkcji małych formatów. Dzięki opracowanym przykładnicom, modyfikacjom maszyn, zastosowaniu przekładek i uszczelnień izolacyjnych, a także wdrożeniu procedur szybkiego przezbrojenia i kontroli wymiarowej w czasie rzeczywistym udało się uzyskać technologię gwarantującą wysoką jakość, estetykę i trwałość wyrobów.  Opracowana technologia zwiększyła elastyczność produkcyjną, umożliwiła realizację zamówień jednostkowych i krótkoseryjnych bez spadku efektywności, a także ograniczyła straty materiałowe. Projekt pozwolił poszerzyć ofertę produktową o innowacyjne rozwiązania PVC zintegrowane ze skrzynkami renowacyjnymi Cassonetto. | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| **Dokumentacja projektowa (załączniki do karty projektu)** | | | | |
| 1. | Dokumentacja techniczna | | | |
| 2. | Dokumentacja projektowa | | | |
| 3. |  | | | |
| 4. |  | | | |
| 5. |  | | | |
| 6. |  | | | |