**Ćwiczenie 03. Analiza wybranego procesu produkcji: algorytm graficzny, identyfikacja niezgodności**

**Opis procesu produkcji uszczelnień okołoszybowych - głównej uszczelki około szybowej drzwi przednich**

Uszczelka ta jest zbudowana z profili EPDM (Kauczuk syntetyczny – tworzywo sztuczne będące połączeniem etylenu, propylenu i monomeru) złączonych ze sobą odlewami z materiałów TP (Termoplast – tworzywo sztuczne termoutwardzalne, mięknące podczas ogrzewania, lecz przetrzymywane w podwyższonej temperaturze, utwardzające się) metodą wtrysku w formach odlewniczych otwartych.

Etapy produkcji uszczelki są następujące:

1. **Ekstruzja** profili na liniach ekstruzyjnych: surowiec, w którego kształtowane są profile jest podgrzewany do określonej temperatury, oraz przepuszczany przez szereg matryc nadających określony kształt. Następnie profil ochładza się, oraz tnie na określoną długość.
2. **Cięcie** - profile docina się na końcach na określony kształt, umożliwiający utworzenie efektywnego połączenia z odlewem w formie odlewniczej, oraz w określonych płaszczyznach, aby uzyskać dopasowanie do kształtu drzwi, na których zostaną zamontowane. Wykorzystuje się do tego specjalistyczne maszyny oparte na sterowaniu PLC wraz z dedykowanymi stacjami tnącymi.
3. **Formowanie** - po procesach cięcia, poszczególne profile trafiają na stanowisko formowania.
4. **Czyszczenie i kontrola** - po wyformowaniu kompletnej uszczelki poddaje się ją procesowi czyszczenia manualnego i końcowej kontroli wizualnej, w którym usuwane są wszelkie wypływki materiału oraz przeprowadza się inspekcję jakościową pod względem wykrycia wszelkich pęknięć, nadlań i wypływek materiału nienadających się do usunięcia bez uszkodzenia uszczelki, niekompletnych odlewów, zadrapań mogących powstać w procesach odlewania, cięcia lub transportu, nieprawidłowych połączeń mogących powstać podczas niepoprawnego montażu poszczególnych profili w formie, oraz okresowe pomiary długości poszczególnych profili zdefiniowanych przez klienta.
5. **Pakowanie** - po wyczyszczeniu, weryfikacji i zatwierdzeniu jakości uszczelki, produkt jest pakowany do specjalnie zaprojektowanych kartonów, w kilku warstwach (przekładkach). Na jednej przekładce znajduje się 10 sztuk. Spakowany, zamknięty i zabezpieczony karton na palecie oznacza się jako produkt gotowy do zabrania na magazyn oraz zgłasza się w systemie komputerowym, że jest do odebrania przez magazyniera.

Analizując poszczególne etapy procesu produkcji uszczelki, ich przebieg oraz technologię, zidentyfikowano szereg możliwych do powstania defektów:

* pęknięcia połączeń odlew-profil (brak wystarczającego wiązania odlewu z pro­fi­lem, np. z powodu tłustego filmu na profilu spowodowanego przez złe wa­run­ki przechowywania wyciętych profili),
* niezgodna długość poszczególnych profili (niewykryte w poprzednich etapach nieprawidłowe wymiary cięcia, niezgodne z rysunkiem technicznym),
* zapady surowca na odlewie (surowiec wypełnia w całości miejsce odlewu w for­mie odlewniczej, jednak w wyniku np. nieprawidłowych parametrów tech­no­logicznych prasowtryskarki po wykonaniu wtrysku wewnątrz odlewu powstaje bąbel powietrza, a surowiec w trakcie stygnięcia „zapada się”, „wciąga”),
* nieprawidłowy montaż profili z formie odlewniczej (ekstrudowane „wargi” pro­fili nieprawidłowo wsunięte do formy, profil zamontowany w złej pozycji, nie­właściwy profil użyty do produkcji, błędy popełnione przez operatora),
* niedolanie surowca (niepełny odlew, surowiec nie wypełnił przeznaczonego w for­mie miejsca w 100%).nieprawidłowe wycięcie profili (niewykryta wada spo­wodowana maszyną tnącą w operacji poprzedzającej),
* wady powstałe podczas ekstrudowania profili (wszelkie bąble powietrzne, nie­pra­widłowe nadruki, niezgodny przekrój profili),
* zadrapania profili (widoczne mechaniczne uszkodzenia eliminujące profil z uży­cia w procesie),
* nadlania surowca (wylanie surowca na profil, w kanały montażowe lub inne miejsca, którego nie można usunąć bez uszkodzenia uszczelki, powodujące niezgodność z wymaganiami klienta).

W firmie wyznaje się zasadę wielokrotnej kontroli na każdym etapie produkcji. Oznacza to, ze pracownik produkcji na danym etapie weryfikuje, czy nie wystąpiła wada produktu z poprzednich operacji (np. operator maszyny tnącej nie zidentyfikował zarysowania na profilu, które powstało w trakcie operacji cięcia. Operator prasowtryskarki podczas wykonywania cyklu przez prasę, weryfikuje zgodność profili, które zostaną użyte do kolejnego cyklu, aby uniknąć utraty czasu i ponoszenia kosztów wykonania sztuki, która będzie niezgodna z wymaganiami jakości).

Technologia zastosowana w procesie formowania zakłada użycie dwóch form wtryskowych do wykonania uszczelki. Spowodowane jest to gabarytami (długością) produktu, oraz wielkością odlewów łączących profile. Nieekonomiczne byłoby użycie w tym przypadku czterokrotnie większych form zamkniętych, w których mieściłaby się cała uszczelka, ponieważ większość objętości części stanowią profile. Taka forma wymagałaby do funkcjonowania odpowiednio większej maszyny, o wiele większym zużyciu energii.

W tym przypadku do wykonania uszczelki wykonuje się dwie operacje formowania:

* strona słupka A (pierwszy słupek drzwiowy licząc od frontu samochodu) (formowanie „M1M2”)
* strona słupka B (drugi słupek drzwiowy licząc od frontu samochodu) (formowanie „M3”)

oznacza to, że po wykonaniu formowania M1M2, połowa uszczelki jest już gotowa. Następnie wykonywany jest odlew M3. Jeżeli po wykonaniu operacji formowania M1M2 operator identyfikuje defekt, koszt wyrzucanego produktu jest mniejszy niż w przypadku wyrzucenia kompletnej uszczelki (brak kosztów formowania M3), ponoszone są niższe straty. Jeżeli wada wystąpi podczas drugiego formowania (M3), koszt wyrzuconej części jest pełny. Możliwe jest więc poniesienie kosztów „połowy” operacji, oraz całkowitej.

Biorąc pod uwagę w/w aspekty, największa szansa na wygenerowanie odpadu produkcyjnego jest na stanowisku Formowania. Operator tego stanowiska przeprowadza tylko pobieżną kontrolę. Następnym etapem jest Czyszczenie i Kontrola, etap, w którym szansa na identyfikację defektów jest największa i to na tym etapie przeprowadzono badanie.

Uzupełniono kartę wad produkcji - osoba przeprowadzająca badanie zaznaczała w danej rubryce część niezgodną (np. za pomocą kreski) i na koniec każdej zmiany sumowała liczbę wadliwych części oraz wpisywała wynik w odpowiedniej rubryce. Dzięki temu znana jest liczba poszczególnych wad, które wystąpiły w trakcie produkcji.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Karta wad produkcji | | | | | | | | | | | | | | |
| Stanowisko: | | | | | Czyszczenie i kontrola | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| Nazwisko i imię: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Data: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Godziny na zmianie: | Ilość zaplanowana | Ilość na godz. | Części wyprodukowane zgodne / poprawne | Cel na godz. | Części wyprodukowane niezgodne / niepoprawne | | | | | | | | | |
| pęknięcia | długość | zapady | Błąd montażu | niedolania | Błąd cięcia | Błąd ekstruzji | zachlapania | nadlania | uwagi |
| 6.00-7.00 |  |  | 15 | 25 |  | || | |||| |  | || |  |  |  | || |  |
| 7.00-8.00 |  |  | 28 | 30 |  | ||| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.00-9.00 |  |  | 28 | 30 |  | || |  | | |  |  |  |  |  |  |
| 9.00-10.00 |  |  | 26 | 30 |  | |||| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10.00-11.00 |  |  | 12 | 15 | ||| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11.00-12.00 |  |  | 28 | 30 |  | || |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12.00-13.00 |  |  | 26 | 30 | || | || |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13.00-14.00 |  |  | 26 | 25 |  | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Razem:** |  |  | **189** | **215** | **5** | **16** | **4** | **1** | **2** |  |  |  | **2** |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Karta wad produkcji | | | | | | | | | | | | | | |
| Stanowisko: | | | | | Czyszczenie i kontrola | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| Nazwisko i imię: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Data: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Godziny na zmianie: | Ilość zaplanowana | Ilość na godz. | Części wyprodukowane zgodne / poprawne | Cel na godz. | Części wyprodukowane niezgodne / niepoprawne | | | | | | | | | |
| pęknięcia | długość | zapady | Błąd montażu | niedolania | Błąd cięcia | Błąd ekstruzji | zachlapania | nadlania | uwagi |
| 14.00-15.00 |  |  | 16 | 25 | ||||| | ||| | | |  |  |  |  |  |  |  |
| 15.00-16.00 |  |  | 29 | 30 |  | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16.00-17.00 |  |  | 30 | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17.00-18.00 |  |  | 20 | 30 | ||| | ||| |  |  |  |  | |||| |  |  |  |
| 18.00-19.00 |  |  | 10 | 15 | |||| |  |  |  | | |  |  |  |  |  |
| 19.00-20.00 |  |  | 28 | 30 |  | || |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20.00-21.00 |  |  | 30 | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21.00-22.00 |  |  | 22 | 25 |  | ||| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Razem:** |  |  | **185** | **215** | **12** | **12** | **1** |  | **1** |  | **4** |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Karta wad produkcji | | | | | | | | | | | | | | |
| Stanowisko: | | | | | Czyszczenie i kontrola | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| Nazwisko i imię: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Data: | | | | |  | | | | | | | | | |
| Godziny na zmianie: | Ilość zaplanowana | Ilość na godz. | Części wyprodukowane zgodne / poprawne | Cel na godz. | Części wyprodukowane niezgodne / niepoprawne | | | | | | | | | |
| pęknięcia | długość | zapady | Błąd montażu | niedolania | Błąd cięcia | Błąd ekstruzji | zachlapania | nadlania | uwagi |
| 22.00-23.00 |  |  | 19 | 25 | || | |||| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23.00-00.00 |  |  | 26 | 30 |  | |||| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00.00-1.00 |  |  | 29 | 30 |  |  | | |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.00-2.00 |  |  | 24 | 30 |  | || | ||| |  | | |  |  |  |  |  |
| 2.00-3.00 |  |  | 16 | 15 |  | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.00-4.00 |  |  | 22 | 30 | |||||| |  | || |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.00-5.00 |  |  | 24 | 30 | |||| | || |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.00-6.00 |  |  | 29 | 25 | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Razem:** |  |  | **181** | **215** | **13** | **14** | **6** |  | **1** |  |  |  |  |  |