ANALIZA NIEZGODNOŚCI ODLEWÓW FELG DO SAMOCHODÓW OSOBOWYCH

W artykule omówiony został sposób diagnostyki odlewów felgi stosowanej w samochodach osobowych. Celem przeprowadzonych badań było wykonanie diagnostyki felgi z zakresu poprawności: składu chemicznego, właściwości mechanicznych, twardości felgi w określonych obszarach. Głównym celem badawczym była diagnostyka odlewu pod względem obecności nieciągłości odlewniczych metodą radiograficzną. Dodatkowym celem artykułu jest określenie przy pomocy tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, źródeł niezgodności odlewów felg a docelowo zmniejszenie liczby wyrobów niezgodnych lub ich całkowitej eliminacji.

WSTĘP

Zarządzanie jakościowe stanowi jedno z ważnych obszarów zarządzania w przedsiębiorstwie, które chce utrzymać się na rynku oraz być konkurencyjne. Produkowane wyroby jak i oferowane usługi powinny być jakościowo przystosowane do wymogów klientów [8, s. 7; 11, s.13; 2, s. 30]. Definiując termin jakości, można stwierdzić, iż jest to zespół cech wyrobów bądź usług, które sprawiają, że klient usatysfakcjonowany. Z tego względu przedsiębiorstwa podejmują różnego rodzaju działania, żeby spełnić wymagania klienta oraz dostarczyć mu to czego w danej chwili potrzebuje, eliminując wyroby będące niezgodnymi z wymaganiami, jak również eliminując niezgodności w procesach produkcyjnych [1, s. 6; 10, s. 12-13].

Znaczna różnorodność niezgodności pojawiających się w odlewach wynika z istoty technologii ich wytwarzania, składającej się z serii operacji technologicznych, które obejmują zaprojektowanie, wykonanie formy odlewniczej oraz technologię wytopienia ciekłego metalu. Nie bez znaczenia są także kwalifikacje pracowników odlewni, wyposażenie techniczne odlewni, charakter produkcji, itp. Przy analizie przyczyny obecności niezgodności w odlewach należy uwzględnić: informacje bieżące z przebiegu procesu, tzw. stałą wiedzę o przyczynach ich występowania oraz sposobach zapobiegania [8, s. 54]. Złożoność przyczyn występowania nieciągłości w odlewach znacznie utrudnia ich diagnostykę. Jedną z metod badania gotowych odlewów są badania nieniszczące – radiograficzne (RTG) stanowiące podstawowe źródło informacji niezbędnych dla podjęcia decyzji o akceptacji badanego obiektu [9, s. 1].

1. BADANIA RADIOGRAFICZNE

Metoda radiograficzna umożliwia wykrywanie powierzchniowych, podpowierzchniowych i wewnętrznych nieciągłości obiektów. Ten rodzaj nieniszczących badań stwarza możliwość wykrycia nieciągłości o głębokości (wysokości) od ok. 0,5% grubości badanego elementu, w kierunku rozchodzenia się promieniowania oraz nieciągłości o szerokości rozwarcia od ok 0,1 mm [7, s. 283]. Badania metodą radiograficzną wykorzystują zjawisko absorpcji promieniowania rentgenowskiego bądź promieniowania radioaktywnego przez materiał. Metoda polega na naświetlaniu obiektu promieniowaniem jonizującym - promieniowaniem rentgenowskim (X) bądź promieniowaniem γ (gamma), które otrzymywane są ze sztucznych źródeł izotopowych [4]. Ten rodzaj badania opiera się na prostoliniowym przebiegu promieni, które praktycznie nie ulegają zakrzywieniu podczas przejścia przez różne obiekty, dzięki czemu możliwa jest obserwacja

rzeczywistego obrazu detalu na kliszy radiograficznej albo w postaci cyfrowej [5, s. 8].

Metoda radiograficzna stosowana jest w kontroli złączy spawanych jak i zgrzewanych, odlewów, odkuwek, rur oraz wlewków. Radiografia ma zastosowanie w badaniach wszystkich rodzajów metali wraz z ich stopami. Przyjmuje się, iż za pomocą techniki radiograficznej wykrywa się różnice grubości wynoszące od 1,5 % do 2 %. [7, s. 283].

2. CEL BADAŃ

Celem badań jest wykonanie diagnostyki felgi z zakresu poprawności: składu chemicznego, właściwości mechanicznych, twardości felgi w określonych obszarach oraz realizacja głównego celu badawczego jakim jest diagnostyka odlewu pod względem obecności mikroporowatości - nieciągłości odlewniczych metodą radiograficzną.

Dodatkowym celem artykułu jest określenie przy pomocy tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, źródeł niezgodności odlewów felg stosowanych w samochodach osobowych a docelowo zmniejszenie liczby wyrobów niezgodnych lub ich całkowitej eliminacji.

3. PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań była felga z wysokogatunkowego stopu aluminium AlSiMg 7, przeznaczona do samochodów osobowych firmy BMW. Model felgi przedstawiono na rysunku 1. Badane felgi produkowane są w jednym z zakładów na południu Polski.

Rys. 1. Model felgi do samochodów osobowych BMW [3]

4. METODYKA BADAŃ

Firma Uniwheels posiada specjalistyczne laboratorium kontroli jakości. Przeprowadzane badania mają na celu sprawdzić czy wykonane czynności podczas procesu produkcyjnego spełniają normy oraz oczekiwania klientów.

Jakościowa i ilościowa analiza składu chemicznego (oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych) odlewu felgi, wykonana została w obszarach o średnicy 4 mm oraz głębokości do 150 mm przy zastosowaniu metody spektrometrii emisyjnej. Badania wykonane zostały w zakładowym laboratorium przy pomocy emisyjnego spektrometru optycznego z wyładowaniem jarzeniowym JY 10 000 RF. Próbkę do badań miało postać walca a ich średnica wynosiła 25 mm, grubość 20 mm.

Badanie właściwości mechanicznych odlewu felgi przeprowadzono na nie znormalizowanych próbkach tj. o średnicy oraz długości pomiarowej 15 mm odległości 20, 30 i 40 mm od podstawy walca. Badania te wykonano na urządzeniu wytrzymałościowym typu RKM 250/50 (Roel & Kothaus) wyposażonym w ekstensometr elektroniczny.

Twardość odlewu felgi w przedsiębiorstwie Uniwheels odbywa się metodą Brinella. Badanie wykonywane jest przy użyciu stacjonarnego twardościomierza Nexus 3000 umożliwiającego szybki pomiar dzięki systemowi automatycznego skanowania odcisku oraz ustalenia wartości twardości w skali Brinella w zakresie obciążeń od 30 kg do 3000 kg. Średnica przygotowanych próbek do badania twardości wynosiła 2,5 mm a warunki badania przebiegały zgodnie z normą PN 91/H 04350.

Do urządzenia rentgenowskiego dostarczane są felgi, po schłodzeniu, podajnikiem rolkowym lub taśmowym. W badaniach radiograficznych stosowano aparat Bosello High Technology Industrial X-Ray a rentgenowska kontrola wykonywana jest automatycznie lub półautomatycznie. Długość cyklu badawczego promieniowaniem RTG wynosi średnio jedną minutę. Na pulpicie sterowniczym ukazuje się krótki komunikat informujący o zgodności kontrolowanego detalu. Kontrola ta ma na celu wykrycie wewnętrznych wad felgi takich jak: pęcherze gazowe, wtrącenia, jamy skurczowe, pęknięcia i przygrzania. Wadliwe felgi są zaznaczane kolorem czerwonym, następnie transportowane do przetopienia. Badania przeprowadzone zostały według własnych zwalidowanych, firmowych instrukcji badawczych i metod opisanych w odpowiednich normach.

Próbki do badań metalograficznych zostały wycięte z wadliwych obszarów odlewu tłoka na przecinarce metalograficznej Struers Labtom-3. Tarcza w przecinarce dobierana jest w zależności od twardości materiału. W trakcie cięcia próbki były chłodzone cieczą. Po wycięciu próbek zostały one zainkludowane w żywicy, przy pomocy pras do indukowania Atm Opal 410. Kolejnym etapem było szlifowanie i polerowanie próbek na urządzeniu Saphir 530. Do polerowania została użyta diamentowa pasta polerska. Po polerowaniu próbki zostały wysuszone. Zgłady metalograficzne wytrawiono 5% wodnym roztworem kwasu HF. Obserwację mikrostruktury prowadzono na mikroskopie metalograficznym Zeiss Neophot 2.

5. WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki badania składu chemicznego (oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych) odlewu felgi z wysokogatunkowego stopu aluminium AlSiMg 7 przedstawiono w tabeli numer 1.

Tab. 1. Skład chemiczny (oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych)[3]

	Si [%]	Fe [%]	Cu [%]	Mn [%]	Mg [%]	Zn [%]	Ti [%]
Min	6,5				0,20		0,05
Max	7,5	0,20	0,05	0,05	0,35	0,10	0,15
Rezultat	6,6	0,0931	0,002	0,0017	0,2751	0,0069	0,132

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z przedstawionymi, w tabeli numer 1, wynikami badań dodatków stopowych do odlewu felgi widać, iż mieszczą się one w wyznaczonych normach.

Kolejnym przeprowadzonym badaniem było wykonanie diagnostyki własności mechanicznych i twardości felgi (zgodnie z wymaganiami klienta). Rezultaty z badania własności mechanicznych przedstawia tabela numer 2. W obszarze zewnętrznego i wewnętrznego kołnierza obręczy oraz szprychy wykonano 5 pomiarów poszczególnych własności mechanicznych, natomiast z obszaru naby 4, a następnie wyciągnięto z nich wartości średnie.

Tab 2. Własności mechaniczne i twardość poszczególnych obszarów odlewu felgi [3]

Zewnętrzny kołnierz obręczy				
Wymagania	Rp _{0.2} [Mpa]	Rm [Mpa]	As [%]	HB
	≥ 190	≥ 240	≥ 4,5	85 - 100
1	186,8	238,2	4,2	87
2	192,7	241,1	4	
3	189,3	242,3	4,6	
4	190,1	239,9	5,2	
5	188,9	237,6	4,1	
x	189,56	239,82	4,42	
Wewnętrzny kołnierz obręczy				
Wymagania	Rp _{0.2} [Mpa]	Rm [Mpa]	As [%]	HB
	≥ 190	≥ 240	≥ 4,5	85 - 100
1	218,3	291,6	14,1	90
2	220,6	294,9	13,1	
3	218,9	294,1	14,2	
4	216,4	289,9	12,9	
5	217,0	289,8	13,4	
x	218,2	292,1	13,5	
Szprycha				
Wymagania	Rp _{0.2} [Mpa]	Rm [Mpa]	As [%]	HB
	≥ 170	≥ 210	≥ 2	80 - 100
1	204,4	263,8	5,1	81
2	207,5	268,7	6,1	
3	203,2	261,3	5,4	
4	206,1	258,9	4,2	
5	205,9	267,6	5,3	
x	205,4	264,1	5,2	
Naba				
Wymagania	Rp _{0.2} [Mpa]	Rm [Mpa]	As [%]	HB
	≥ 160	≥ 205	≥ 2	80 - 100
1	210,4	266,4	4,7	85
2	210,1	261,9	4,0	
3	211,8	262,6	3,8	
4	208,4	255,3	3,0	
x	210,2	261,6	3,9	

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z przedstawionymi, w tabeli numer 2, wynikami badań własności mechanicznych i twardości felgi w wyszczególnionych obszarach odlewu, dostrzec można, iż uzyskane wartości mieszczą się w wyznaczonych normach. Wyjątkiem są parametry właściwości mechanicznych z obszaru zewnętrznego kołnierza obręczy. Rysunek numer 2 przedstawia przekrój odlewu felgi z naniesionymi wartościami twardości w określonych obszarach pomiaru.

Obszar zewnętrznego kołnierza obręczy oraz szprychy mierzony jest w sposób jednorazowy. Twardość wewnętrznego kołnierza obręczy wynosi 90 HB (stanowi to średnią z dwóch pomiarów). Strefa naby mierzona była trzykrotnie a średnia wartość z otrzymanych pomiarów wyniosła 85 HB. Na przedstawionym przekroju odlewu felgi wykonano 11 pomiarów twardości Brinella w celu dogłębnej jego analizy oraz sprawdzenia czy twardość w niewrażliwych punktach felgi przekracza wartość 80 HB.

Rys. 2. Przekrój odlewu felgi z naniesionymi wartościami twardości w określonych obszarach pomiaru [3]

Wyniki badania radiograficznego zewnętrznego kołnierza obręczy felgi przedstawiono na rysunku 3. Uzyskane rezultaty wskazują na występowanie, w strefie średnio obciążonej, rozproszonej porowatości. Tego typu niedoskonałość jest jedną z wad odlewu kompozytowego, silnie wpływającą na jego właściwości użytkowe.

Występowanie zaobserwowanej nieciągłości materiału powoduje dyskwalifikację jakościową felgi. Tak więc, metoda badań radiograficznych stanowi skuteczne narzędzie oceny jakości metodą badań nieniszczących, które można wykorzystać do oceny jakości odlewów felg.

W analizowanym odlewie felgi diagnostyce poddana została również mikroporowatość materiału. Z obszarów występowania nieciągłości pobrano próbki i wykonano zgłady metalograficzne. Wyniki z badania mikroporowatości przedstawia tabela numer 3.

Tab 3. Mikroporowatość – wymagania badanego obszaru [3]

Powierzchnia	Zewnętrzny kołnierz obręczy	Wewnętrzny kołnierz obręczy	Szprycha	Naba
Maksymalna dopuszczalna mikroporowatość [%]	1	1	2	2
Rezultat [%]	3,2	0,02	0,04	0,16
Maksymalna ekspansja	1 [mm]			

Źródło: opracowanie własne

Jak wynika z tabeli numer 3 strefy: wewnętrznego kołnierza obręczy, szprychy oraz naby mieszczą się w granicy maksymalnej dopuszczalnej mikroporowatości, uzyskując kolejno rezultat: 0,02%, 0,04% oraz 0,16%. Problem stanowi jednak strefa zewnętrznego kołnierza obręczy, na co wskazały wyniki z badania radiograficznego. Wartość maksymalnej dopuszczalnej mikroporowatości z strefie zewnętrznego kołnierza obręczy wynosi 3,2% i przewyższa dopuszczalną granicę o 2,2%.

6. WSPOMAGANIE DIAGNOSTYKI WAD ODLEWU TŁOKA PRZY UŻYCIU NARZĘDZI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Obecnie każda z wyprodukowanych felg poddawana jest kilku kontrolom w trakcie procesu produkcyjnego. W celu zmniejszenia lub całkowitego wyeliminowania liczby wyrobów weryfikowanych negatywnie podjęto badania przyczyn odrzutów. W analizie skupiono się strefie zewnętrznego kołnierza obręczy. Celem badań było sprecyzowanie przyczyn występowania nieciągłości materiału, w odniesieniu do których zastosowanie odpowiednich działań zapobiegawczych mogło w znaczny sposób przyczynić się do redukcji liczby odrzuconych odlewów felg. Aby zidentyfikować przyczyny niezgodności zdecydowano się zastosować kombinację narzędzi zarządzania jakością – diagramu Pareto-Lorenza oraz diagramu Ishikawy.

Pierwszy etap analizy wadliwości odlewów felg stosowanych do samochodów osobowych firmy BMW stanowiła analiza Pareto-Lorenza wykonywana w celu identyfikacji najważniejszych niezgodności odlewów z punktu widzenia ilości ich występowania.

W firmie UNIWHEELS od stycznia 2017 roku najczęściej pojawiały się wady w procesie odlewania, obróbki mechanicznej oraz procesie lakierowania. Udostępnione przez firmę nieprawidłowości zostały zaprezentowane w tab. 4. Tabela numer 4 przedstawia rodzaje oraz ilość wszystkich niezgodności felg w skali roku, uporządkowanych w sposób malejący. Obliczono również procentowy udział wyszczególnionych przyczyn w całkowitej liczbie odrzuć.

Dane do badań zbierane były przez okres 12 miesięcy ze względu na fakt, iż autor odnosi się do konkretnej partii wyrobów.

Na podstawie określonych oraz uszeregowanych niezgodności gotowej felgi z tabeli 4, sporządzono diagram Pareto – Lorenza, który przedstawia rysunek numer 4.

Rys. 3. Wynik badania radiograficznego zewnętrznego kołnierza obręczy odlewu felgi [3]

Tab 4. Rodzaje oraz liczba niezgodności odlewu łłoka w skali roku [3]

Niezgodnořć	Liczba niezgodnořć	Udział procentowy	Wartořć skumulowana	Opis niezgodnořć
1	179	45,78%	45,78%	Porowatořć
2	149	38,11%	83,89%	Niedolew
3	17	4,35%	88,24%	Resztki masy formierskiej w kokili oraz zanieczyszczenie aluminium
4	13	3,32%	91,56%	Przeszlifowania na licu
5	10	2,56%	94,12%	Chropowatořć
6	8	2,05%	96,16%	Ogratowania otworów mocujacych
7	6	1,53%	97,70%	Nie poprawne biaksowanie
8	4	1,02%	98,72%	Nieodpowiednia przyczepnořć lakieru
9	3	0,77%	99,49%	Zacieki lakiernicze
10	2	0,51%	100,00%	Nieodpowiednia grubořć powłoki lakierniczej
Suma	291	-	-	-

Źródło: opracowanie własne

Z rysunku numer 4 wynika, iż za 83,89% niezgodnořć występujących w czasie procesu produkcyjnego felgi przeznaczonej do samochodów osobowych firmy BMW odpowiadają 2 rodzaje niezgodnořć tj. obecnořć porowatořć oraz niedolewów gotowych odlewach. W pierwszej kolejnořci należy wyeliminować najliczniejszą przyczynę niezgodnořć (obecnořć porowatořć), gdyż stanowi ona 45,78% z wszystkich stwierdzonych niezgodnořć. Dodatkowo należy wykluczyć występowanie drugiej co do licznnořć wady jaką są niedolewy w gotowych odlewach felg stanowiącą 38,11% wszystkich niezgodnořć.

Do analizy przyczyn występowania najliczniejszej nieciagłořć materiału felgi – porowatořć, wykorzystano narzędzie zwane burzą mózgów. W realizacji burzy mózgów przeprowadzonej w kwietniu 2017 roku wzięli udział: autorzy artykułu, zastępcą dyrektora, kierownik do spraw jakořć oraz kierownicy poszczególnych działów produkcyjnych: topienie, odlewnia, lakiernia, kontrola oraz obróbka. Przeprowadzenie burzy mózgów rozpoczęło się od zgromadzenia w sali wszystkich członków zespołu. Następnie został sprecyzowany temat, który brzmiał: „wady występujące podczas procesu produkcji felgi stosowanej w samochodach osobowych firmy BMW”. Temat został zapisany na tablicy, gdzie był widoczny dla wszystkich członków zespołu. Kierownik do spraw jakořć omówił problem, przyjął rolę

Rys. 4. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodnořć występujących w feldzie do samochodów osobowych firmy BMW [3]

Rys. 5. Diagram Ishikawy dla niezgodnořć typu porowatořć w odlewie felgi [2]

przewodniczącego oraz przypominał podstawowe zasady burzy mózgów jak: przedstawianie pomysłów i ich zapisywanie, słuchanie się nawzajem, brak krytyki, możliwość modyfikacji oraz doskonalenia pomysłów przez członków zespołu. Kolejno cała grupa analizowała występujący problem i przedstawiała swoje pomysły, które były zapisywane na tablicy. Skupiono się na wygenerowaniu dużej ilości powodów wad. Pomysły nie były krytykowane, komentowane ani oceniane. Celem burzy mózgów było znalezienie potencjalnych przyczyn istniejących wad powstałych podczas procesu produkcji. Sesja zespołowa została przeprowadzona bez żadnych komplikacji. Ostatni etap burzy mózgów polegał na zestawieniu i wyborze najlepszych pomysłów, które powodują największe straty. Zgłoszone pomysły były dyskutowane i sklasyfikowane. W wyniku dokonanej oceny wyszczególniono przyczyny główne oraz pośrednie w podstawowych obszarach 5M, a następnie opracowano diagram Ishikawy (rysunek numer 5).

Na podstawie sporządzonego diagramu Ishikawy dotyczącego niezgodności materiału jaką jest porowatość obecna w gotowym odlewie felgi umiejscowiona w obrębie zewnętrznego kołnierza obręczy widać, iż do najważniejszych przyczyn jej powstania należy z grupy materiał – zagazowanie ciekłego stopu oraz zawilgocenie modyfikatora. Z wykresu Ishikawy wynika również, iż istotnym powodem wystąpienia niezgodności jest nieusunięcie zgaru z lustra ciekłego metalu (grupa maszyna).

PODSUMOWANIE

W pracy wykonano diagnostykę felgi z zakresu poprawności: składu chemicznego (oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych), właściwości mechanicznych, twardości felgi w określonych obszarach tj.: zewnętrznego i wewnętrznego kołnierza obręczy, szprychy oraz obszaru naby. Otrzymane parametry z ww. badań mieszczą się w normach wyznaczonych przez klienta.

W opracowaniu dokonano również analizy badań radiograficznych stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym, na przykładzie kontroli jakości felgi stosowanej w samochodach osobowych firmy BMW oraz potwierdzono tym samym ich przydatność. Uzyskane wyniki badań nieniszczących potwierdzone zostały wynikami badań mikropowowatości.

Wykryta nieciągłość odlewnicza typu porowatość zlokalizowana była w obrębie zewnętrznego kołnierza obręczy. Obecność tego typu nieciągłości dyskwalifikuje felgę. W związku z tym przeprowadzona została analiza wadliwości wyrobu - analiza Pareto – Lorenza. Analiza ta miała na celu zidentyfikowanie najistotniejszych niezgodności felgi, z punktu widzenia ilości ich występowania. Kolejny krok stanowiła sesja „burzy mózgów” dzięki czemu wyszczególnione zostały główne, potencjalne przyczyny powstania nieciągłości materiału. Co stanowiło fundament do opracowania diagramu Ishikawy. W celu eliminacji najczęściej występujących niezgodności tj.: porowatości materiału należy wyeliminować przyczyny ich powstania wskazane na diagramie Ishikawy. Do najważniejszych przyczyn należy zagazowanie ciekłego stopu oraz zawilgocenie modyfikatora. Z wykresu Ishikawy wynika również, iż istotnym powodem wystąpienia niezgodności jest nieusunięcie zgaru z lustra ciekłego metalu (grupa maszyna).

BIBLIOGRAFIA

1. Babica M., Pająk E., *Koncepcja metody eliminacji niezgodności w procesach produkcyjnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006, nr 3.

2. Czerwińska K., Pacana A., Application eddy currents in the control quality piston Diesel, *International Journal Of Interdisciplinarity In Theory And Practice*, Wydawnictwo ITPB, <http://www.itpb.eu/>, ITPB 11/2016.
3. Dokumenty udostępnione przez firmę UNIWHEELS Production Poland Sp. z o.o.. Materiały niepublikowane, Stalowa Wola, 2018.
4. <http://www.simpctest.pl/oferta/badania-nieniszczace/metody-badan-rt-ut-mt-pt-vt/#metoda-ultradzwiekowa>
5. Kielczyk J., *Radiografia przemysłowa*, Wydawnictwo Gamma, Warszawa 2006.
6. Kluska-Nawarecka S., *Metody komputerowe wspomaganie diagnostyki wad odlewów*, Instytut Odlewnictwa, Kraków, 1999.
7. Lewińska-Romicka A., *Badania nieniszczące. Podstawy defektoskopii*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2001.
8. Sęp J., Pacana A., *Metody i narzędzia doskonalenia jakości. Tom 3 z serii „Projektowanie i wdrażanie systemów jakości”. Tom 3. OWPRz, Rzeszów 2001.*
9. Śliwowski M., *Studia przypadków – Sporządzenie ekspertyz i opinii technicznych – w oparciu o badania nieniszczące*, Krajowa Konferencja Badań Radiograficznych – „Popów 2008” (dostęp: http://www.badania-nieniszczace.info/Badania-Nieniszczace-Nr-01-08-2008/Ref_Sliwowski_2008.pdf dnia 23.03.2018)
10. Urbaniak M., *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*. Difin, Warszawa 2004.
11. Wolniak R., Skotnicka-Zasadzień B., *Zarządzanie jakością dla inżynierów*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.

Analysis incompatibility casting rims in car passenger

The article discusses the method of diagnosis of wheel castings used in passenger cars. The aim of the conducted tests was to perform a wheel rim diagnostics in the scope of correctness: chemical composition, mechanical properties, wheel rim hardness in specific areas. The main research goal was to diagnose the casting in terms of the presence of casting discontinuities by radiographic method. An additional goal of the article is to determine, by means of traditional quality management tools, sources of incompatibility of castings of rims and ultimately reduce the number of incompatible products or their total elimination. Paper discussed the impact of alcohol on the psychophysical properties of human and its metabolism. Particular attention was paid to the influence of alcohol on driving ability. Authors proposed action to be taken to reduce

Autorzy:

mgr inż. **Karolina Czerwińska** – Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza. Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
dr hab. inż. **Andrzej Pacana**, prof. PRz – Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza. Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
inż. **Dominika Siwiec**

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.099

Data zgłoszenia: 2018.05.22 Data akceptacji: 2018.06.15