|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Karta projektu badawczo-rozwojowego** | | | | |
|
|
|
| **Tytuł projektu** | | | | |
| **Opracowanie i wdrożenie technologii montażu mechanizmów HAUTAU do okien PVC na linii STD** | | | | |
| **Numer ewidencyjny projektu** | | **BR - HAUTAU** | | |
| **OPIS DZIAŁAŃ BADAWCZO ROZWOJOWYCH:** | | | | |
|
| ***Cel/ Opis nowych zakładanych właściwości/ funkcjonalności rozwiązania (produktu lub procesu)*** | Marka HAUTAU to międzynarodowa marka znana z okuć okiennych i rozwiązań automatyki budowlanej. Okucia HAUTAU to zaawansowane rozwiązania dla okien i drzwi przesuwnych/uchylno-przesuwnych, oferujące komfort, wytrzymałość i estetykę. Wyróżniają się zaawansowanymi mechanizmami, automatyzacją ruchu i wysoką izolacyjnością oraz ergonomią użytkowania. Montaż okuć jest bardziej złożony niż w klasycznych systemach, ale efektem są innowacyjne funkcjonalności i wyjątkowa jakość.  Celem projektu badawczo-rozwojowego było opracowanie i wdrożenie technologii montażu mechanizmów nawierzchniowych do okien uchylnych z PVC na linii STD, opracowanie optymalnych procesów technologicznych i sterowania maszynami, które pozwolą na pełną integrację tych produktów z istniejącym ciągiem produkcyjnym. Działania te miały na celu podniesienie wydajności montażu i standaryzację procesu, przy zagwarantowaniu jakości, ergonomii montażu i wykonania oraz rozszerzenie funkcjonalności oferowanych ram okiennych. Wdrożenie nowego rodzaju okucia HAUTAU pozwoliło na zaoferowanie okien z uchylaniem górnego skrzydła z poziomu podłogi, co jest istotne w przypadku okien montowanych w budynkach użyteczności publicznej (łatwość obsługi i bezpieczeństwo użytkowników). Rozwiązanie HAUTAU pozwala na obsługę okna przez osoby nie sięgające do górnych mechanizmów, przy zapewnieniu działanie mechanizmu w długim okresie eksploatacji.    Rysunek 1. Okucia nawierzchniowe HAUTAU – zamontowane na oknach PCV Witraż  Dotychczasowym problemem technologicznym przy montażu okuć w oknach PVC była trudność w zachowaniu idealnej zgodności odwiertów z elementami nożycy, klamki i dźwigni. Warsztatowe metody wykonywania otworów mogły prowadzić do przesunięć pozycjonujących, co skutkowało nieprawidłowym działaniem mechanizmu, oporem przy otwieraniu oraz ryzykiem szybszego zużycia okuć. Brak dedykowanych szablonów powodował wydłużony czas montażu i większą zależność od doświadczenia operatora. W ramach opracowanej technologii wprowadzono dedykowane szablony do odwiertów na ramach, które umożliwiały precyzyjne prowadzenie narzędzi i gwarantowały zgodność otworów z układem okuć. Szablony pozwoliły na uzyskanie powtarzalność montażu, niezależnie od zmiennych gabarytów okien. Zdefiniowano procedury pozycjonowania dla klamek i dźwigni, co pozwoliło na prawidłowe zakotwienie mechanizmów i zapewnienie ich płynnej pracy. Rozwiązania technologiczno-montażowe wyeliminowały wcześniejsze problemy z brakiem precyzji, ale także poprawiło ergonomię pracy operatorów i skróciło czas montażu. Opracowany schemat montażowo – produkcyjny dotyczył operacji:   1. Przyjęcie zlecenia i generacja danych produkcyjnych – Import konstrukcji z Cantora; wyliczenie długości, dedukcji pod zgrzew i lokalizacji obróbek; eksport plików na maszyny (SBZ 609/615, piły). 2. Rozkrój profili – Piły dwugłowicowe (Federhenn/Elumatec): cięcia proste/skośne wg pliku; znakowanie elementów (ID, pozycja). 3. Obróbki CNC profili (przed zgrzewem) – Elumatec SBZ 609/615: odwodnienia, frezy technologiczne, otwory pod wzmocnienia i łączniki. – Kontrola baz i kompensacji (dedukcje) zgodnie z kartą technologii. 4. Wprowadzenie wzmocnień stalowych (jeśli wymagane przez system) – Docinanie, perforacja, nitowanie/śruby wg specyfikacji; kontrola luzów i podparć. 5. Zgrzewanie ramy/skrzydła – Zgrzewarki GRAF SL4 FF/EVO z dedykowanymi fingerami; parametry: temp., czas uplastyczniania, dociski; rejestracja partii. 6. Oczyszczanie naroży i wykończenie powierzchni – Oczyszczarki naroży: program pod dany profil; inspekcja wizualna mostków i geometrii naroży. 7. Przygotowanie stanowiska pod okucie  – Montaż/kalibracja szablonu do odwiertów na ramie (odniesienie do bazy „0” i krawędzi referencyjnych); sprawdzenie zgodności z wersją profilu. 8. Odwierty pod nożycę (mechanizm górny naświetla) – Wykonanie otworów prowadzących i mocujących przez szablon; kontrola średnic i rozstawów; gratowanie krawędzi. 9. Odwierty pod klamkę i dźwignię sterującą (obsługa z poziomu podłogi) – Szablon pod klamkę/dźwignię: wiercenia przelotowe i pod wkręty; zachowanie osiowości z trasą cięgna/pręta. 10. Montaż nożycy na skrzydle/ramie naświetla – Pozycjonowanie wg otworów szablonu; wkręty o zadanym momencie (karta momentów); test pracy zawiasowania bez cięgna. 11. Montaż przekazania ruchu (cięgno/pręt/łańcuch) – Docięcie na długość; prowadzenie przez przepusty/rolki prowadzące; zabezpieczenia przeciwrozpinające. 12. Montaż klamki i dźwigni nawierzchniowej (punkt obsługi) – Ustawienie kąta start/koniec; wkręty wg momentu; sprawdzenie luzów roboczych i pozycji „zamknięte/uchylone”. 13. Regulacja zestawu – Ustawienie skoku cięgna, docisku uszczelki i ograniczników; smarowanie punktów tarcia (wg karty smarów). 14. Uszczelnienia i akcesoria – Wprowadzenie wkładek/uszczelek w strefie połączeń; kontrola ciągłości uszczelnienia i docisku na całym obwodzie. 15. Kontrola funkcjonalna (QC-F1) – Test pełnego cyklu: zamknięcie → uchył → powrót; pomiar siły operacyjnej (dźwignia/klamka); brak kolizji z profilem/uszczelką. 16. Kontrola wymiarowa i zgodności odwiertów (QC-D1) – Sprawdzenie rozstawów otworów i odległości od bazy; tolerancje wg karty (np. ±0,5 mm dla otworów mocujących). 17. Kontrola szczelności (opcjonalnie dla serii pilotażowych) – Test natryskowy/ciśnieniowy próbki referencyjnej; weryfikacja docisku uszczelki w stanie „zamknięte”. 18. Oznakowanie, traceability, dokumentacja – Naklejki/QR partii okuć; zapis momentów, sił operacyjnych, operatora i daty. 19. Okucie pozostałe i finalny montaż – Dołożenie ograniczników, osłon i zaślepek; finalne spasowanie skrzydło–rama; kontrola estetyczna. 20. Pakowanie i przekazanie na logistykę – Zabezpieczenia transportowe mechanizmu; instrukcja użytkowania/serwisu dołączona do produktu.   Punkty krytyczne i uwagi technologiczne   * Szablony do odwiertów muszą zgrywać się z konkretną nożycą i układem dźwigni (różne warianty = różne szablony/pozycje baz). * Długość i prowadzenie cięgna determinują siłę operacyjną i domknięcie – błędna długość powoduje brak ryglowania lub nadmierny opór. * Kontrola momentów dokręcania eliminuje luzowanie się okuć w eksploatacji. * Smarowanie i ochrona krawędzi otworów (gratowanie) ograniczają zużycie i hałas pracy mechanizmu. * Zapewnienie ciągłości uszczelki w strefie uchyłu jest kluczowe dla szczelności i akustyki.   Prace realizowane w ramach projektu były prowadzone zgodnie ze ściśle określoną metodyką, w sposób sekwencyjny i uporządkowany, co pozwalało na zachowanie pełnej kontroli nad przebiegiem działań. Każdy etap był domykany i weryfikowany przed rozpoczęciem kolejnego, co minimalizowało ryzyko przenoszenia błędów na dalsze fazy oraz zapewniało wysoką jakość opracowywanych rozwiązań. Dzięki temu możliwe było nie tylko sprawne wdrażanie nowych technologii i urządzeń, ale także bieżące dostosowywanie dokumentacji oraz standardów pracy do realnych potrzeb produkcji. Przyjęte podejście miało charakter waterfallowy – obejmowało kolejne, jasno zdefiniowane fazy, które krok po kroku prowadziły do osiągnięcia założonego celu projektu:  Faza 1 – Analiza i planowanie Przeprowadzono analizę procesów, zidentyfikowano ograniczenia i określono wymagania techniczne dla wdrożenia technologii HAUTAU na linii STD.  Faza 2 – Opracowanie technologii i dobór wyposażenie Zaprojektowano procesy cięcia i obróbki w centrach Elumatec SBZ 609, Stürtz i Federhenn oraz wybrano dodatkowe maszyny (ukośnica, szablony do okuwania).  Faza 3 – Integracja z linią STD  Dostosowano układ produkcyjny, zapewniając płynne przejście półproduktów między stanowiskami.  Faza 4 – Wdrożenie nowych okuć i szablonów Zaimplementowano szablony do okuwania oraz okucie HAUTAU, co umożliwiło standaryzację i uproszczenie montażu.  Faza 5 – Walidacja prototypów i testy jakościowe Nowe rozwiązania zostały przetestowane w warunkach produkcji seryjnej – linia STD. Zespół jakości zweryfikował powtarzalności i szczelności konstrukcji.  Faza 6 – Szkolenia i uruchomienie pełnoskalowe Pracownicy zostali przeszkoleni z obsługi maszyn i standardów montażu. | | | |
|
|
|
| ***Podstawowe etapy projektu*** | | | | |
| ***Numer etapu*** | ***Nazwa etapu*** | | | ***Data realizacji*** |
| 1. | Analiza i planowanie | | | 01-2023 |
| 2. | Opracowanie technologii i dobór wyposażenia | | | 01-2023 |
| 3. | Integracja z linią produkcyjną STD | | | 01-2023 – 02-2023 |
| 4. | Wdrożenie nowych okuć i szablonów | | | 01-2023 – 02-2023 |
| 5. | Walidacja prototypów i testy jakościowe | | | 01-2023 – 02-2023 |
| 6. | Szkolenie i uruchomienie pełnoskalowe | | | 01-2023 – 02-2023 |
| ***Wykaz najważniejszych problemów badawczych oraz sposób ich rozwiązania*** | 1. Problem: brak precyzyjnego zgrania odwiertów z układem nożycy, klamki i dźwigni – Dotychczasowe, warsztatowe metody wiercenia powodowały przesunięcia pozycjonujące i losową powtarzalność. Sposób rozwiązania: zaprojektowano i wdrożono dedykowane szablony do odwiertów na ramach i skrzydłach, z bazą „0” i punktami referencyjnymi profilu. Zdefiniowano tolerancje procesowe (np. rozstawy otworów, odległość od krawędzi) oraz obowiązek gratowania krawędzi. Szablony kalibrowano cyklicznie, a wyniki wpisywano do karty kontroli. 2. Problem: wysokie siły operacyjne i niestabilna praca mechanizmu z powodu błędnej długości/prowadzenia cięgna – Różnice gabarytów i geometrii utrudniały ustawienie skoku i domknięcia. Sposób rozwiązania: opracowano algorytm doboru długości cięgna/pręta i jego prowadzenia (rolki prowadzące, przepusty), wraz z listą nastaw skoku i docisku uszczelki dla wariantów. Wprowadzono pomiar siły operacyjnej na stanowisku regulacji i progi akceptacji. 3. Problem: brak integracji danych technologicznych z systemem Cantor i CNC – Ręczne przenoszenie danych generowało błędy i straty czasu. Sposób rozwiązania: utworzono biblioteki okuć HAUTAU w Cantorze (punkty odwiertów, dedukcje, makra obróbkowe) oraz postprocesy do Elumatec SBZ 609/615 i pił Federhenn/Elumatec. Dane produkcyjne eksportowano bezpośrednio na maszyny, co zapewniło spójność odwiertów i obróbek z projektem. 4. Problem: odkształcenia po zgrzewaniu i rozbieżności wymiarowe w narożach – Wpływały na pozycje otworów i pracę mechanizmu. Sposób rozwiązania: ustabilizowano parametry zgrzewania na GRAF SL4 FF/EVO (temperatura, czasy, dociski) oraz zastosowano dedykowane fingery dla poszczególnych profili. Wdrążono kontrolę naroży po oczyszczaniu i kompensacje w dedukcjach Cantora. 5. Problem: szczelność i akustyka w strefie uchyłu – Nieciągłości uszczelki obniżały parametry użytkowe. Sposób rozwiązania: dobrano i zwalidowano materiały uszczelniające kompatybilne z PVC, zaprojektowano gniazda i wkładki w miejscach przejścia cięgna, a wzorcowe próbki poddano testom natryskowym/ciśnieniowym. Wprowadzono smarowanie punktów tarcia zgodnie z kartą smarów. 6. Problem: czas montażu i duża zmienność cyklu – Montaż otwieraczy naświetli był wrażliwy na błędy i poprawki. Sposób rozwiązania: przeprojektowano przepływ materiału (bufory międzyobróbkowe, podajniki rolkowe), ujednolicono zestawy montażowe (kity: nożyca, cięgno, osprzęt) i skrócono czas przezbrojeń. W efekcie ustabilizowano czas cyklu i ograniczono poprawki. | | | |
| ***Podstawowe prace o charakterze twórczym w projekcie*** | Poniżej zebrano kluczowe prace twórcze – wykonane i zwalidowane w warunkach produkcyjnych.   * zaprojektowano i wykonano dedykowane szablony do odwiertów (rama/skrzydło) z bazą referencyjną „0”, wymiennymi wkładkami pod różne warianty profili oraz systemem szybkiej kalibracji; zestaw szablonów zapewnił zgranie otworów z nożycą, klamką i dźwignią oraz powtarzalność pozycjonowania, * opracowano biblioteki okuć HAUTAU w systemie Cantor (obiekty, reguły doboru, dedukcje długości, makra obróbkowe) wraz z wariantami konstrukcyjnymi; automatyzacja generowała komplet danych produkcyjnych bez ręcznej ingerencji, * przygotowano i przetestowano postprocesy CAM do Elumatec SBZ 609/615 oraz pił Federhenn/Elumatec (mapowanie cech z Cantora na operacje CNC, definicje narzędzi, kolejności obróbek, kompensacje), co wyeliminowało błędy transferu danych, * opracowano metodykę wyznaczania długości i prowadzenia cięgna/pręta (kinematyka mechanizmu, tabele nastaw skoku i docisku, szablony do cięcia cięgien), zapewniając niskie siły operacyjne i pewne domknięcie, * zdefiniowano standard pracy stanowiska (SOP): kolejność operacji, punkty regulacyjne, karta momentów dokręcania, karta smarów, plan kalibracji szablonów; powstały instrukcje obrazkowe i karty przezbrojenia, * wdrożono oprzyrządowanie montażowe: uchwyty i ograniczniki pozycjonujące, prowadnice dla cięgna, wzorce kontrolne do szybkiej weryfikacji rozstawów; zmodernizowano ergonomię stanowiska (5S) i bezpieczeństwo pracy, * wykonano serie prototypów A/B oraz walidacje: pomiary siły operacyjnej, testy funkcjonalne cykli otwarcia/uchyłu, testy natryskowe/ciśnieniowe szczelności oraz audyty akustyczne; wyniki posłużyły do korekt szablonów, dedukcji i nastaw CNC, * opracowano system kontroli jakości i traceability: QC-D1 (wymiarowa), QC-F1 (funkcjonalna), okresowe próby szczelności, etykiety/QR partii, rejestr momentów i sił, ścieżka audytowa w dokumentacji partii, * przeprowadzono szkolenia operatorów i utrzymania ruchu (obsługa szablonów, regulacja mechanizmu, kontrola jakości), uzupełnione materiałami wideo i szybkim przewodnikiem usterek, * wykonano PFMEA procesu i Plan Kontroli (CP) oraz MSA dla pomiaru siły operacyjnej, co ustabilizowało parametry jakościowe i ograniczyło zmienność procesu.   Efektem tych prac było powstanie kompletnej, autorskiej technologii montażu okuć naczynowych – zintegrowanej z cyfrowym przepływem danych (Cantor → CNC). | | | |
| ***Poziom innowacyjności projektu*** | **Innowacja w skali przedsiębiorstwa** | | **Innowacja w skali kraju** | |
| Tak | | Nie | |
| ***Podsumowanie projektu*** | Projekt zakończył się pełnym opracowaniem i wdrożeniem technologii montażu okuć typu HAUTAU na linii STD dla okien PVC. Opracowano i zastosowano dedykowane szablony do odwiertów z kalibracją względem baz profilu, zbudowano biblioteki okuć w systemie Cantor (reguły doboru, dedukcje, makra), przygotowano postprocesy CAM dla Elumatec SBZ 609/615 oraz pił Federhenn/Elumatec, a także ustabilizowano zgrzewanie (zastosowanie fingerów GRAF) i wdrożono standardy stanowiskowe (SOP, karta momentów, karta smarów).  Walidacja prototypów oraz testy funkcjonalne i szczelności potwierdziły poprawność rozwiązań: uzyskano powtarzalne zgranie nożycy, klamki i dźwigni, niskie siły operacyjne oraz ciągłość uszczelnień w strefie uchyłu. Wprowadzenie traceability (QC-D1, QC-F1, etykiety/QR) i szkoleń operatorów przełożyło się na stabilny czas cyklu, ograniczenie poprawek oraz wyższą jakość i estetykę montażu.  Efektem było rozszerzenie funkcjonalności wyrobów o okucia HAUTAU, pełna integracja procesu z istniejącym ciągiem produkcyjnym oraz wzrost elastyczności i ergonomii wytwarzania.  Projekt dostarczył unikatowej w skali przedsiębiorstwa, znormalizowanej technologii montażu otwieraczy naświetli, stanowiącej bazę dla dalszej automatyzacji i rozwoju wariantów produktowych. | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| **Dokumentacja projektowa (załączniki do karty projektu)** | | | | |
| 1. | Dokumentacja techniczna | | | |
| 2. | Dokumentacja produkcyjna | | | |
| 3. |  | | | |
| 4. |  | | | |