



Badania wytrzymałości na obciążenia boczne narzędzi ściernych do szlifierek ręcznych

Handheld abrasive tools side load strength tests

ELŻBIETA BĄCZEK
ALEKSANDER KOWALCZYK
WŁODZIMIERZ WILK*

DOI: 10.17814/mechanik.2015.10.518

Przedstawiono badania wytrzymałości na obciążenia boczne i udarności narzędzi ściernych spojonych, prowadzone w Instytucie Zaawansowanych Technologii Wytwarzania. Celem badań było: zapewnienie bezpieczeństwa operatora oraz bezawaryjnej pracy obrabiarki lub zmechanizowanego narzędzia ręcznego, a także zwiększenie konkurencyjności rynkowej ściernic z certyfikatem.

SŁOWA KLUCZOWE: badania obciążeń bocznych, badania udarności, bezpieczeństwo narzędzi ściernych

The bonded abrasive tools were submitted to a program of strength tests with respect to side loads and impacts in the Institute of Advanced Manufacturing Processes. The test results were expected to indicate the issues enhancing operator's safety or increasing operating reliability of a machine tool or a handheld power tool and increasing competitiveness of the certified bonded abrasive disks.

KEYWORDS: side load tests, impact tests, safety of the abrasive tools

Wytrzymałość na obciążenia boczne jednopunktowe i trójpunktowe oraz udarność są – obok wytrzymałości dynamicznej na rozerwanie pod wpływem siły odśrodkowej – podstawowymi parametrami sprawdzanymi podczas badania bezpieczeństwa ściernic przeznaczonych do szlifierek ręcznych. Badaniom tym podlegają ściernice typu 41 (płaskie) lub 42 (z obniżonym środkiem) przeznaczone do przecinania materiałów oraz ściernice typu 27, 28 i 29 przeznaczone do szlifowania. Celem badania ściernic na obciążenia boczne (zgodnie z wymaganiami określonymi w normie PN-EN 12413+A1:2011) jest zapewnienie bezpieczeństwa operatora oraz bezawaryjnej pracy zmechanizowanego narzędzia ręcznego [1].

Wymagania dotyczące wytrzymałości ściernic do przecinania i szlifowania, stosowanych w szlifierek ręcznych, podano w tabl. I. Stanowisko SDBO wykorzystywane w Instytucie

Zaawansowanych Technologii Wytwarzania (IZTW) do badań obciążeń bocznych przedstawiono na rys. 1 i 2.

To stanowisko z zespołem wymiennych młotów udarowych oraz zespołem rolki naciskającej i rolek podporowych (do badania obciążeń bocznych trójpunktowych) jest przeznaczone do sprawdzania wytrzymałości ściernic pod działaniem siły bocznej jednopunktowej i trójpunktowej oraz na uderzenia młota podczas ruchu obrotowego ściernicy z prędkością roboczą. Badane na stanowisku SDBO ściernice (w zakresie średnic $\varnothing 115-400$ mm, masie do 3 kg oraz dopuszczalnej prędkości obrotowej do 13300 min^{-1}), wzmocnione siatką z włókny, są przeznaczone do obróbki ręcznej przy podwyższonych prędkościach szlifowania [2].

Ściernice po badaniach (rys. 3) na ogół ulegają zniszczeniu, a jeśli nawet wytrzymają obciążenia podczas próby, to potem nie nadają się już do używania na szlifierekach.

Stanowisko badawcze wyposażone jest w komputer i umożliwia rejestrowanie wyników badań oraz ich dokumentowanie w formie wydruków protokołów pomiarowych (rys. 4).

W trakcie badań obciążeń bocznych niektóre elementy stanowiska – np. rolki dociskowe czy bijak młota udarowego – zużywają się dość szybko. Wynika to przede wszystkim z warunków, w jakich odbywa się badanie (zwłaszcza

TABLICA I. Odporność na obciążenia boczne ściernic o spoiwie żywicznym stosowanych w szlifierekach ręcznych wg PN-EN 12413+A1:2011

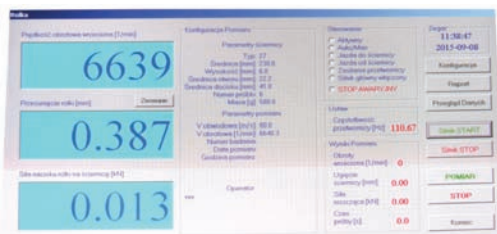
Rodzaj i typ ściernic	Największa prędkość robocza v_s , m/s	Średnica zewnętrzna ściernicy D , mm	Odporność na obciążenia boczne		
			Próba obciążenia boczno-jednopunktowego	Próba obciążenia boczno-trójpunktowego	Próba udarnościowa
			Obciążenie boczno-jednopunktowe F_{31} , N	Obciążenie boczno-trójpunktowe F_{33} , N	Odporność na uderzenie A , Nm
Ściernice płaskie z obniżonym środkiem (typy: 27, 28 i 29**)	≤ 80	≥ 115	290	–	–
		150	290	–	4,5
		180	290	–	5,4
		230	290	–	6,9
Ściernice do przecinania płaskie (typ 41) i z obniżonym środkiem (typ 42)	≤ 80	≥ 115	40	–	–
		150	50	–	1,2
		180	50	–	1,5
		230	50	–	2,0
		300	125	150	5,4
	80 < v_s ≤ 100	350/356	125	150	5,4
		400/406	125	150	5,4
		300	125	150	5,4
		350/356	125	150	5,4
		400/406	125	150	5,4

** Z wkładką przewidzianą dla danego zastosowania

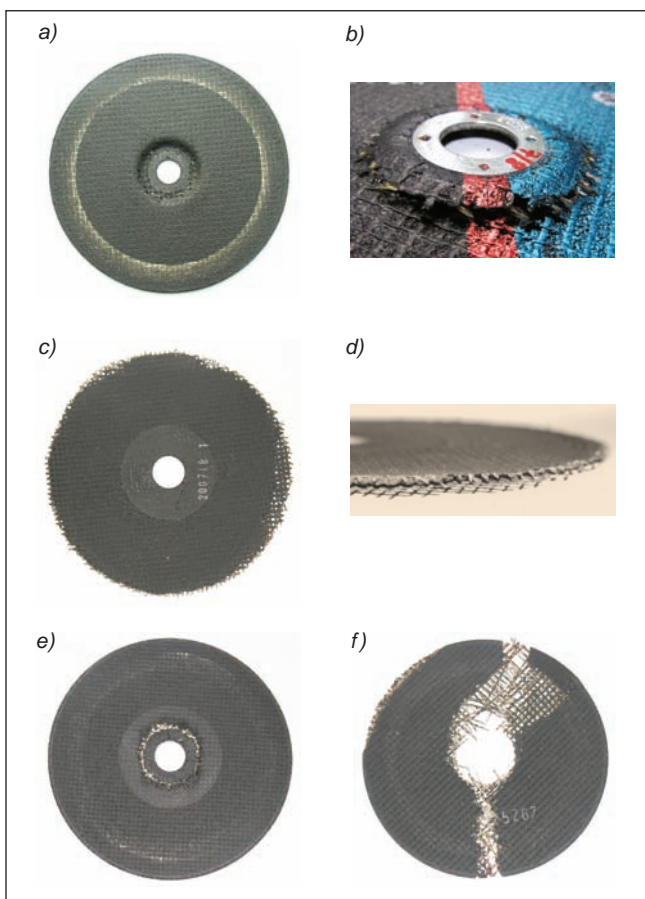
* Mgr inż. Elżbieta Bączek (elzbieta.baczek@ios.krakow.pl), mgr inż. Aleksander Kowalczyk (aleksander.kowalczyk@ios.krakow.pl), mgr inż. Włodzimierz Wilk (wlodzimierz.wilk@ios.krakow.pl) – Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania



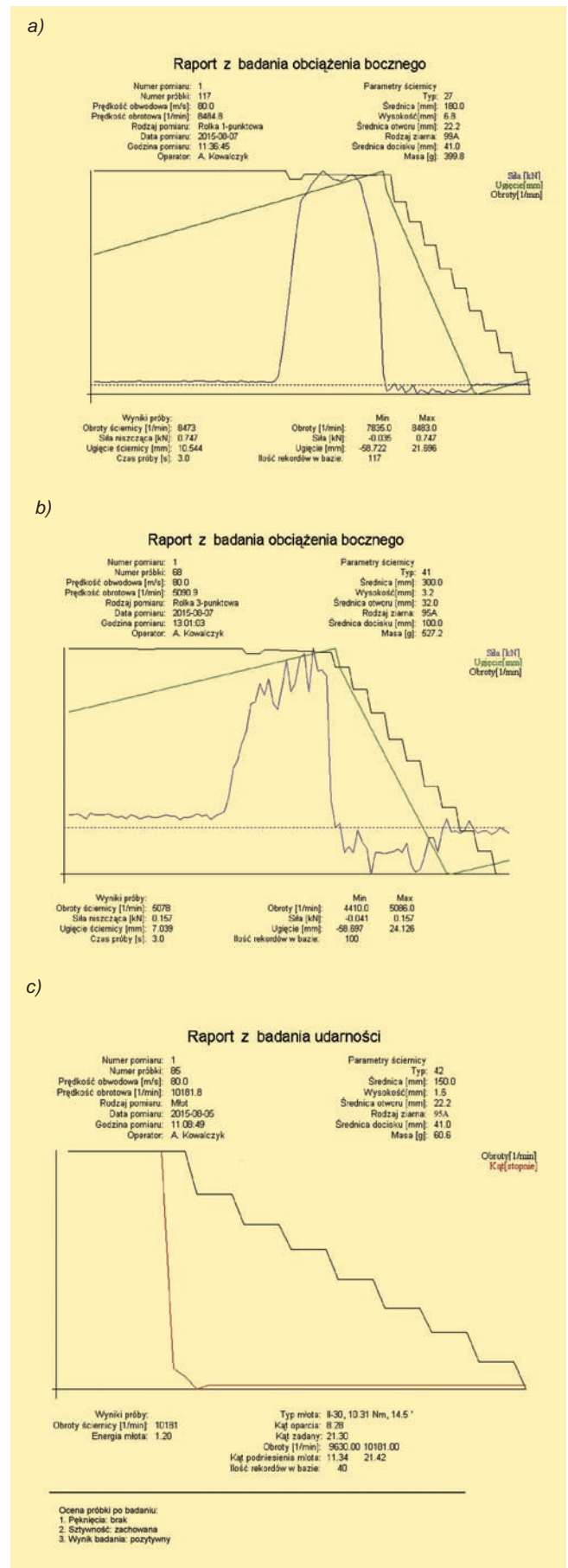
Rys. 1. Stanowisko SDBO do badania wytrzymałości ściernic na obciążenia jednopunktowe i trójpunktowe oraz do badania uderności



Rys. 2. Panel konfiguracyjny na monitorze stanowiska SDBO na przykładzie badania wytrzymałości ściernic na obciążenia boczne jednopunktowe

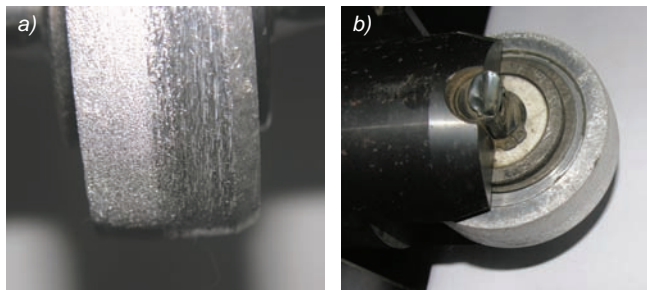


Rys. 3. Przykłady ściernic po badaniach: a–b) wytrzymałości na obciążenia boczne jednopunktowe (typ 42; 230 × 3,2 × 22,23 95A 30 R7 BF); c–d) wytrzymałości na obciążenia boczne trójpunktowe (typ 41; 300 × 3,2 × 32 95A 30 R7 BF); e–f) na uderność (typ 42, 150 × 1,6 × 22,23 95A 36 R7 BF)



Rys. 4. Przykłady protokołów pomiarowych badań: a) wytrzymałości ściernic na obciążenia boczne jednopunktowe (typ 27; 180 × 6,8 × 22,23 99A 24 S7 BF), b) wytrzymałości ściernic na obciążenia boczne trójpunktowe (typ 41; 300 × 3,2 × 32 95A 30 R7 BF), c) uderności (typ 42; 150 × 1,6 × 22,23 95A 36 R7 BF)

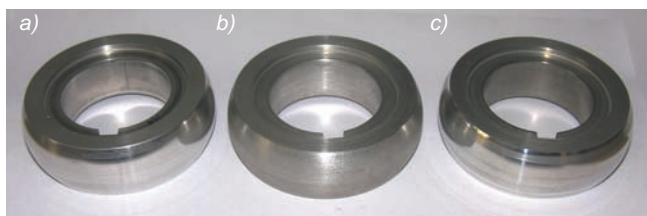
ze strefy nacisku rolki na powierzchnię czołową ściernicy). Badane narzędzie, czyli ściernica, obraca się podczas badania z największą prędkością roboczą, a rolka w momencie styku ze ściernicą jest przez nią napędzana. Jednocześnie obracająca się rolka jest przesuwana w głąb ściernicy ze stałą prędkością $v = 3$ mm/s. Na skutek wzrastającego obciążenia ściernica ulega odginaniu aż do momentu pęknięcia lub złamania. Bieżnia rolki jest ścierana (szlifowana) w efekcie różnych prędkości obwodowych ściernicy w miejscach styku z bieżnią rolki. Stan powierzchni zużytej bieżni rolki ze stopu aluminium 2017A (PA 6) przedstawiono na rys. 5 i 6.



Rys. 5. Zużyta bieżnia rolki po badaniach: a) widok obwodu rolki, b) widok z boku



Rys. 6. Porównanie profili rolki zużytej (po lewej) i nowej



Rys. 7. Rolki z kompozytów aluminiowych zbrojonych dyspersyjnie: a) Duralcan F3S.20S – o zawartości 20% obj. SiC, b) Duralcan F3S.30S – o zawartości 30% obj. SiC, c) kompozyt ALFA [3÷5]

W IZTW podjęto działania zmierzające do wytworzenia rolki z materiałów o dużej odporności na ścieranie [3÷5]. Takie rolki przedstawiono na rys. 7.

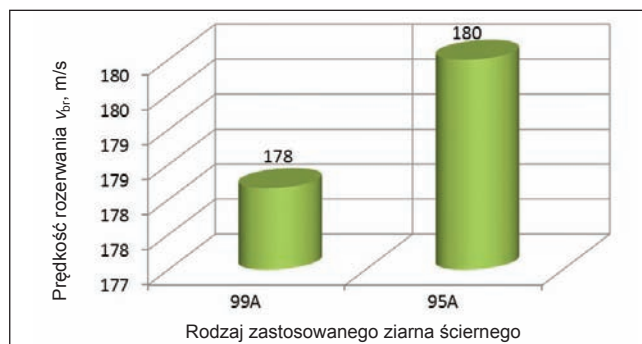
Rolki wykonano z materiałów wytworzonych w ramach realizacji projektu badawczego zamawianego PBZ-KBN-114/T08/2004 finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (Zadanie II.5.5: Zaawansowane materiały i technologie obróbki mechanicznej odlewów, w tym kompozytów metalowo-ceramicznych).

Wyniki badań i dyskusja

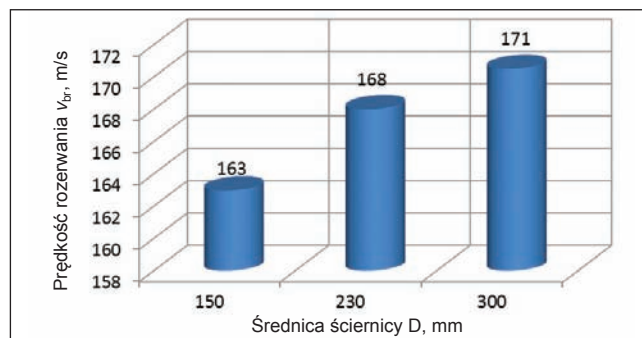
W artykule przedstawiono przykładowe wyniki badań ściernic przeznaczonych do pracy z użyciem narzędzi zmechanizowanych do obróbki ręcznej. W trakcie badań mierzono też: średnicę zewnętrzną D , grubość U , średnicę otworu H (sprawdzano przy tym tolerancję wykonania: $T_{H \text{ rzecz}} \leq T_H$), masę ściernicy m oraz masę wyważającą m_p . Dla badanych ściernic obliczano masę niewyważenia statycznego [6].

Przed badaniami wytrzymałości ściernic na obciążenia boczne przeprowadzono próby sprawdzające wytrzymałość ściernic na rozrywanie pod wpływem siły odśrodkowej na stanowisku WRS 26 (do badania wytrzymałości dynamicznej na rozrywaniu) [2]. Wyniki przedstawiono na rys. 8÷11.

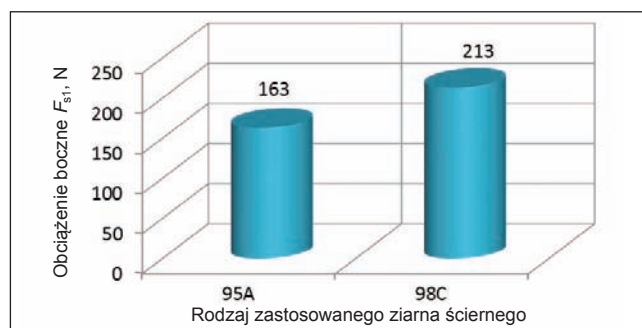
Zależność prędkości rozzerwania od rodzaju zastosowanego ziarna dla ściernic płaskich do przecinania typu 41, o wymiarach $230 \times 3,2 \times 22,23$ mm, wykonanych z elektrokorundu zwykłego 95A i szlachetnego 99A o wielkości ziarna 30, przedstawiono na rys. 8.



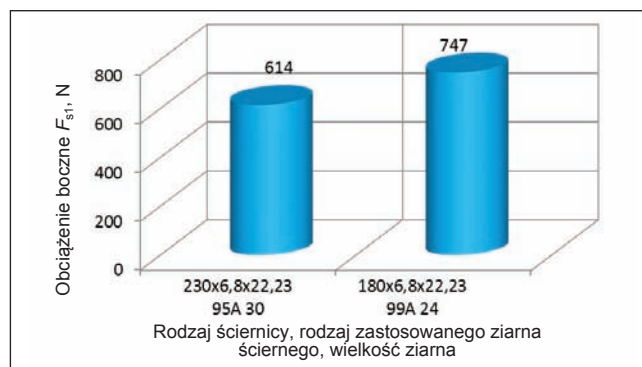
Rys. 8. Wykres zależności prędkości rozzerwania v_{br} od rodzaju zastosowanego ziarna ściernego



Rys. 9. Wykres zależności prędkości rozzerwania v_{br} od średnicy ściernicy z elektrokorundu



Rys. 10. Wykres zależności siły F_{S1} niszczącej ściernice typu 41 o średnicy $\varnothing 230$ mm od rodzaju ziarna ściernego



Rys. 11. Wykres zależności wartości siły F_{S1} niszczącej ściernice typu 27, o średnicach $\varnothing 230$ i 180 mm, od rodzaju i wielkości ziarna ściernego

Wyniki badań wykazały, że wyższą wytrzymałość na rozrywanie mają ściernice z elektrokorundu zwykłego o wielkości ziarna 30 i stopniu twardości R.

Na rys. 9 pokazano wpływ średnicy ściernicy do przecinania typu 41 na rozrywanie. Badania ściernic z elektrokorundu o wielkości ziarna 30, twardości R i o średnicach 150, 230 i 300 mm wykazały, że wraz ze wzrostem średnicy ściernic przeznaczonych do pracy z prędkością roboczą $v_s = 80$ m/s wzrasta ich wytrzymałość na rozrywanie.

Zależność wartości siły F_{S1} (niszczącej ściernicę) od rodzaju ziarna ściernego, otrzymaną podczas badania wytrzymałości na obciążenia jednopunktowe ściernic płaskich do przecinania typu 41 o wymiarach $230 \times 3,2 \times 22,23$ mm, wykonanych z elektrokorundu zwykłego 95A i z węgla krzemowego 98C, przedstawiono na rys. 10.

Na rys. 11 zaprezentowano otrzymaną dla ściernic z obniżonym środkiem do szlifowania typu 27 zależność wartości siły F_{S1} od rodzaju i wielkości ziarna ściernego.

Z wykresów sił przedstawionych na rys. 10 i 11 wynika, że w przypadku ściernic płaskich do przecinania typu 41 odporność na zniszczenie pod wpływem obciążeń bocznych była wyższa dla ściernic z ziarnem węgla krzemowego niż ściernic z elektrokorundu.

W przypadku ściernic z obniżonym środkiem typu 27 wytrzymałość na rozrywanie była niższa dla ściernic o średnicy $\varnothing 230$ mm od ściernic o średnicy $\varnothing 180$ mm.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań ściernic typu 41 i 27 dotyczą wybranych ściernic jednego producenta (nie stanowią wyników badań porównawczych ściernic różnych producentów). Wyniki te pokazały, że:

- wyższą wytrzymałością na rozrywanie charakteryzują się ściernice z elektrokorundu zwykłego o wielkości ziarna 30 i twardości R,
- wytrzymałość na rozrywanie ściernic do przecinania typu 41 z elektrokorundu o wielkości ziarna 30 i twardości R, przeznaczonych do pracy z prędkością roboczą $v_s = 80$ m/s, rośnie wraz ze wzrostem średnicy,
- odporność ściernic płaskich do przecinania typu 41 na zniszczenie pod wpływem obciążeń bocznych jest większa w przypadku ściernic z ziarnem węgla krzemowego niż dla ściernic z elektrokorundu,
- wytrzymałość ściernic z obniżonym środkiem typu 27 na rozrywanie jest niższa dla ściernic o średnicy $\varnothing 230$ mm niż dla ściernic o średnicy $\varnothing 180$ mm.

Możliwości badawcze stanowisk SDBO i WRS 26 w IZTW są rozwijane w miarę potrzeb producentów, importerów i dystrybutorów narzędzi obrotowych – narzędzi ściernych i skrajających, pił, szczotek technicznych itd.

LITERATURA

1. PN-EN 12413:2007 + A1:2011: Warunki bezpieczeństwa dotyczące narzędzi ściernych spojonych.
2. Danielak J., Wilk W., Mielnicki W., Kowalczyk A., Bączek E. „Badania narzędzi obrotowych pod kątem bezpieczeństwa”. *Mechanik*. Nr 2 (2011): s. 106÷110.
3. Wilk W., Staniewicz-Brudnik B. „Dobór warunków obróbki ubytkowej odlewanych materiałów zaawansowanych w tym kompozytów metalowych”. „*Know-How*” – *Innowacje w Odlewnictwie. Cz. I*”. Kraków: Instytut Odlewnictwa: s. 247÷258.
4. Wilk W., Staniewicz-Brudnik B. „Opracowanie technologii obróbki mechanicznej – wytyczne technologiczne. Wykonanie obróbki mechanicznej dostarczonych odlewanych wyrobów metalowo-ceramicznych”. „*Know-How*” – *Innowacje w Odlewnictwie. Cz. II*”. Kraków: Instytut Odlewnictwa: s. 285÷302.
5. Wilk W., Staniewicz-Brudnik B. „Opracowanie technologii obróbki mechanicznej – wytyczne technologiczne. Wykonanie obróbki mechanicznej dostarczonych odlewanych wyrobów metalowo-ceramicznych”. „*Know-How*” – *Innowacje w Odlewnictwie. Cz. III*”. Kraków: Instytut Odlewnictwa: s. 213÷227.
6. PN-EN ISO 6103:2015-02: Wyroby ściernic spojone. Dopuszczalne niewyważenie ściernic w stanie dostawy. Badanie statyczne. ■