

Waldemar JASIŃSKI*

TECHNICZNE ZABEZPIECZENIE CIĄGŁOŚCI PROCESU PRODUKCYJNEGO W PRZYKŁADOWYM PRZEDSIĘBIORSTWIE PRZEMYSŁU LEKKIEGO

W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z szeroko pojętym technicznym zabezpieczeniem ciągłości procesu produkcyjnego w zakresie systemów utrzymania ruchu oraz ich niezawodności w dużym przedsiębiorstwie odzieżowym. Celem autora było określenie niezawodności mechanizmów maszyn, które wpływają bezpośrednio na techniczne utrzymanie ciągłości procesu produkcji, oraz zaproponowanie odpowiednich działań prewencyjnych i korygujących. W pierwszej części artykułu dokonano analizy przyczyn braku ciągłości procesu produkcyjnego ustalonych na podstawie studiów literaturowych oraz obserwacji własnych. W drugiej części przedstawiono wrywkowo badania własne dotyczące niezawodności wybranej maszyny szwalniczej typu Pfaff 3588. W podsumowaniu zaproponowano działania profilaktyczno-korekcyjne mające na celu poprawę stosowanego w przedsiębiorstwie systemu utrzymania ruchu.

Słowa kluczowe: przemysł lekki, utrzymanie ruchu, niezawodność eksploatacji

1. WPROWADZENIE

Zakłady produkcyjne działające w przemyśle lekkim znajdują się obecnie pod ogromną presją zwiększania wydajności i poprawy jakości z jednej strony oraz zmniejszania kosztów wytwarzania – z drugiej strony. Tak więc prowadzenie działalności gospodarczej w branży odzieżowej w czasach powtarzających się kryzysów oraz w dobie dużej konkurencji zmusza firmy do walki o utrzymanie pozycji na rynku oraz do ciągłego dostosowywania się do zmieniającego się otoczenia. Niestabilna, dynamicznie ulegająca zmianie sytuacja gospodarcza z

* Absolwent Studium Doktoranckiego Politechniki Poznańskiej.

jednego punktu widzenia stwarza dla branży ogromne zagrożenie, a z drugiego – szansę na osiągnięcie sukcesu. Wzrasta zatem znaczenie procesu technicznego zabezpieczenia ciągłości produkcji, który zaczyna być postrzegany jako bardzo ważny element konkurowania na rynku. Jego efektywność ocenia się, biorąc pod uwagę nie tylko czas dyspozycyjności urządzeń, lecz także poziom ich niezawodności, bezpieczeństwo pracy oraz jakość wyrobów. Możliwości uzyskania dodatkowych efektów dzięki prawidłowej eksploatacji maszyn, urządzeń i instalacji powinny być więc na bieżąco rozpoznawane i natychmiast wykorzystywane. Jedną z głównych dróg prowadzących do zwiększenia wydajności oraz rentowności jest umiejętne połączenie potencjałów, jakie stanowią zasoby ludzkie, procedury postępowania oraz trafne prognozowanie serwisu eksploatacyjnego. Nowoczesne zarządzanie eksploatacją musi równocześnie obejmować organizację, optymalizację oraz nadzorowanie procesu utrzymania ruchu maszyn, urządzeń, sieci i instalacji produkcyjnych.

Prawidłowa eksploatacja musi się opierać na wnioskach z analizy dopasowania zasobów ludzkich, bieżącego stanu technicznego maszyn i urządzeń, organizacji pracy oraz wykorzystywanej technologii. Rzeczywiste systemy utrzymania ruchu nie zapewniają stuprocentowego technicznego zabezpieczenia procesu produkcyjnego. Wynika to z wielu względów, a przede wszystkim z tego, że każdy rzeczywisty obiekt techniczny wchodzący w skład systemu produkcji ulega procesowi degradacji w czasie, czego wynikiem jest brak możliwości wykonywania zaplanowanych zadań. Nie bez znaczenia w takiej sytuacji jest efektywność działania urządzeń oraz całego systemu eksploatacji, która staje się jednym z ważniejszych środków zapewnienia ciągłości procesów produkcyjnych. Zatem znaczenie eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych oraz instalacji staje się coraz większym problemem ze względu na ich popularność, mechanizację i automatyzację oraz znacznie bardziej skomplikowaną budowę.

2. WYBRANE PROBLEMY ZACHOWANIA CIĄGŁOŚCI PROCESU PRODUKCJI

Szybki rozwój technologii oraz wszechobecny postęp techniczny znajdują odzwierciedlenie również w przemyśle lekkim. W branży odzieżowej można obecnie wskazać dwa główne kierunki postępu [1, 5]:

- doskonalenie konstrukcji maszyn szwalniczych,
- rozwój produkcji zautomatyzowanych stanowisk przeznaczonych do różnych procesów szycia.

W XXI w. daje się zauważyć dążenie do budowy zautomatyzowanych stanowisk pracy, przeznaczonych do wykonywania ściśle określonych operacji w cyklu automatycznym, które nie tylko ułatwiają obsługę, ale również przyczyniają się do

znacznego wzrostu wydajności; ich zastosowanie wymaga zmiany tradycyjnego podejścia do eksploatacji maszyn [1, 4].

Aby sprawnie zarządzać służbami utrzymania ruchu, a tym samym zachować ciągłość procesu produkcyjnego, konieczne jest dopasowanie procesu utrzymania ruchu do rzeczywistych potrzeb i możliwości produkcyjnych firmy. Dokonując gruntownej analizy pracy parku maszynowego, należy opracować szczegółowe zadania dla służb technicznych z uwzględnieniem programu utrzymania ich w stanie należytej sprawności. Należy wykorzystać wiedzę na temat przyczyn zakłóceń procesu produkcji i bardzo szybko ingerować w jego przebieg, podejmując odpowiednie decyzje. Mówiąc o zakłóceniach, należy mieć na myśli nieoczekiwane zdarzenia powodujące przerwanie lub zatrzymanie zaplanowanych zadań produkcyjnych bądź opóźnienie w ich wykonaniu. Mogą one dotyczyć pracy parku maszynowego lub zaopatrzenia w materiały i dodatki do produkcji bądź w części zamienne. Bardzo ważne jest gromadzenie informacji na temat zakłóceń. Żeby poprawnie analizować zakłócenia, należy rejestrować terminy ich rozpoczęcia i zakończenia oraz dokładnie opisywać zaistniałe okoliczności. Zatem można zaryzykować stwierdzenie, że wykrycie przyczyn zakłóceń jest najważniejszym warunkiem ich eliminacji. W sytuacjach awaryjnych duże znaczenie ma spostrzegawczość i natychmiastowa reakcja obsługi oraz personelu technicznego. Nowoczesność, liczba oraz jakość eksploatowanych maszyn rzutują bezpośrednio na wielkość produkcji oraz strukturę i jakość wytwarzanych wyrobów. Jest to związane z takim zbilansowaniem liczebności elementów składowych parku maszynowego z zadaniami produkcyjnymi, aby było to ekonomicznie i technicznie uzasadnione.

W zależności od przyczyny zakłóceń można zastosować jedno z następujących podejść [8]:

- pominąć przyczynę (źródło) zakłócenia,
- zmienić właściwości lub sposób działania przyczyny zakłócenia,
- zastąpić zakłócony element systemu innym, właściwym elementem,
- usunąć zakłócony element systemu i zmienić przebieg pracy.

Park maszynowy będzie mógł bez przeszkód wykonywać zadania produkcyjne pod warunkiem, że maszyny i urządzenia będą obsługiwane i serwisowane przez odpowiednio przygotowany i przeszkolony personel. Obecnie w związku z automatyzacją i mechanizacją wielu stanowisk pracy obserwuje się tendencję do zmniejszania liczby pracowników bezpośrednio zaangażowanych w zadania robocze oraz zwiększania liczby wysoko wykwalifikowanych pracowników służb utrzymania ruchu.

W tabeli 1 przedstawiono najczęstsze spotykane przyczyny zakłóceń ciągłości procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwach odzieżowych w przemyśle lekkim.

Warto w tym miejscu zauważyć, że gotowość maszyn i urządzeń produkcyjnych można zapewnić wyłącznie przez prawidłową ich eksploatację popartą wykonywaną na bieżąco diagnostyką, konserwacjami i naprawami. Przez konserwację należy rozumieć przedsięwzięcia służące zachowaniu stanu zadanego, zaś przez naprawę przedsięwzięcia służące przywróceniu stanu zadanego. Naprawy mogą

być wykonywane bezpośrednio na stanowisku pracy lub w warsztacie. W skład konserwacji będą wchodziły czynności związane z:

- czyszczeniem,
- pielęgnacją,
- smarowaniem,
- uzupełnianiem materiałów pomocniczych.

Tabela 1. Przyczyny braku zachowania ciągłości procesu produkcyjnego.
Oprac. własne na podst. [9]

Wyszczególnienie	Przyczyna
Brak zlecenia	brak zleceń spowodowanych sytuacją rynkową zła praca działu marketingu zła praca działu CAD zła praca działu przygotowania produkcji
Błędy w planowaniu	brak obłożenia (pracowników) brak materiału brak dodatków krawieckich brak sprawnych maszyn i urządzeń brak energii elektrycznej brak energii cieplnej brak sprężonego powietrza brak gazu brak dokumentacji produkcyjnej
Nieplanowana nieobecność pracownika	choroba nieprzebranie czasu pracy nieobecność nieusprawiedliwiona urlop na żądanie
Zakłócenia w pracy maszyn i urządzeń	brak oględzin, konserwacji brak przeglądów, napraw brak remontów
Zakłócenia w pracy instalacji zasilających	awaria stacji redukcyjnej gazu awaria instalacji gazowej awaria kotłów parowych, wodnych awaria instalacji ciepłych gorącej wody pary, kondensatu awaria sprężarek lub instalacji sprężonego powietrza awaria stacji elektroenergetycznej awaria instalacji elektrycznej awaria pomp próżniowych lub instalacji odsysania

Przerwy w produkcji zawinione przez maszyny i urządzenia są spowodowane w większości przypadków bądź uszkodzeniami przypadkowymi, które powstają wskutek nagłego nieprzewidzianego zniszczenia elementu lub części bądź uszkodzeniami spowodowanymi ich zużyciem. Zużycie obejmuje szereg zjawisk fizyczno-chemicznych, takich jak:

- ścieranie,
- zmęczenie,

- zmiana struktury,
- kombinacje tych zjawisk.

Do zachowania płynności procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa niezbędny jest dobrze zorganizowany i sprawnie zarządzany system utrzymania ruchu, od którego zależą wydajność, jakość, koszt produkcji, bezpieczeństwo pracy i wpływ na środowisko [4, 7].

3. STAN TECHNICZNY PARKU MASZYNOWEGO ORAZ JEGO NIEZAWODNOŚĆ

W trakcie eksploatacji maszyn i urządzeń odzieżowych ich właściwości ulegają zmianom pod wpływem procesów zachodzących samorzutnie oraz oddziaływań zewnętrznych. Część z nich ma nieodwracalny charakter i powoduje uszkodzenie urządzeń; proces ten jest określany jako zużycie fizyczne. W praktyce zdarzają się także sytuacje, w których maszyny przed osiągnięciem stanu starzenia fizycznego stają się bezużyteczne wskutek postępu technicznego i należy je wycofać z użytkowania. Taki proces określa się mianem starzenia ekonomicznego.

Zjawisko to można częściowo opóźnić, modernizując maszyny i urządzenia, ale tylko do granic ekonomicznie uzasadnionych. Stan techniczny maszyn i urządzeń ulega zmianom z biegiem czasu. W praktyce można wyróżnić dwa stany:

- zdatności, kiedy obiekt działa poprawnie,
- niezdatności, gdy obiekt nie może wykonywać założonych zadań [2, 3, 7, 8].

Czynniki wywołujące uszkodzenia maszyn mogą być powiązane bezpośrednio z samymi maszynami lub z ich otoczeniem.

Poniżej przedstawiono usystematyzowane przyczyny uszkodzeń [7]:

- błędy popełnione na etapie projektowania konstrukcji,
- nieodpowiednia technologia wykonania i montażu,
- niewłaściwe obsługiwane, celowe uszkodzenie,
- przekroczenie wartości granicznych zużycia jednego z elementów obiektu,
- niestabilność czynników zasilających,
- skutki oddziaływań czynników środowiskowych, np. korozja, erozja,
- decyzje o wykorzystaniu obiektu niezgodnie z przeznaczeniem.

W większości polskich firm odzieżowych powszechnie stosuje się strategię re-sursu, w przypadku której można zauważyć stałe terminy oraz zakresy obsługi, ustalone na podstawie wyników długoletnich doświadczeń eksploatacyjnych i niezależne od stanu technicznego. Podstawową wadą tej strategii jest konieczność wykonywania w ściśle ustalonych terminach obsługi i napraw maszyn będących w różnym stanie technicznym. Przyjęcie takiej strategii wynika przede wszystkim z sezonowości produkcji. Zmiany sezonów są poprzedzone przerwami w produkcji (kwiecień, październik), wykorzystywanymi przez służby utrzymania ruchu w celu

dokonania przeglądów i konserwacji. Podczas eksploatacji maszyn szwalniczych obserwuje się m.in. następujące rodzaje procesów zużycia części: docieranie, zużycie umiarkowane lub zużycie przyśpieszone (awaryjne). Widocznym skutkiem uszkodzeń maszyn są ich awarie, które zakłócają proces produkcyjny lub wręcz go uniemożliwiają. Stąd też nieplanowane przestoje mogą być następstwem zużycia poszczególnych części i mechanizmów, które rozpoznaje się po wykruszeniach, zatarciach, pęknięciach, zmniejszeniu wymiarów, drganiach itp.

Z praktyki eksploatacyjnej wynika, że wielu awarii można uniknąć, jeśli wykonuje się systematycznie trzy podstawowe czynności konserwacyjne: czyszczenie, smarowanie oraz likwidację luzów.

Z punktu widzenia produkcji najważniejszym zadaniem dla służb utrzymania ruchu jest ograniczenie liczby awarii i nieplanowanych remontów do minimum, tak aby zoptymalizować produkcję i dostępność maszyn. Od momentu rozpoczęcia produkcji maszyny i urządzenia powinny pracować w stałym rytmie z nominalną wydajnością. Jak wynika z doświadczeń autora, w praktyce jednak mogą wystąpić:

- 1) krótkotrwałe zakłócenia pracy maszyn na skutek drobnych awarii, takich jak zerwanie nitki czy złamanie igły,
- 2) poważniejsze uszkodzenia związane z:
 - awarią sterowania,
 - awarią mechanizmu chwytnicy,
 - awarią mechanizmu igielnicy,
 - awarią silników,
 - awarią siłowników,
 - awarią instalacji pneumatycznej,
 - awarią mechanizmu transportu,
 - brakiem energii elektrycznej,
 - brakiem sprężonego powietrza,
 - brakiem zaopatrzenia w materiały produkcyjne i dodatki.

Jednym ze znaczących problemów, z jakimi zmaga się każda firma odzieżowa, są postoje maszyn szwalniczych. Niniejsze rozważania będą dotyczyły maszyn firmy Pfaff klasy 3588 przeznaczonych do naszywania kieszeni, zamontowanych w jednej z linii produkcyjnych w dużym przedsiębiorstwie odzieżowym. Ogromną zaletą tego typu automatów jest możliwość samodzielnego programowania przeszycia wzorów kieszeni i wprowadzania korekt za pomocą zintegrowanego panelu sterowania, co gwarantuje dużą elastyczność pracy.

Celem badań było określenie niezawodności mechanizmów maszyn, która wpływa bezpośrednio na techniczne zachowanie ciągłości procesu produkcji, oraz zaproponowanie działań prewencyjnych i korygujących. W celu pełnego zbadania problemu opracowano szablon protokołu postoju, który był podstawą określenia przyczyn przerw w produkcji.

W przypadkach dłuższych przerw w pracy spowodowanych awariami maszyn pracownicy obsługi technicznej sporządzają protokoły postojów maszyn, potwier-

dzane przez pracowników obsługi działów produkcyjnych. Dokumenty te zawierają m.in. następujące informacje [5]:

- nazwisko i imię operatora,
- numer ewidencyjny maszyny,
- nazwisko i imię pracownika służby utrzymania ruchu,
- klasa maszyny,
- czas postoju,
- przyczyna postoju,
- elementy i mechanizmy uszkodzone,
- czas likwidacji postoju.

Prawidłowo sporządzony protokół postoju stanowi nieocenione źródło wiedzy na temat przyczyn awarii, czasu występowania uszkodzenia oraz czasu potrzebnego na przebrojenie oprzyrządowania. Informacje te umożliwiają dogłębną analizę poprawności pracy maszyn i możliwości zachowania ciągłości procesu produkcyjnego. Ustalenie przyczyn zakłóceń jest konieczne zawsze wówczas, gdy podczas nadzorowania, dysponowania i przebiegu procesu pracy zauważamy znaczne odchylenia wartości rzeczywistych od planowanych. Analiza danych dotyczących awaryjności poszczególnych mechanizmów pozwoliła na zmniejszenie ryzyka przestoju. Dodatkowo analiza zauważonych wad i błędów dała sposobność do ich zdefiniowania i docelowego usunięcia.

W artykule przedstawiono informacje związane z postojami badanych maszyn w latach 2004-2012.

Ocena ilościowa na podstawie badań w warunkach rzeczywistej eksploatacji jest tylko przybliżonym oszacowaniem na statystycznie ocenionym poziomie ufności. Uzyskanie pełnej informacji niezawodnościowej w praktyce jest trudne, więc na potrzeby obliczeń i analiz przybliżonych wystarczające jest uwzględnienie średniej intensywności uszkodzeń λ_{sr} oraz średniego czasu odnowy. Posługiwanie się taką informacją niezawodnościową sprowadza się do przyjęcia założenia, że rozkład trwałości obiektu jest rozkładem wykładniczym o stałej intensywności uszkodzeń [6, 10]. Oszacowanie nieznaney intensywności uszkodzeń na podstawie badań statystycznych jest możliwe z użyciem estymatora $\tilde{\lambda}$ wyznaczonego metodą największej wiarygodności Fishera. Zakłada się, że w przedziale $(0, t)$ trwałość badanych obiektów ma rozkład wykładniczy, a więc intensywność uszkodzeń jest stała. Wyznaczenie przedziału ufności może być uproszczone w przypadku dużej zaobserwowanej liczebności obiektów uszkodzonych (n). Przy założeniu, że $n > 15$, można wyznaczyć przedział ufności z wykorzystaniem zależności:

$$\lambda_{-} = \tilde{\lambda} \left(1 - \frac{u_{\alpha}}{\sqrt{n}} \right) \quad (1)$$

$$\lambda_{-} = \tilde{\lambda} \left(1 + \frac{u_{\alpha}}{\sqrt{n+1}} \right) \frac{n+1}{n} \quad (2)$$

gdzie u_{α} jest wartością zmiennej losowej o rozkładzie normalnym $N_o(0, 1)$. Spełniają zależność:

$$P\{-u_{\alpha} < U < u_{\alpha}\} = 1 - \alpha \quad (3)$$

$$\text{albo } P\{|U| \geq u_{\alpha}\} = \alpha \quad (4)$$

Gdy $\alpha = 0,05$, wówczas zmienna losowa $N_o(0, 1)$ przybiera wartość $U_{0,5} = 1,96$.

W tabelach 2–7 przyjęto następujące oznaczenia:

n – liczba uszkodzeń,

N – liczba maszyn,

λ – intensywność uszkodzeń,

λ_w – średnia ważona intensywności uszkodzeń,

α – poziom istotności testu zgodności,

$p = 1 - \alpha$ – przedział ufności,

$B(W)$ – względna precyzja oszacowania.

Tabela 2 zawiera wyniki badań intensywności uszkodzeń mechanizmu igielnicy. Wartości intensywności podane w tabeli 2 przedstawiono na rys. 1.

Tabela 2. Wyniki badań uszkodzeń mechanizmu igielnicy maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

Rok badań	n	N	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	5	5	1,14E-04	4,64E-04	3,97E-04 < p < 5,31E-04	14,4%
2005	17	5	3,88E-04			
2006	34	5	7,76E-04			
2007	42	5	9,59E-04			
2008	44	5	1,00E-03			
2009	19	5	4,34E-04			
2010	9	5	2,05E-04			
2011	9	5	2,05E-04			
2012	8	6	1,52E-04			

Analizując uszkodzenia mechanizmów igielnicy, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność waha się w granicach od $1,14 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$ do $1,00\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie $4,64\text{E-}04 \text{ h}^{-1}$. Obliczony przedział ufności $(1-\alpha)$ wynosił $3,97\text{E-}04 < p < 5,31\text{E-}04 \text{ h}^{-1}$, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 14,4%.

W tabeli 3 zamieszczono wyniki badań intensywności uszkodzeń mechanizmu podciągacza. Wartości intensywności podane w z tabeli 3 przedstawiono na rys. 2.

Tabela 3. Wyniki badań uszkodzeń mechanizmu podciągacza maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

Rok badań	<i>n</i>	<i>N</i>	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	12	5	2,74E-04	2,11E-03	1,97E-03 < <i>p</i> < 2,25E-03	6,7%
2005	76	5	1,74E-03			
2006	151	5	3,45E-03			
2007	234	5	5,34E-03			
2008	110	5	2,51E-03			
2009	75	5	1,71E-03			
2010	56	5	1,28E-03			
2011	71	5	1,62E-03			
2012	65	6	1,24E-03			

Tabela 4. Wyniki badań uszkodzeń mechanizmu chwytyacza maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

Rok badań	<i>n</i>	<i>N</i>	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	117	5	2,67E-03	5,25E-03	5,03E-03 < <i>p</i> < 5,47E-03	4,3%
2005	235	5	5,37E-03			
2006	342	5	7,81E-03			
2007	287	5	6,55E-03			
2008	300	5	6,85E-03			
2009	216	5	4,93E-03			
2010	188	5	4,29E-03			
2011	215	5	4,91E-03			
2012	217	6	4,13E-03			

Analizując uszkodzenia mechanizmów podciągacza, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność wahała się w granicach od $2,74 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$ do $5,34\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie $2,11\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$. Obliczony przedział ufności $(1 - \alpha)$ wynosił $1,97\text{E-}03 < p < 2,25\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 6,7%.

W tabeli 4 podano wyniki badań intensywności uszkodzeń mechanizmu chwytacza. Wartości intensywności ujęte w tabeli 4 przedstawiono na rys. 3.

Analizując uszkodzenia mechanizmów chwytacza, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność wahała się w granicach od $2,67 \text{ E-}03 \text{ h}^{-1}$ do $7,81\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie $5,25\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$. Obliczony przedział ufności $(1 - \alpha)$ wynosił $5,03\text{E-}03 < p < 5,47\text{E-}03 \text{ h}^{-1}$, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 4,3%.

W tabeli 5 zamieszczono wyniki intensywności uszkodzeń mechanizmu transportu. Wartości intensywności ujęte w tabeli 5 przedstawiono na rys. 4.

Tabela 5. Wyniki badań uszkodzeń mechanizmu transportu maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

Rok badań	n	N	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	21	5	4,79E-04	6,65E-04	5,85E-04 < p < 7,54E-04	12%
2005	44	5	1,00E-03			
2006	65	5	1,48E-03			
2007	57	5	1,30E-03			
2008	29	5	6,62E-04			
2009	16	5	3,65E-04			
2010	15	5	3,42E-04			
2011	15	5	3,42E-04			
2012	6	6	1,14E-04			

Analizując uszkodzenia mechanizmów transportu maszyny, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność wahała się w granicach od $1,14 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$ do $1,48\text{E-}04 \text{ h}^{-1}$. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie $6,65\text{E-}04 \text{ h}^{-1}$. Obliczony przedział ufności $(1 - \alpha)$ wynosił $5,85\text{E-}03 < p < 7,54\text{E-}04 \text{ h}^{-1}$, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 12%.

W tabeli 6 podano wyniki badań intensywności uszkodzeń mechanizmu stopki. Wartości intensywności ujęte w tabeli 6 przedstawiono na rys. 5.

Tabela 6. Wyniki badań uszkodzeń mechanizmu stopki maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

Rok badań	n	N	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	6	5	1,37E-04	4,52E-04	3,86E-04 < p < 5,18E-04	14,6%
2005	25	5	5,71E-04			
2006	27	5	6,16E-04			
2007	24	5	5,48E-04			
2008	37	5	8,45E-04			
2009	29	5	6,62E-04			
2010	14	5	3,20E-04			
2011	15	5	3,42E-04			
2012	5	6	9,51E-05			

Analizując uszkodzenia mechanizmów stopki, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność wahała się w granicach od 1,37 E-04 h⁻¹ do 8,45E-04 h⁻¹. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie 4,52E-04 h⁻¹. Obliczony przedział ufności (1 - α) wynosił 3,86E-04 < p < 5,18E-04 h⁻¹, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 14,6%.

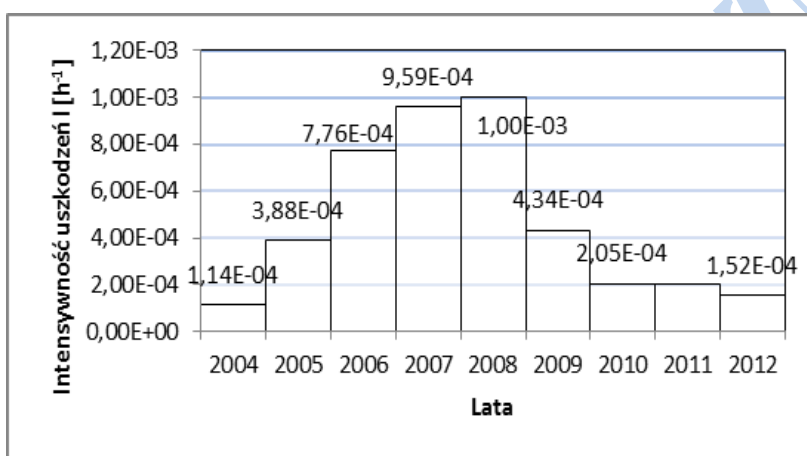
W tabeli 7 podano wyniki badań intensywności uszkodzeń wyposażenia elektrycznego automatu. Wartości intensywności uszkodzeń z tabeli 7 przedstawiono na rys. 6.

Tabela 7. Wyniki badań uszkodzeń układu elektrycznego maszyny Pfaff 3588.
Niepublikowane badania własne

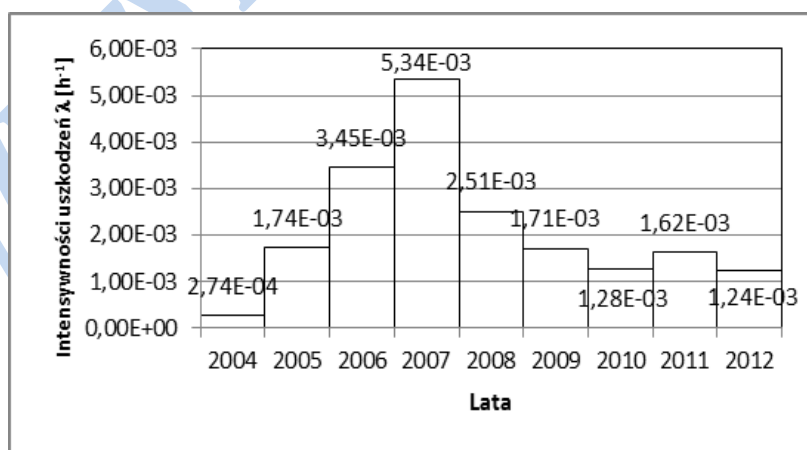
Rok badań	n	N	λ [h ⁻¹]	λ_w [h ⁻¹]	Przedział ufności $p = 1 - \alpha$	Względna precyzja oszacowania $B(W)$
2004	20	5	4,6E-04	5,14E-04	4,44E-04 < p < 5,84E-04	13,7%
2005	37	5	8,4E-04			
2006	30	5	6,8E-04			
2007	26	5	5,9E-04			
2008	22	5	5,0E-04			
2009	14	5	3,2E-04			
2010	17	5	3,9E-04			
2011	20	5	4,6E-04			
2012	21	6	4,0E-04			

Analizując uszkodzenia układu elektrycznego, można zauważyć, że w badanych latach ich sumaryczna intensywność wahała się w granicach od $3,3 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$ do $8,4 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$. Średnią ważoną intensywności uszkodzeń wyznaczono na poziomie $5,14 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$. Obliczony przedział ufności $(1 - \alpha)$ wynosił $4,44 \text{ E-}04 < p < 5,84 \text{ E-}04 \text{ h}^{-1}$, a względna precyzja oszacowania $B(W)$ wynosiła 13,7%.

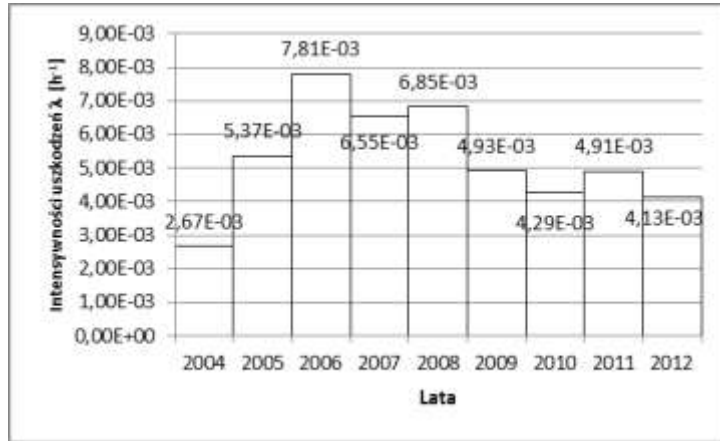
Przykładowe wartości intensywności uszkodzeń poszczególnych mechanizmów maszyny szwalniczej typu Pfaff 3588 oraz układu elektrycznego przedstawiono na rysunkach 1–6. Wartości te mieściły się w przedziale od $9,51 \text{ E-}05 \text{ h}^{-1}$ do $7,81 \text{ E-}03 \text{ h}^{-1}$.



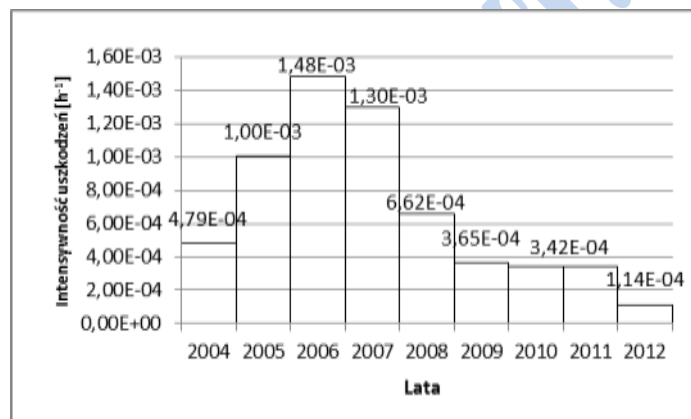
Rys. 1. Intensywność uszkodzeń mechanizmu igielnicy



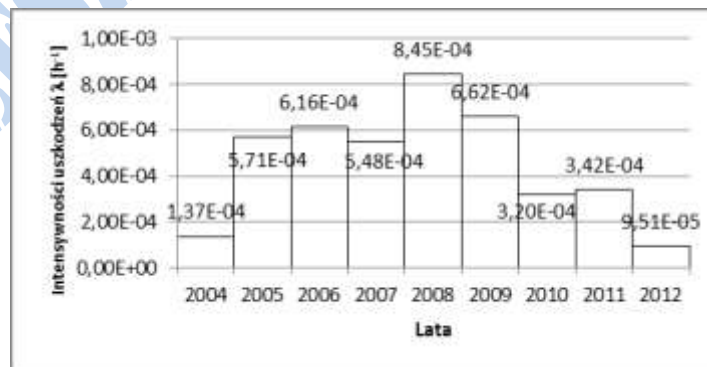
Rys. 2. Intensywność uszkodzeń mechanizmu podciągacza



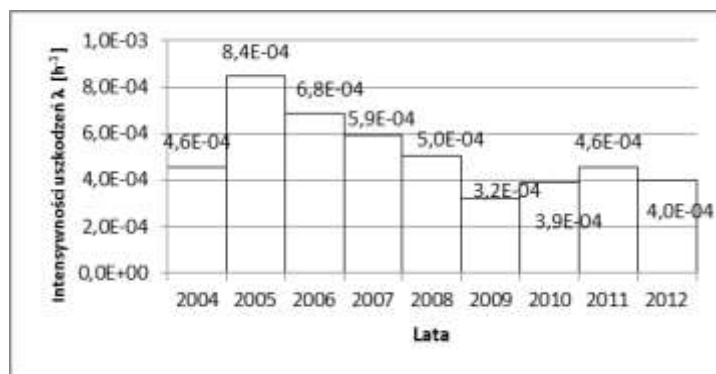
Rys. 3. Intensywność uszkodzeń mechanizmu chwytacza



Rys. 4. Intensywność uszkodzeń mechanizmu transportu



Rys. 5. Intensywność uszkodzeń mechanizmu stopki



Rys. 6. Intensywność uszkodzeń układu elektrycznego

4. PODSUMOWANIE

Racjonalne wykorzystanie parku maszynowego wymaga nieustannego dążenia do dostosowania istniejących systemów eksploatacji do występującego poziomu rozwiązań technicznych oraz zmieniających się uwarunkowań społecznych i gospodarczych. Aby prawidłowo radzić sobie z techniczną stroną przeszkód w produkcji oraz sprawnie je eliminować, niezbędna jest wiedza o przyczynach braku ciągłości produkcji oraz o ich skali. Dzięki przeprowadzonym badaniom uzyskano informację o przyczynach postojów maszyn oraz o intensywności uszkodzeń poszczególnych mechanizmów badanych automatów. Analizując przedstawione wyniki badań, należy zauważyć, że procentowy rozkład przyczyn postojów badanych maszyn kształtował się następująco:

- mechanizm chwytacza – 55,5%,
- mechanizm podciągacza – 22,3%,
- mechanizm transportu – 7,0%,
- wyposażenie elektryczne – 5,4%,
- mechanizm igielnicy – 4,9%,
- mechanizm stopki – 4,9 %.

Wyznaczone średnie ważone wartości intensywności uszkodzeń kształtowały się w przedziale od $4,52E-04 h^{-1}$ (mechanizm stopki) do $2,11E-03 h^{-1}$ (mechanizm chwytacza). Prowadząc eksploatację parku maszynowego niezbędnego do zachowania ciągłości produkcji, należy rozpatrzyć szereg zagadnień, wśród których na uwagę zasługują m.in.:

- ustalenie zapotrzebowania na maszyny i urządzenia,
- zbilansowanie funduszy czasu pracy maszyn i urządzeń wraz wielkości planu produkcyjnego,
- ustalenie sposobu uzyskiwania nowych środków produkcji,

- innowacje technologiczne,
- ustalenie strategii utrzymywania maszyn i urządzeń w należytym stanie technicznym,
- eliminacja przyczyn nieużytkowania maszyn i urządzeń

Z doświadczeń autora wynika, że w celu zapewnienia ciągłości procesu produkcyjnego od strony technicznej należy podjąć następujące działania zapobiegawcze

i korygujące:

- dbać o czystość, smarowanie oraz likwidację luzów maszyn,
- szkolić pracowników i podwyższać ich kwalifikacje,
- dążyć do zmniejszenia zapasów części zamiennych, dbając o ich dobrą jakość,
- skrócić czas przezbrojeń i ustawień maszyn,
- zapobiegać przyspieszonym procesom zużywania się części,
- utrzymywać podstawowe parametry warunków pracy,
- eliminować słabe ogniwa,
- używać oryginalnych części, a nie zamienników,
- wykorzystywać zdobyte doświadczenie podczas likwidacji awarii,
- zabezpieczyć niezbędną liczbę części zapasowych.

LITERATURA

- [1] Białczak B., Kotnarowski A., Makowski R., *Maszyny i urządzenia odzieżowe*, cz. 1, WPR, Radom 2001, s. 213.
- [2] Borkowski S., Selejdak J., Salamon S., *Efektywność eksploatacji maszyn i urządzeń*. Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006.
- [3] Jasiński W., Jasińska E., Janik S., *Selected issues in sewing machinery operation and Maintenance*, t. 1, Proizvodstvo: Tehnologija: Ekologija – PROTEK 2008: Sbornik naučnih trudov, MGGU Stankin, Moskva 2008, s. 219-222.
- [4] Jasiński W., Janik S., *Total Produktive Maintenance – a philosophy or a medicine*, w: *New ways in manufacturing engineering*, Prešov 2008.
- [5] Jasiński W., Jasińska E., Janik S., *Analysis of efficiency of use of swing machines*, w: *Efficiency of production processes*, red. M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznan 2009, s. 145-154.
- [6] Jasiński W., *Analiza niezawodności i skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV*, praca dyplomowa, Instytut Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1985.
- [7] Legutko S., *Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń*, WSiP, Warszawa 2004.
- [8] Mikler J., *Jak usprawnić proces utrzymania ruchu*, <http://root.transteka.pl/>: (24.01.2014).
- [9] REFA. *Gospodarowanie zdolnościami produkcyjnymi. Moduł 2210062*, REFA Bundesverband, Darmstadt 2003.
- [10] Sozański J., *Niezawodność zasilania energią elektryczną*, WNT, Warszawa 1982.

**TECHNICAL MAINTENANCE OF PRODUCTION PROCESS CONTINUITY
IN A LIGHT INDUSTRY ENTERPRISE**

Summary

The study presents selected issues related to a broadly defined technical maintenance of production process continuity in the scope of productive maintenance systems and their reliability in a large clothing enterprise. In a given period of time every real technical system undergoes various changes which may result from spontaneous processes or external influences directly affecting its reliability. The first part of the article contains the analysis of reasons for absence of production process continuity based on literature research and individual observations. The second part presents random individual research related to reliability of a selected Pfaff 3588 automatic sewing unit. The conclusion contains the suggested preventive and corrective actions aimed at improvement of a functioning productive maintenance system.