|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Karta projektu badawczo-rozwojowego** | | | | |
|
|
|
| **Tytuł projektu** | | | | |
| **Opracowanie i wdrożenie technologii montażu systemów:**  **Winkhause / Skyline**  **na linii produkcyjno – montażowej stolarki aluminiowej** | | | | |
| **Numer ewidencyjny projektu** | | **BR – Winkhause Skyline** | | |
| **OPIS DZIAŁAŃ BADAWCZO ROZWOJOWYCH:** | | | | |
|
| ***Cel/ Opis nowych zakładanych właściwości/ funkcjonalności rozwiązania (produktu lub procesu)*** | Celem projektu było opracowanie i wdrożenie indywidulanych rozwiązań technologicznych do systemów: Winkhause i Skyline dla zaimplementowania zróżnicowanych procesów technologicznych do procesu montażowo-produkcyjnego stolarki aluminiowej. Powyższe procesy obejmowały m.in. wprowadzenie nowych baz komponentów okuć, opracowanie uniwersalnych technologii montażu.  Charakterystyka systemów:  Systemy Winkhause – to systemy okuć dla skrzydeł w profilach aluminiowych:   * komplet zaczepów, nożyc, zawiasów i narożników zoptymalizowanych pod rowek okuciowy w systemach aluminiowych do oknien rozwierno-uchylnych (aluPilot); * systemy mechaniki prowadnic, wózków i nożyc do skrzydeł, które najpierw się uchylają, a następnie przesuwają równolegle do ramy; dostępne warianty zależnie od materiału profilu i geometrii (PSK, PAS); * zamki wielopunktowe automatyczne (języki haka + rygle), z opcją napędu elektrycznego do ryglowania/odryglowania oraz integracji z kontrolą dostępu (automatyka).   Wymagania montażowo-technologiczne dla systemów Winkhause to przede wszystkim dla profil: zgodność geometrii rowka okuciowego i grubości ścianek z kartami doboru; odpowiednie wzmocnienia/żebra w strefach mocowań (zawiasy, zaczepy); dla obróbki: precyzyjne wiercenia/frezowania pod zaczepy, nożyce i prowadnice (wg szablonów lub plików CNC), zachowanie tolerancji równoległości torów w rozwiązaniach przesuwnych; dla szklenie i uszczelnienia: właściwe podkładkowanie, dociski i ciągłość uszczelnień dla wymaganych klas powietrze/woda/wiatr; dla rozwiązań RC – szkło/okucia zgodne z zestawem badań; dla regulacji: momenty dokręcania, zakresy regulacji zawiasów i wózków, dokumentacja nastaw dla powtarzalności na linii.  Skyline – to systemy aluminiowe MB-SKYLINE, minimalistyczne, panoramiczne drzwi przesuwne o maksymalnie wąskich widokowo profilach (słupek środkowy ma ok. 25 mm, a zewnętrzne ramy mogą być całkowicie ukryte w posadzce, ścianie i nadprożu), co powoduje że fasada ma efekt tafli szkła z niemal niewidocznymi podziałami; niektóre wersje mają ukryty napęd i wózki w ościeżnicy (concealed rail/drive), próg zlicowany z podłogą oraz jeszcze smuklejszą estetykę; natomiast standardowe systemy zapewniają wąskie profile i wysoki stopień zabudowy ukrytej, ale z inną konstrukcją prowadnic. System dedykowany jest do dużych skrzydeł (wysokość do 4 m; szerokości i masy zależne od konfiguracji napędu – w rozwiązaniach z napędem ukrytym możliwe są bardzo ciężkie skrzydła). System wykorzystuje przekładki termiczne oraz pakiety 2- lub 3-szybowe, oferuje niski/bezbarierowy próg, drenaż liniowy, zintegrowane odwodnienia, a także opcje sterowania automatycznego i integracji z BMS/„smart home”. Deklarowane klasy odporności na obciążenia wiatrem, wodoszczelność i przepuszczalność powietrza spełniają wymagania nowoczesnych budynków energooszczędnych.  Zakres prac implementacyjnych i rozwojowych obejmował:   * import i parametryzację bibliotek profili/okuć, * przygotowanie obróbek CNC i opracowanie dopasowanego oprzyrządowania, * integrację danych z ERP/CAD/CAM i walidację prototypów.   W warstwie bibliotek danych opracowano wspólny model informacji produktowo-procesowej (PDM/BOM/route), w którym:   * WINKHAUS - zdefiniowano warianty okuć dla aluminium (punkty ryglowania, nożyce, zaczepy, zawiasy, warianty RC); * SKYLINE – komponenty wózków, prowadnic i listew ryglujących.   Biblioteki opisano regułami konfiguracyjnymi (warianty wymiarowe, dopuszczalne szklenia, ograniczenia H×W, strefy obróbek), co umożliwiło automatyczne generowanie list materiałowych, kart technologicznych i programów NC na podstawie zlecenia z ERP/Cantor.  W warstwie technologii obróbczej opracowano komplet makr CNC dla centrów aluminiowych (centra SBZ 609/615, piły dwugłowicowe), obejmujących:   * wiercenia i frezowania pod zestawy okuć WINKHAUS (otwory, kieszenie, rowki pod okucia i odwodnienia), * gniazda pod wózki i prowadnice SKYLINE (tolerancje równoległości torów oraz prostopadłości wręgów).   Przygotowano i zweryfikowano postprocesory/formaty wymiany (NCX, CSV/ERP → NC) oraz kompensacje długości, offsety narzędzi i cykle wierceń wielostopniowych. Dla konstrukcji przesuwanych zdefiniowano algorytmy „dedukcji” wymiarowych (kompensacje pod uszczelki, dylatacje temperaturowe, luz montażowy okuć i wózków) oraz sekwencje kolejności obróbek minimalizujące odkształcenia profili cienkościennych.  Zaprojektowano, dla każdej technologii indywidulanie, zestaw przyrządów i szablonów montażowo-kontrolnych:   * WINKHAUS - płyty bazujące pod nawiercanie pakietów okuć (z ogranicznikami błędu), * SKYLINE - przyrządy do precyzyjnego pozycjonowania prowadnic i progów (umożliwiające kontrolę równoległości/planarności torów).   Opracowano procedury produkcyjne SMED (kasety narzędziowe z presetem, zewnętrzne przygotowanie narzędzi, checklisty HMI), co skróciło przezbrojenia między seriami profili dla różnych rodzin systemów i usprawniło przepływ produkcyjny.  W warstwie integracyjnej zapewniono przepływ danych:   * ERP/Cantor → BOM, trasy, pliki NC, etykiety/ID partii; * zwrotnie – raporty wykonawcze i śladowość (Crystal Reports: statusy zleceń, czasy cykli, OEE, wskaźniki braków).   Dla nowych rodzin zdefiniowano rozszerzone karty kontroli (SPC, Cp/Cpk dla kluczowych wymiarów: rozstawów punktów mocowania okuć, odchyłek równoległości torów SKYLINE).  Wykonano serie prototypowe, badania funkcjonalne (płynność pracy okuć/wozków, siły operacyjne), szczelności i wstępne próby klasy RC, a następnie pilotaż krótkoseryjny z decyzjami kierunkowymi i zamrożeniem wersji bibliotek/makr.  Efektem implementacji systemów i wdrożenia różnych rozwiązań konstrukcyjnych było zintegrowanie w jednym strumieniu produkcyjnym procesów montażowych; automatyzacja generowania materiałów i NC; redukcja błędów montażowych; skrócenie czasu przezbrojeń; poprawa powtarzalności i jakości (utrzymanie tolerancji gabarytów i geometrii torów).  Wdrożenie przeprowadzono w metodyce Stage-Gate / V-model:   * specyfikacja wymagań systemowych → konfiguracja bibliotek i makr → * prototypy (mechaniczne, funkcjonalne, jakościowe) i pilotaż → * walidacja produkcyjna i standaryzacja (instrukcje stanowiskowe, plany kontroli, szkolenia UR/produkcja).   Nowe rozwiązania zostały bezpiecznie zintegrowane z istniejącym łańcuchem ERP/produkcja, a ryzyka technologiczne ograniczono poprzez iteracyjne testy i decyzje bramkowe. | | | |
|
|
|
| ***Podstawowe etapy projektu*** | | | | |
| ***Numer etapu*** | ***Nazwa etapu*** | | | ***Data realizacji*** |
| 1. | Specyfikacja wymagań systemowych – okucia Winkhaus | | | 04.2021 - 05.2021 |
| 2. | Konfiguracja bibliotek, opracowanie rozwiązań technologicznych i narzędzi | | | 06.2021 - 07.2021 |
| 3. | Walidacja technologii Winkhause, standaryzacja procesu, szkolenia | | | 08.2021 - 09.2021 |
| 4. | Specyfikacja wymagań systemowych – Skyline | | | 11.2021 – 12.2021 |
| 5. | Konfiguracja bibliotek, opracowanie rozwiązań technologicznych i narzędzi | | | 01.2022 – 02.2022 |
| 6. | Walidacja technologii Skyline, standaryzacja procesu, szkolenia | | | 02.2022 – 03.2022 |
| 8. | Konfiguracja bibliotek, opracowanie rozwiązań technologicznych i narzędzi | | | 08.2022 - 01.2023 |
| ***Wykaz najważniejszych problemów badawczych oraz sposób ich rozwiązania*** | Spójność danych projektowych → technologicznych → wykonawczych Problem: rozbieżności między bibliotekami systemowymi (warianty Skyline, okucia Winkhaus) w środowisku projektowym (Cantor/ERP) a programami na obrabiarkach do aluminium (piły dwugłowicowe, frezarki czołowe, prasy narożne, centra CNC/punching). Rozwiązanie: import i ujednolicenie bibliotek profili/łączników/uszczelek, mapowanie kodów systemowych w ERP, dedykowane postprocesory do maszyn Alu, walidacja plików (checksumy, „dry-run”), wersjonowanie receptur i zwrotne statusy do ERP/Crystal Reports.  Otworowania i kieszenie pod okucia Winkhaus  Problem: różne warianty okuć i rozstawów powodujące kolizje i błędy pozycjonowania. Rozwiązanie: biblioteki okuć jako „envelopes” 3D i reguły kolizyjne w generacji obróbek; automatyczne stanowiska kopiujące/punching z przyrządami pozycjonującymi; kontrola MSA punktów bazowych i SPC momentów dokręcania.  Drenaż/odpowietrzenie i ochrona przed wnikaniem wody Problem: nieciągłość otworów drenażowych, zacieki i pogorszenie szczelności. Rozwiązanie: wykrojniki systemowe z szybką wymianą (SMED), receptury otworowań per profil, 100% wizyjna kontrola obecności/pozycji otworów, test natryskowy na próbkach walidacyjnych.  Skyline i konstrukcje wielkogabarytowe (wąskie przekroje, długie prowadnice) Problem: utrzymanie równoległości torów i strzałki ugięcia przy dużych gabarytach; precyzja podparć i wózków jezdnych. Rozwiązanie: stoły montażowe pion/poziom z laserową geometrią, kalibracja torów (tolerancje równoległości/planarności), dobór wózków i regulacja docisku, próby jezdne z rejestracją siły przesuwu.  Redukcja przezbrojeń (SMED) w punchingu/frezowaniu  Problem: długie przezbrojenia wykrojników i narzędzi przy wysokiej zmienności zleceń. Rozwiązanie: kasety narzędziowe z presetem, szybkozłącza mediów, standard offsetów narzędzi, „pit-stop” z checklistami HMI; plan TPM na ostrzenie/regenerację wykrojników.  Traceability parametrów procesu i zgodność normatywna Problem: brak pełnej śladowalności parametrów kluczowych (siła/przemieszczenie prasy narożnej, ustawienia piły, momenty śrub). Rozwiązanie: etykiety 2D już po cięciu, skanowanie na każdym gnieździe, automatyczny zapis parametrów rzeczywistych do karty wyrobu w ERP; walidacja wg EN 14351-1/EN 13115 (szczelność powietrzna/wodna, ugięcia) – próbki i raporty z prób.  Dla kluczowych zagadnień zastosowano DoE (dobór parametrów cięcia / klejenia / zacisku), MSA (wiarygodność pomiaru długości/kąta/pozycji), SPC (stabilność procesu naroża/otworowań), a decyzje wdrożeniowe prowadzono w trybie Stage-Gate z pilotażem krótkoseryjnym i zamrożeniem wersji receptur po walidacji Cp/Cpk. | | | |
| ***Podstawowe prace o charakterze twórczym w projekcie*** | Inżynieria danych i bibliotek systemowych  – Zbudowano i zunifikowano biblioteki profili Skyline (przekroje, łączniki, uszczelki, przekładki PA) oraz okuć Winkhaus (warianty funkcji, rozstawy, krzywki), wprowadzając jednolite identyfikatory i atrybuty technologiczne (bazy, offsety, tolerancje, reguły kolizyjne).  – Opracowano reguły generowania obróbek z modelu CAD/ERP (Cantor) do plików maszynowych: szablony makr cięcia, frezowania, wykrawania i wierceń, wraz z mapowaniem BOM→operacja→narzędzie.  Post-procesory i oprogramowanie maszyn  – Zaprojektowano post-procesory dla pił dwugłowicowych, frezarek czołowych, centr CNC/punching do aluminium oraz pras narożnych; dodano kompensacje temperaturowe długości i kąta, korekcje ugięcia profilu i „lead-in/lead-out” narzędzi.  – Utworzono pakiet makr technologicznych: drenaże/odpowietrzenia, kieszenie pod okucia, sloty i gniazda T/Y, frezy pod listwy przyszybowe, fazy i odgratowania – z parametryzacją pod serię i wariant systemowy.  Narzędzia, przyrządy i SMED  – Zaprojektowano i wykonano zestaw narzędzi skrawających (HM/PKD) oraz wykrojników systemowych do profili Skyline; zdefiniowano „kasety” narzędziowe z presetem i standaryzowane offsety.  – Opracowano przyrządy poka-yoke do pozycjonowania profili przy wierceniach/wykrawaniu (bazy geometryczne, stopy referencyjne, ograniczniki) oraz matryce zaciskowe dopasowane do przekrojów.  – Wdrożono pakiet SMED: szybkozłącza mediów, check-listy HMI, zewnętrzne przygotowanie narzędzi, co skróciło przezbrojenia i ustabilizowało takt.  Integracja okuć Winkhaus (Alu)  – Zbudowano biblioteki „envelope” dla okuć (przestrzenie zabronione, tolerancje zbliżeń) i reguły antykolizyjne; przygotowano szablony CNC/kopiujące pod wiercenia i sloty, z automatycznym doborem wariantu okucia do skrzydła/ramy.  – Opracowano procedury regulacji wózków jezdnych i zamków (moment–kąt), w tym rejestr momentów i kontrolę funkcjonalną (siła przesuwu, docisk).  Sterowanie, HMI i traceability  – Rozszerzono programy PLC/IPC o „receptury wyrobu”, interlocki bezpieczeństwa, kontrolę mediów (MQL/odciąg), monitor siły prasy i logi parametrów rzeczywistych.  – Zaprojektowano system śladowości: etykiety 2D po cięciu, skanowanie na gniazdach, automatyczny zapis parametrów procesu (kąt/długość cięcia, siła/przemieszczenie zacisku, momenty, wykrojenia) do karty wyrobu w ERP. | | | |
| ***Poziom innowacyjności projektu*** | **Innowacja w skali przedsiębiorstwa** | | **Innowacja w skali kraju** | |
| Tak | | Nie | |
| ***Podsumowanie projektu*** | Projekt pozwolił na opracowanie i wdrożenie pakietów technologicznych do systemu produkcji stolarki aluminiowej z uwzględnieniem rozwiązań Skyline/Winkhaus, obejmującego cały łańcuch danych (CAD/ERP → post-procesory → CNC/PLC → śladowość) oraz zintegrowaną organizację gniazd.  Zunifikowano biblioteki profili i okuć, przygotowano post-procesory dla pił, centr obróbczych i pras narożnych, a także opracowano dedykowane narzędzia PKD/HM i przyrządy.  Na poziomie sterowania wdrożono recepturowe HMI/PLC z interlockami bezpieczeństwa, monitorowaniem siły/przemieszczenia zacisku i rejestracją parametrów rzeczywistych. Wdrożono pełną śladowość (etykiety 2D, skanowanie na gniazdach, zapis parametrów procesu do ERP) oraz metody SPC/DoE do bieżącej kontroli stabilności wymiarowej i funkcjonalnej. Receptury połączeń narożnych i T/Y zwalidowano w seriach pilotażowych oraz badaniami zgodnymi z wymaganiami EN 14351-1/EN 13115.  Rezultatem prac jest skalowalna i zintegrowana technologia pozwalająca na seryjne wytwarzanie konstrukcji o wysokiej jakości złącz, poprawionej ergonomii montażu i obniżonym odpadzie materiałowym.  Linia produkcyjna uzyskała spójność cyfrową z systemami Cantor/ERP, gotowość do szybkiego wprowadzania wariantów asortymentowych. | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| **Dokumentacja projektowa (załączniki do karty projektu)** | | | | |
| 1. | Biblioteki danych: profili Skyline (przekroje, łączniki, uszczelki, przekładki PA), okucia Winkhaus (warianty funkcji, rozstawy, krzywki) | | | |
| 2. | Narzędzia skrawające (HM/PKD) oraz wykrojników systemowych do profili Skyline | | | |
| 3. | Oprogramowanie sterujące, HMI i traceability – rozszerzenia PLC/IPC | | | |
| 4. | Instrukcje stanowiskowe, plany kontroli jakości | | | |