

Opracowanie dokumentacji technologicznej procesu wycinania oraz gięcia podzespołów skrzynki elektrycznej

Niniejsza praca dyplomowa poświęcona została zagadnieniu opracowania dokumentacji technologicznej procesu wycinania i gięcia podzespołów skrzynki elektrycznej. Temat ten ma istotne znaczenie we współczesnej inżynierii produkcji, w której coraz większą rolę odgrywa obróbka plastyczna metali, a szczególnie procesy realizowane na zimno. Dzięki nim możliwe jest kształtowanie elementów z blach o wysokiej dokładności, powtarzalności i jakości powierzchni. Procesy te są powszechnie stosowane w przemyśle elektrotechnicznym, gdzie istotne jest nie tylko spełnianie wymagań konstrukcyjnych, lecz także zachowanie odpowiednich norm jakościowych i ekonomicznych.

Celem pracy dyplomowej jest opracowanie dokumentacji technologicznej procesu wycinania oraz gięcia podzespołów skrzynki elektrycznej przy użyciu wykrawarki CNC Trumpf TruPunch 3000 oraz prasy krawędziowej CNC Trumpf TruBend 5170.

Praca składa się z pięciu rozdziałów, które łączą wiedzę teoretyczną z praktycznymi rozwiązaniami inżynierskimi.

Pierwszy rozdział został poświęcony podstawom obróbki plastycznej na zimno, stanowiącym fundament dalszych rozważań. Omówiono w nim ogólne pojęcie obróbki plastycznej, jej podział ze względu na temperaturę oraz szczególne cechy obróbki wykonywanej w warunkach niskotemperaturowych. Podkreślono, że to właśnie obróbka na zimno pozwala uzyskać największą precyzję wymiarową oraz powtarzalność produkcji, choć wymaga zastosowania dużych sił i odpowiednio zaprojektowanych narzędzi.

Szczególną uwagę poświęcono procesowi gięcia blach, opisując zjawiska fizyczne towarzyszące odkształceniom. Omówiono sprężynowanie materiału, mechanizm działania warstwy neutralnej oraz wpływ geometrii narzędzi na efekt końcowy procesu. Zaprezentowano schematy i wzory obliczeniowe stosowane do wyznaczania długości rozwinięcia półfabrykatu, a także opisano praktyczne metody określania ubytku materiału podczas gięcia. Przedstawione zagadnienia mają duże znaczenie w planowaniu procesów technologicznych i pozwalają uniknąć błędów wymiarowych w produkcji.

Drugi rozdział koncentruje się na charakterystyce maszyn wykorzystywanych w obróbce plastycznej blach. W szczególności przedstawiono prasy krawędziowe i wykrawarki CNC, które odgrywają kluczową rolę w procesie produkcji podzespołów skrzynki elektrycznej.

W przypadku pras krawędziowych omówiono zarówno budowę, jak i zasadę działania tych urządzeń. Opisano elementy konstrukcyjne takie jak rama, belka dociskowa, stempel, matryca czy system zderzaków, a także wyjaśniono, w jaki sposób realizowane są operacje gięcia w trybie swobodnym oraz z dotłaczaniem. Przedstawiono również najczęściej stosowane narzędzia – stemple i matryce – oraz zwrócono uwagę na systemy mocowania narzędzi umożliwiające szybkie przebrojenie maszyny.

Szczególną uwagę zwrócono na nowoczesne systemy wspomagające proces gięcia, jak:

- ACB (Automatically Controlled Bending) – system automatycznej kontroli kąta gięcia, wykorzystujący czujniki stykowe lub optyczne, pozwalający na bieżąco korygować parametry procesu,
- TCB (Thickness Controlled Bending) – system kompensacji odchyłek grubości materiału, zapewniający uzyskanie powtarzalnych kątów niezależnie od zmienności arkusza, układy kompensacji ugięcia korpusu prasy, które eliminują zjawisko niedoginania w środkowej części obrabianego elementu.

W drugiej części rozdziału opisano wykrawarki CNC. Przedstawiono ich budowę, zasadę działania oraz funkcjonalność. Omówiono magazyny narzędzi wielopozycyjnych, systemy pozycjonowania blachy, rodzaje stołów roboczych oraz szerokie możliwości technologiczne maszyn. Wskazano, że oprócz standardowego wycinania, wykrawarki CNC mogą realizować także przetłaczanie, gwintowanie, znakowanie czy formowanie przetłoczeń wentylacyjnych. Dzięki temu stają się one wszechstronnymi centrami obróbczymi blach, pozwalającymi na maksymalne wykorzystanie materiału i redukcję odpadów.

Trzeci rozdział poświęcony został dokumentacji technologicznej jako podstawowemu narzędziu organizacji i zarządzania procesem produkcyjnym. Szczegółowo opisano strukturę dokumentacji oraz jej znaczenie dla zapewnienia powtarzalności, standaryzacji i efektywności procesu wytwarzania.

Przedstawiono podstawowe elementy dokumentacji:

- kartę technologiczną, zawierającą opis kolejnych operacji wraz z narzędziami i stanowiskami pracy,
- kartę półfabrykatu, przedstawiającą dane dotyczące materiału, rodzaju półfabrykatu, jego wymiarów i właściwości,

- kartę instrukcyjną obróbki, przekazującą operatorowi szczegółowe informacje dotyczące wykonywanych operacji,
- kartę uzbrojenia obrabiarki, wykorzystywaną przy produkcji seryjnej i opisującą ustawienia narzędzi w maszynie.

Omówiono również dokumenty uzupełniające, takie jak karty kontroli jakości czy spisy pomocy warsztatowych, które wspierają proces wytwarzania i kontrolę nad jego przebiegiem. Zwrócono uwagę na rolę dokumentacji w utrzymaniu zgodności z wymaganiami jakościowymi, a także na jej znaczenie w optymalizacji kosztów produkcji i zwiększeniu bezpieczeństwa pracy.

Czwarty rozdział został poświęcony procesom technologicznym części zimnogiętych. Szczegółowo opisano w nim maszyny i urządzenia wykorzystywane w przemyśle do obróbki plastycznej, takie jak walcarki, ciągarki, prasy mechaniczne i hydrauliczne, a także nowoczesne prasy krawędziowe i wykrawarki CNC.

Przedstawiono różnice w konstrukcji i zasadzie działania poszczególnych maszyn oraz omówiono ich przeznaczenie technologiczne. Podkreślono, że wybór odpowiedniego urządzenia ma kluczowe znaczenie dla uzyskania wymaganej dokładności, jakości i efektywności procesu. Zwrócono uwagę na ogólne trendy w rozwoju maszyn obróbczych – zwiększanie precyzji, automatyzację procesów, dostosowywanie urządzeń do nowych materiałów i wymagań rynkowych.

Przeanalizowano także wpływ wielkości serii produkcyjnej na dobór technologii. Wskazano, że w produkcji jednostkowej kluczowa jest elastyczność i uniwersalność maszyn, podczas gdy w produkcji wielkoseryjnej najważniejsze są efektywność, szybkość działania i ekonomia skali. Rozdział ten stanowi połączenie wiedzy teoretycznej z praktyką przemysłową, ukazując realne uwarunkowania, w jakich projektowane są procesy produkcyjne.

Piąty rozdział ma charakter projektowy i stanowi główną część pracy. Zawiera on szczegółowe opracowanie dokumentacji technologicznej wybranych części skrzynki elektrycznej, które zostało przygotowane z myślą o bezpośrednim zastosowaniu w środowisku przemysłowym. Dokumentacja obejmuje między innymi: karty operacyjne opisujące poszczególne etapy wytwarzania, charakterystyki półfabrykatów wraz z wymiarami i wymaganiami materiałowymi, dobór narzędzi i parametrów pracy maszyn, rysunki warsztatowe i schematy technologiczne, zestawienia pomocnicze i instrukcje stanowiskowe dla operatorów.

Dokumentacja została opracowana zgodnie z zasadami inżynierii produkcji, a jej poziom szczegółowości umożliwia bezpośrednie wdrożenie procesu w praktyce.

Podsumowanie

Zakres pracy obejmował szeroką analizę zagadnień związanych z obróbką plastyczną blach, opisem maszyn i narzędzi, opracowaniem dokumentacji technologicznej oraz przedstawieniem szczegółowego procesu produkcyjnego wybranych części skrzynki elektrycznej. Uzyskane wyniki mają charakter praktyczny i mogą zostać bezpośrednio zastosowane w warunkach przemysłowych.

Praca ma charakter empiryczny, gdyż łączy wiedzę teoretyczną z praktyką inżynierską. Praca nie ogranicza się jedynie do analizy literatury i opisów teoretycznych, ale zawiera opracowanie dokumentacji umożliwiającej rzeczywiste wdrożenie procesu w zakładzie produkcyjnym. Tym samym praca stanowi przykład kompleksowego podejścia do projektowania procesów technologicznych w nowoczesnym przemyśle.