|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Karta projektu badawczo-rozwojowego** | | | | |
|
|
|
| **Tytuł projektu** | | | | |
| **Opracowanie i rozwój technologii wykonania wiedeńskich szprosów**  **na potrzeby okiennej stolarki renowacyjnej NFC 667404/2023** | | | | |
| **Numer ewidencyjny projektu** | | **BR szprosy NFC 667404** | | |
| **OPIS DZIAŁAŃ BADAWCZO ROZWOJOWYCH:** | | | | |
|
| ***Cel/ Opis nowych zakładanych właściwości/ funkcjonalności rozwiązania (produktu lub procesu)*** | Celem projektu było opracowanie i rozwój technologii wykonania wiedeńskich szprosów nietypowych NFC 667404/2023, przeznaczonych do stolarki renowacyjnej. Głównym zadaniem było odwzorowanie historycznych szprosów i dostosowanie do nich nowoczesnych procesów technologicznych, tak aby uzyskać elementy o wysokiej dokładności wymiarowej, powtarzalności i trwałości, a jednocześnie zachowujące walory estetyczne wymagane przy renowacji okien zabytkowych.  Opis nowych zakładanych właściwości / funkcjonalności   1. Odwzorowanie historycznych wzorów szprosów    * Opracowano dokumentację CAD w skali 1:1, co umożliwiło wierne odwzorowanie kształtu i profilu starych szprosów.    * Dokumentacja stanowiła podstawę do przygotowania dalszych procesów produkcyjnych. 2. Cyfrowa obróbka CNC    * Na podstawie modeli CAD wygenerowano ścieżki narzędziowe dostosowane do centrum obróbczego CNC.    * Centrum obróbcze wycinało i nadawało szprosom kształt z wysoką dokładnością, eliminując błędy ręcznej obróbki. 3. Innowacyjna metoda formowania profilu – podwójne klejenie    * Zastosowano technologię podwójnego sklejania – dwa elementy szprosów były klejone ze sobą i następnie wspólnie prowadzone po narzędziu, aby uzyskać prawidłowy profil i kształt właściwy.    * Rozwiązanie to pozwoliło na uzyskanie wysokiej precyzji i powtarzalności przy skomplikowanych kształtach. 4. Obróbka wykończeniowa i dopasowanie    * Po obróbce CNC i klejeniu szprosy poddano procesowi szlifowania i malowania.    * Końcowym etapem było dopasowanie gotowych elementów do konstrukcji okiennej, tak aby uzyskać zarówno właściwości użytkowe, jak i estetyczne. 5. Montaż elementów dokręcanych    * W ramach technologii przewidziano zastosowanie dodatkowych elementów dokręcanych, umożliwiających stabilne mocowanie szprosów do ram okiennych i zapewniających trwałość połączeń. 6. Nowe właściwości rozwiązania    * Technologia pozwala na wierne odwzorowanie nietypowych szprosów wiedeńskich przy zachowaniu wysokiej jakości i trwałości.    * Dzięki cyfrowemu projektowaniu i obróbce CNC proces uzyskał powtarzalność i możliwość skalowania.    * Połączenie tradycyjnej estetyki z nowoczesnymi procesami technologicznymi umożliwia szerokie zastosowanie rozwiązania w renowacji stolarki zabytkowej i produkcji elementów indywidualnych.   Metodyka realizacji projektu koncentrowała się na adaptacji istniejących procesów technologicznych do nietypowej konstrukcji wiedeńskich szprosów, których celem było wierne odwzorowanie historycznych wzorów przy użyciu nowoczesnych narzędzi produkcyjnych.   1. Analiza wzorów historycznych    * Przeprowadzono analizę oryginalnych szprosów, aby określić ich wymiary, proporcje i detale estetyczne.    * Zdefiniowano wymagania konstrukcyjne i funkcjonalne, które musiała spełnić nowa technologia. 2. Opracowanie dokumentacji cyfrowej    * Na podstawie wyników analizy przygotowano modele CAD w skali 1:1, wiernie odzwierciedlające kształt szprosów.    * Modele te stanowiły podstawę do generowania ścieżek narzędziowych. 3. Dostosowanie procesów obróbczych    * Ścieżki narzędziowe opracowano z myślą o wykorzystaniu centrum obróbczego CNC, które wycinało i profilowało elementy z wysoką dokładnością.    * Procesy frezowania i kształtowania dostosowano do wymagań związanych z cienkimi i ozdobnymi przekrojami szprosów. 4. Wdrożenie technologii podwójnego klejenia    * Zastosowano metodę podwójnego sklejania dwóch elementów, które następnie były prowadzone wspólnie po narzędziu, co pozwalało na uzyskanie właściwego profilu i geometrii.    * Opracowano procedury klejenia, prasowania i stabilizacji materiału, zapewniające trwałość połączeń. 5. Obróbka wykończeniowa i dopasowanie    * Po obróbce CNC i klejeniu szprosy były szlifowane, malowane i ostatecznie dopasowywane do okien.    * Dostosowano proces montażu elementów dokręcanych, aby uzyskać stabilne i estetyczne mocowanie. 6. Walidacja i ocena rezultatów    * Prototypowe partie szprosów poddano kontroli jakości oraz ocenie wizualnej.    * Wyniki potwierdziły możliwość wiernego odwzorowania historycznych elementów przy zachowaniu wysokiej powtarzalności i trwałości technologii. | | | |
|
|
|
| ***Podstawowe etapy projektu*** | | | | |
| ***Numer etapu*** | ***Nazwa etapu*** | | | ***Data realizacji*** |
| 1. | Analiza wzorów historycznych | | | 11.2023 –  12.2023 |
| 2. | Opracowanie dokumentacji cyfrowej | | | 11.2023 –  12.2023 |
| 3. | Dostosowanie procesów obróbczych | | | 01.2024 |
| 4. | Wdrożenie technologii podwójnego klejenia | | | 01.2024 |
| 5. | Obróbka wykończeniowa i dopasowanie | | | 01.2024 |
| 6. | Walidacja i ocena rezultatów | | | 01.2024 |
| ***Wykaz najważniejszych problemów badawczych oraz sposób ich rozwiązania*** | 1. Odwzorowanie historycznych kształtów szprosów   * *Problem*: Niezbędne było wierne odtworzenie detali estetycznych i proporcji starych szprosów, przy jednoczesnym dostosowaniu ich do współczesnych technologii produkcji. * *Rozwiązanie*: Opracowano dokumentację CAD w skali 1:1, która umożliwiła cyfrowe odwzorowanie profili i przygotowanie ścieżek narzędziowych do centrum CNC.   2. Dostosowanie obróbki CNC do nietypowych profili   * *Problem*: Standardowe procesy frezowania i profilowania nie gwarantowały uzyskania cienkich, precyzyjnych kształtów wymaganych dla szprosów renowacyjnych. * *Rozwiązanie*: Zmodyfikowano parametry obróbki i przygotowano specjalne ścieżki narzędziowe, które umożliwiły wycinanie i nadawanie właściwego kształtu przy zachowaniu wysokiej dokładności.   3. Opracowanie metody podwójnego klejenia i dobór kleju   * *Problem*: Pojedynczy element szprosu nie zapewniał stabilności podczas prowadzenia po narzędziu. Kluczowym wyzwaniem było dobranie kleju i technologii klejenia, które zagwarantują trwałość, odporność na wilgoć i stabilność cienkich elementów, a także umożliwią dalszą obróbkę (szlifowanie, frezowanie, malowanie). * *Rozwiązanie*: Wprowadzono metodę podwójnego klejenia, polegającą na sklejeniu dwóch elementów wstępnych i ich wspólnym prowadzeniu po narzędziu. Do tego zastosowano kleje klasy D4 (PUR lub PVAc-D4), charakteryzujące się wysoką odpornością na wilgoć, elastycznością spoiny i trwałością w warunkach eksploatacji okien. Proces klejenia został zoptymalizowany – obejmował przygotowanie powierzchni, równomierne rozprowadzenie kleju, kontrolę docisku w prasie, czas sezonowania oraz kontrolę stabilności przed dalszą obróbką.   4. Zapewnienie gładkości i jakości powierzchni   * *Problem*: Klejenie i obróbka CNC mogły powodować nierówności oraz defekty powierzchni, które obniżałyby estetykę elementów. * *Rozwiązanie*: Wprowadzono dodatkowe etapy szlifowania oraz proces nakładania warstw malarskich, które wyrównywały powierzchnię i zabezpieczały szprosy przed działaniem czynników zewnętrznych.   5. Dopasowanie elementów do konstrukcji okiennej   * *Problem*: Szprosy musiały być nie tylko wierną repliką historyczną, ale także funkcjonalnym elementem współczesnej stolarki renowacyjnej, z możliwością stabilnego montażu. * *Rozwiązanie*: Opracowano system mocowania elementów dokręcanych, który zapewniał trwałość połączenia z ramą okienną oraz umożliwiał łatwy montaż i demontaż w procesie renowacji.   W rezultacie projekt pozwolił na opracowanie kompletnej technologii wykonania szprosów wiedeńskich NFC 667404/2023, w której kluczową innowacją było połączenie cyfrowego odwzorowania historycznych kształtów z metodą podwójnego klejenia przy zastosowaniu klejów klasy D4. Dzięki temu uzyskano elementy o wysokiej estetyce, trwałości i powtarzalności, dostosowane do wymagań stolarki renowacyjnej. | | | |
| ***Podstawowe prace o charakterze twórczym w projekcie*** | 1. Odwzorowanie historycznych kształtów w dokumentacji cyfrowej    * Opracowano modele CAD w skali 1:1, które wiernie odtwarzały proporcje i profile historycznych szprosów wiedeńskich.    * Twórczym elementem było połączenie dokumentacji archiwalnej z nowoczesnym projektowaniem cyfrowym, co pozwoliło uzyskać wysoką dokładność wymiarową i estetyczną. 2. Stworzenie ścieżek narzędziowych dla centrum CNC    * Na bazie modeli CAD zaprojektowano dedykowane ścieżki obróbcze, które umożliwiły precyzyjne wycinanie i kształtowanie szprosów.    * Było to działanie twórcze, ponieważ wymagało dostosowania parametrów obróbki do cienkich, ozdobnych elementów, dotychczas niestosowanych w standardowej stolarki. 3. Opracowanie metody podwójnego klejenia    * Najważniejszym wkładem twórczym było opracowanie technologii podwójnego klejenia: dwa elementy wstępne były łączone, a następnie wspólnie prowadzone po narzędziu.    * Metoda ta wymagała opracowania nowej sekwencji produkcyjnej, uwzględniającej właściwy dobór kleju, kontrolę docisku i czas sezonowania.    * Zastosowanie klejów klasy D4 (PUR lub PVAc-D4) było decyzją technologiczną o charakterze twórczym, ponieważ pozwoliło uzyskać trwałość i odporność spoiny przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności i estetyki po dalszej obróbce. 4. Tworzenie procedur wykończeniowych    * Zaprojektowano procesy szlifowania i malowania dostosowane do nietypowej powierzchni klejonych i frezowanych szprosów.    * Opracowano zasady kontroli jakości powierzchni, które eliminowały defekty powstałe na etapie klejenia i obróbki. 5. Dopasowanie szprosów do konstrukcji okiennej    * Twórczym wkładem było opracowanie sposobu montażu szprosów z użyciem elementów dokręcanych, które zapewniały trwałe, ale jednocześnie odwracalne połączenie w procesach renowacyjnych.    * Dzięki temu szprosy można było dopasować do okien zabytkowych, bez naruszania ich struktury.   Podstawowe prace twórcze polegały więc na połączeniu cyfrowego odwzorowania historycznych elementów, opracowania ścieżek CNC, stworzenia metody podwójnego klejenia z doborem odpowiedniego kleju oraz opracowaniu dedykowanych procedur wykończeniowych i montażowych. Rezultatem była technologia, która nie miała wcześniejszych odpowiedników w praktyce stolarki renowacyjnej. | | | |
| ***Poziom innowacyjności projektu*** | **Innowacja w skali przedsiębiorstwa** | | **Innowacja w skali kraju** | |
| Tak | | Nie | |
| ***Podsumowanie projektu*** | Projekt dotyczył opracowania i rozwoju technologii wykonania wiedeńskich szprosów nietypowych NFC 667404/2023, przeznaczonych do stolarki renowacyjnej. Celem prac było wierne odwzorowanie historycznych kształtów szprosów oraz dostosowanie do nich nowoczesnych technologii obróbczych i montażowych. Opracowano dokumentację CAD w skali 1:1, która stanowiła podstawę do stworzenia ścieżek narzędziowych dla centrum obróbczego CNC, co umożliwiło uzyskanie wysokiej precyzji i powtarzalności elementów. Kluczową innowacją było wprowadzenie metody podwójnego klejenia, w której dwa elementy były łączone, a następnie wspólnie obrabiane, co pozwoliło na uzyskanie odpowiedniego profilu i stabilności w trakcie procesu technologicznego.  Dobór kleju miał zasadnicze znaczenie dla powodzenia projektu – zastosowano kleje klasy D4 (PVAc-D4), które zapewniły odporność spoin na wilgoć, trwałość oraz elastyczność niezbędną w cienkich elementach poddawanych dalszej obróbce. Proces klejenia został dopracowany pod względem czasu prasowania, ilości aplikowanego kleju oraz sezonowania, co zagwarantowało stabilność i brak rozwarstwień. Po etapie klejenia i obróbki CNC elementy poddano szlifowaniu i malowaniu, które zapewniły gładkość powierzchni oraz odporność na czynniki zewnętrzne.  Dodatkowym etapem było opracowanie sposobu montażu z wykorzystaniem elementów dokręcanych, które zapewniały trwałe, a zarazem odwracalne połączenie w oknach zabytkowych, co ma istotne znaczenie w kontekście renowacji. Dzięki takiej technologii możliwe stało się połączenie wymagań konserwatorskich, wysokiej estetyki i nowoczesnych metod produkcji. Projekt miał charakter twórczy, ponieważ wymagał opracowania nowych procedur technologicznych, nieistniejących wcześniej w standardowej praktyce stolarskiej.  Efektem końcowym było powstanie kompletnej technologii wykonania szprosów wiedeńskich, która łączy cyfrowe odwzorowanie historycznych wzorów, precyzyjną obróbkę CNC, innowacyjne klejenie oraz dopracowane procesy wykończeniowe i montażowe. Opracowane rozwiązanie stanowi pionierski przykład przeniesienia tradycyjnych form stolarki do współczesnych technologii produkcji i może być zastosowane w szerokim zakresie prac renowacyjnych. | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| **Dokumentacja projektowa (załączniki do karty projektu)** | | | | |
| 1. | Dokumentacja projektowa CAD szprosów wiedeńskich NFC 667404/2023 | | | |
| 2. | Ścieżki narzędziowe CNC przygotowane do obróbki szprosów | | | |
| 3. | Opis technologii podwójnego klejenia wraz z parametrami procesu | | | |
| 4. | Procedura montażu elementów dokręcanych w konstrukcji okiennej | | | |
| 5. | Dokumentacja fotograficzna prototypów szprosów | | | |