

TABOR KOLEJOWY	NORMA BRANŻOWA	BN-84
	Nieniszczące metody badań Badania ultradźwiękowe osi zestawów kołowych lokomotyw spalinowych	3518-02/13
		Zamiast BN-79/3518-02/13
		Grupa katalogowa 0309

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są badania ultradźwiękowe osi zestawów kołowych eksploatowanych lokomotyw spalinowych serii SP45, SM42, SM30 i SM03 za pomocą defektoskopów ultradźwiękowych wyposażonych w lampę oscyloskopową oraz określanie położenia i rodzaju wykrytych wad.

1.2. Określenia - wg PN-76/M-70050, PN-75/M-70051, PN-75/M-70054, PN-77/M-70055, BN-75/3518-02/00, BN-75/3518-02/01, BN-76/3518-02/02 i BN-78/3518-02/03.

2. BADANIA

2.1. Metoda badań. Do badań należy stosować metodę RES=AES wg BN-75/3518-02/00 p. 2.3.

2.2. Skalowanie defektoskopów

2.2.1. Skalowanie na wzorcu kontrolnym przeprowadza się przez ustalenie:

- skali wg BN-75/3518-02/01 p. 2.2.1.
- czułości odniesienia układów defektoskop-głowica wg tabl. 1 na str. 8.

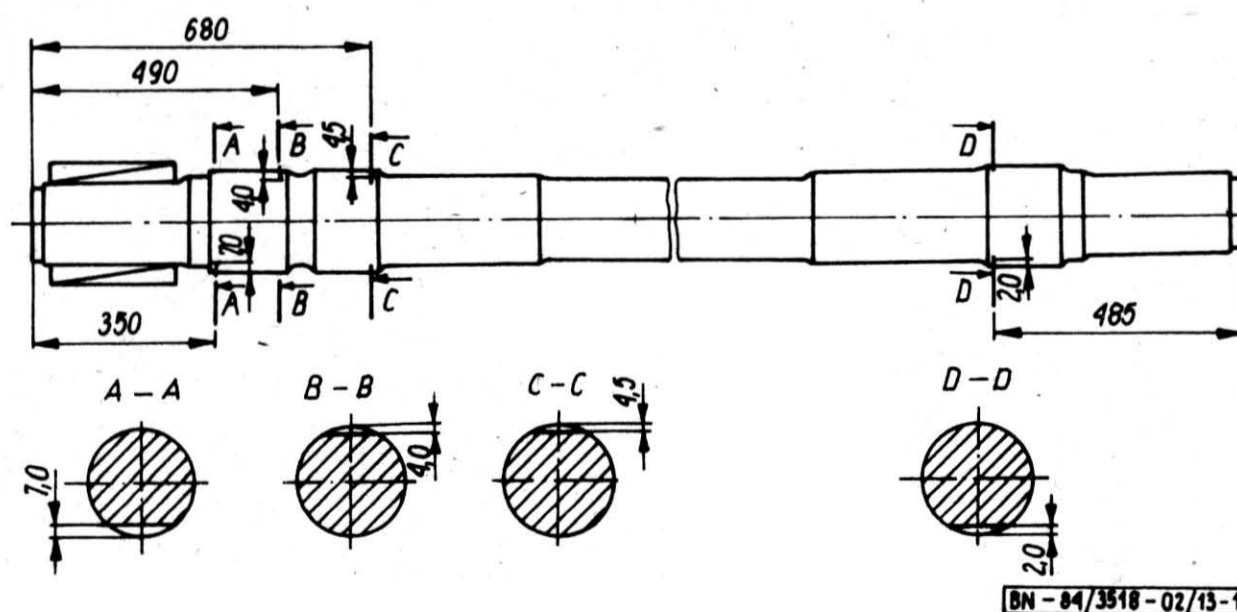
Zaleca się stosowanie wzorca kontrolnego W1 wg PN-75/M-70051.

Zakres obserwacji podstawy czasu należy nastawić przy badaniu osi lokomotyw serii:

- SP45 głowicą normalną - na 3,0 m; głowicą normalną z klinami załamującymi - na 1,0 m; głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° - na 0,5 m i 1,0 m,
- SM42 głowicą normalną - na 0,5 m i 3,0 m; głowicą normalną z klinem załamującym - na 1,0 m; głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° - na 1,0 m,
- SM30 głowicą normalną - na 1,0 m i 3,0 m; głowicą normalną z klinami załamującymi - na 1,0 m; głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° ,
- na 0,25 m i 1,0 m; głowicą skośną o kącie załamania fal równym 90° - na 0,3 m,
- SM03 głowicą normalną - na 1,0 m i 2,0 m; głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° - na 0,25 m.

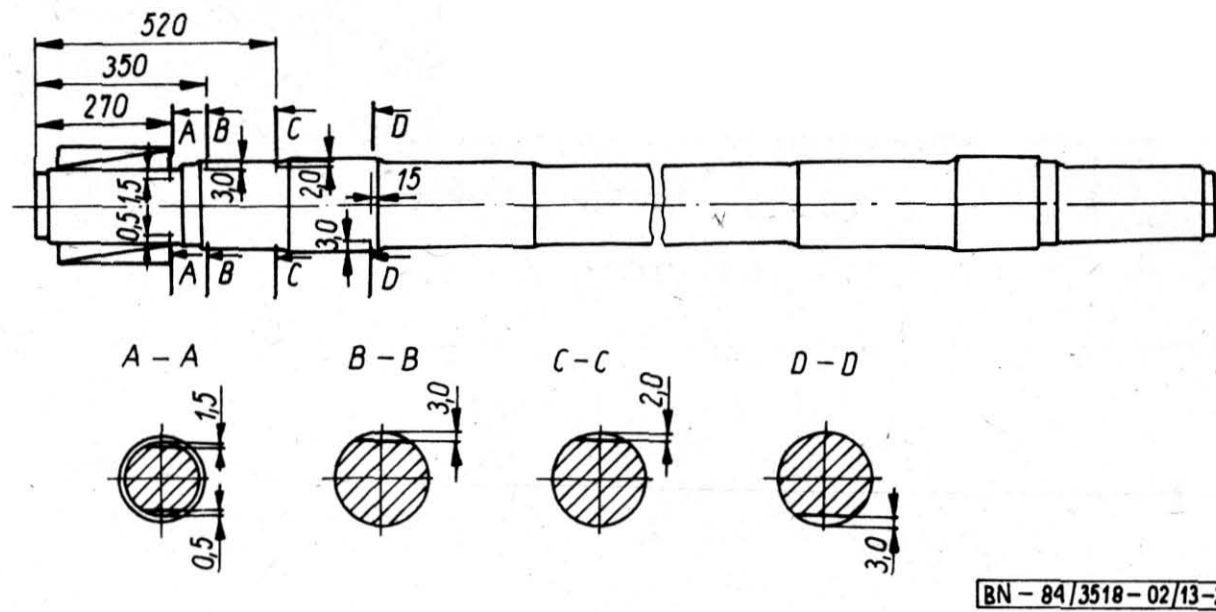
2.2.2. Skalowanie na wzorcach porównawczych. Skalowanie przeprowadza się bezpośrednio na wzorcach porównawczych wykonanych wg rys. 1 ÷ 4 w zależności od typów osi serii lokomotyw: SP45 wg rys. 1, SM42 wg rys. 2, SM30 wg rys. 3, SM03 wg rys. 4.

Nacięcia na osiach wg rys. 1 ÷ 4 powinny być przesunięte względem siebie o kąt około 90° , a głębokość ich wykonania - jak w przekrojach A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F.

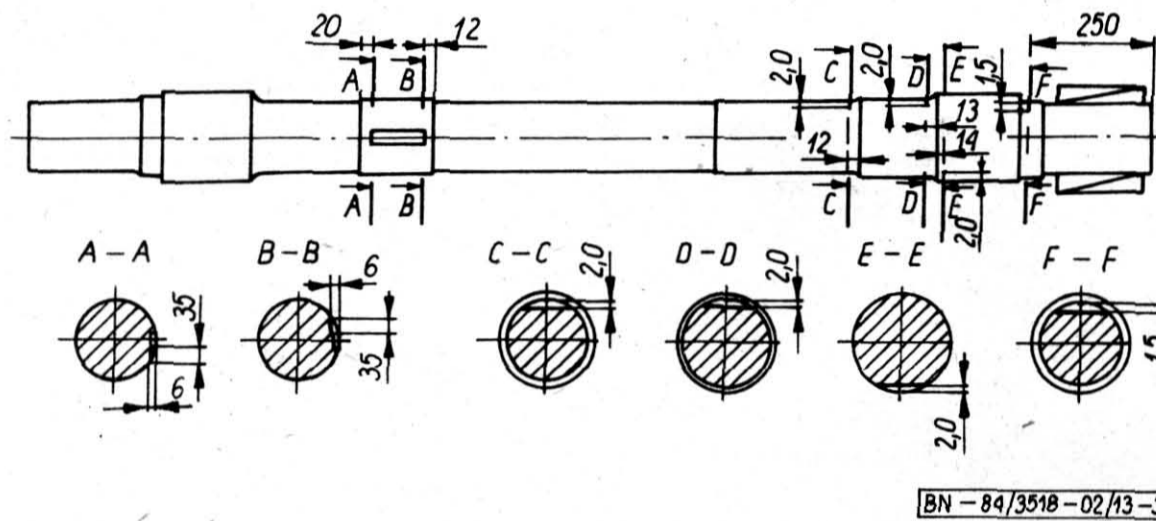


Rys. 1

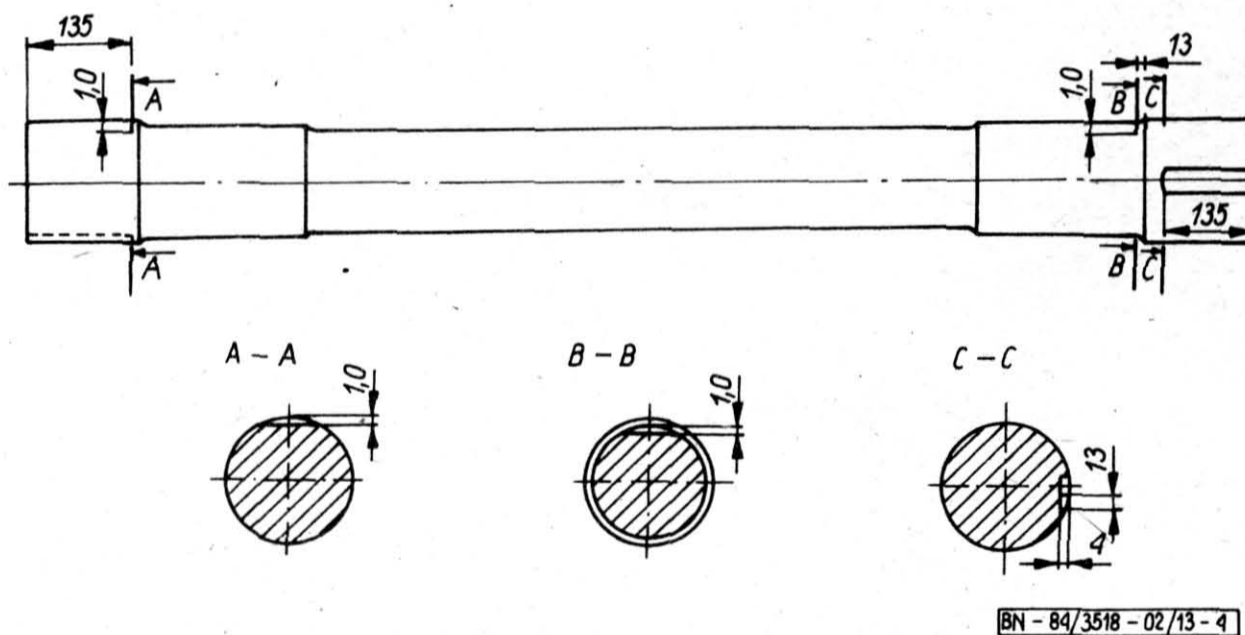
Zgłoszona przez Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa
Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 15 lutego 1984 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1985 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 14/1984 poz. 28)



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

Skalowanie można też przeprowadzać przez podwyższenie czułości odniesienia poszczególnych układów defektoskop-głowica, nastawianych na wzorcu kontrolnym wg 2.2.1, o liczbę decybeli podaną w tabl. 2, a następnie przez sprawdzenie czułości na wzorcach porównawczych i korygowanie jej w razie potrzeby.

Miejsca przykładania głowic i otrzymane oscylogramy, podczas skalowania lub sprawdzania nastawionej czułości układów defektoskop-głowice na osiach wzorcowych poszczególnych serii lokomotyw, podano w tabl.2 na str. 9.

2.2.3. Korekta skalowania na osiach badanych. Korektę skalowania należy przeprowadzić wg BN-75/3518-02/00 p. 2.2.4.

2.3. Rodzaje badań osi - wg BN-75/3518-02/01 p.2.3.

2.4. Przygotowanie do badań

2.4.1. Przygotowanie powierzchni osi. Powierzchnie, do których przykładana się głowicę, należy przygotować wg BN-75/3518-02/00 p. 2.4.2.

2.4.2. Przygotowanie do badań szczegółowych. Badaniu poddaje się oś zestawu wymontowanego z wózka wg BN-75/3518-02/01 p. 2.4.2. Z osi lokomotywy serii SM30 należy wymontować koło zębate.

2.4.3. Przygotowanie do badań częściowo uproszczonych. Badaniu poddaje się oś zestawu wymontowanego z

wózka bez ściągnięcia z czopów osiowych łożysk tocznych lub pierścieni wewnętrznych łożysk.

2.4.4. Przygotowanie do badań uproszczonych. Pokrywą czołową łożysk należy odkręcić, a powierzchnię czołową osi przygotować wg BN-75/3518-02/00 p. 2.4.2.

2.5. Cel i opis badań

2.5.1. Badania szczegółowe

2.5.1.1. Badania szczegółowe osi lokomotyw spaliniowych serii SP45. W skład badań szczegółowych wchodzi następujące czynności:

Czynność a. Badania głowicą normalną z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy ustawić na dostępnej powierzchni czołowej w odległości od nakielka 60 mm wg tabl. 2 lp. 1, zwracając uwagę, aby cała powierzchnia głowicy kontaktowała z powierzchnią czołową osi. Głowicę należy przesuwac wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność a) i obserwować ekran defektoskopu od punktu zerowego do echa dna wg tabl. 2 lp. 1 i załącznika lp. 1.

Czynność b. Badania głowicą normalną z powierzchni bocznej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi w odległości od powierzchni czołowej ustalonej podczas przeprowadzenia czynności a. Badania należy przeprowadzić wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność b). Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa dna otrzymanego falą jednokrotnie odbitą wg tabl. 2 lp. 2 i załącznika lp. 2.

Czynność c. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą bezpośrednio odbitą z powierzchni bocznej części środkowej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi i przesuwac ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność c). Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 3 i załącznika lp. 3.

Czynność d. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą dwukrotnie odbitą z powierzchni bocznej części środkowej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi od strony koła zębatego i przesuwac ją jak przy czynności c. Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym otrzymano echo falą dwukrotnie odbitą od nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 4 i załącznika lp. 4.

Czynność e. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° z powierzchni walcowej czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni walcowej czopa osi i przesuwac ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność d).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do ech nacięć wzorcowych wg załącznika lp. 5.

2.5.1.2. Badania szczegółowe osi lokomotyw spaliniowych serii SM42

Czynność a. Badania głowicą normalną z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy ustawić na dostępnej powierzchni czołowej w odległości od nakielka 35 mm wg tabl. 2 lp. 7, zwracając uwagę, aby cała powierzchnia głowicy kontaktowała z powierzchnią czołową osi. Głowicę należy przesuwac wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność a) i obserwować ekran defektoskopu od punktu zerowego do echa dna wg tabl. 2 lp. 7 i załącznika lp. 10.

Czynność b. Badania głowicą normalną z powierzchni bocznej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi w odległości od powierzchni czołowej ustalonej podczas przeprowadzenia czynności a. Badania należy przeprowadzić wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność b).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa dna otrzymanego falą jednokrotnie odbitą wg tabl. 2 lp. 8 i załącznika lp. 11.

Czynność c. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą bezpośrednio odbitą z powierzchni bocznej części środkowej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi i przesuwac ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność c). Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 9 i załącznika lp. 13.

Czynność d. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą dwukrotnie odbitą z powierzchni bocznej części środkowej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi od strony koła zębatego i przesuwac ją jak przy czynności c. Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym otrzymano echo falą dwukrotnie odbitą od nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 10 i załącznika lp. 14.

Czynność e. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° z powierzchni walcowej czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni walcowej czopa osi i przesuwac ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność d).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do ech nacięć wzorcowych wg załącznika lp. 12.

2.5.1.3. Badania szczegółowe osi lokomotyw spaliniowych serii SM30

Czynność a. Badania głowicą normalną z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy ustawić na dostępnej powierzchni czołowej w odległości od nakielka 25 mm wg tabl. 2 lp. 12, zwracając uwagę, aby cała powierzchnia głowicy kontaktowała z powierzchnią czołową osi. Głowicę należy przesuwac wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność a) i obserwować ekran defektoskopu od punktu zerowego do echa dna wg tabl. 2 lp. 12 i załącznika lp. 19 i 20.

Czynność b. Badania głowicą normalną z powierzchni bocznej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi w odległości od powierzchni czołowej ustalonej pod-

czas przeprowadzania czynności a. Badania należy przeprowadzić wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność b).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa dna otrzymanego falą jednokrotnie odbitą wg tabl. 2 lp. 13 i załącznika lp. 21.

Czynność c. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą bezpośrednio odbitą z powierzchni bocznej części środkowej osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej osi i przesuwając ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność c). Następnie należy przyłożyć głowicę do powierzchni bocznej osi między podpięcie koła bosego i zębatego, kierując wiązkę fal na podpięcie koła zębatego i przesuwając ją na długości odcinka od podpięcia koła bosego do podpięcia koła zębatego wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność c).

Analogicznie należy przeprowadzić badanie z tego obszaru osi, kierując wiązkę fal na podpięcie koła bosego przy kole zębatym. Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 14 i załącznika lp. 26 i 27.

Czynność d. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° z powierzchni walcowej czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni walcowej czopa osi i przesuwając ją wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1 (czynność d). Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do ech nacięć wzorcowych wg załącznika lp. 28.

Czynność e. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 90° z powierzchni podpięcia pod koło zębate. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni bocznej podpięcia przy krawędzi rowka klinowego i przesuwając ją na całej długości podpięcia ruchem zygzakowatym jak w czynności c.

Następnie obrócić głowicę w płaszczyźnie poziomej o 180° i badania przeprowadzić jak podano wyżej.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego na długości 0,3 m wg tabl. 2 lp. 15 i załącznika lp. 22.

2.5.1.4. Badania szczegółowe osi lokomotyw spalinowych serii SM03 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego i głowicą skośną. Badania głowicą normalną i głowicą skośną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych i pęknięć zmęczeniowych o wielkości i w obszarach osi określonych w BN-78/3518-02/03 p. 2.5.1.1.

Czynność a. Badania głowicą normalną z powierzchni czołowych osi. Głowicę należy ustawić na dostępnej powierzchni czołowej w odległości od nakielka 30 mm wg załącznika lp. 32, zwracając uwagę, aby cała powierzchnia głowicy kontaktowała z powierzchnią czołową osi. Głowicę należy przesuwając wg BN-78/3518-02/03 p. 2.5.1 (czynność a) i obserwować ekran od punktu zerowego na długości 2 m wg załącznika lp. 32. Następnie należy przyłożyć głowicę

w odległości od nakielka równej 60 mm wg tabl. 2 lp. 20 i przesuwając ją analogicznie jak podano wyżej.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego na długości 1 m wg załącznika lp. 34.

Czynność b. Badania głowicą normalną z powierzchni walcowej czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od powierzchni czołowej ustalonej podczas przeprowadzenia czynności a. Badania należy przeprowadzić wg BN-78/3518-02/03 p. 2.5.1.1 (czynność b).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa dna otrzymanego falą jednokrotnie odbitą wg tabl. 2 lp. 21 i załącznika lp. 33.

Czynność c. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° z powierzchni czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czopa osi i przesuwając ją wg BN-78/3518-02/03 p. 2.5.1.1 (czynność c).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić od punktu zerowego do echa nacięcia wzorcowego wg tabl. 2 lp. 22 i załącznika lp. 31.

2.5.2. Badania częściowo uproszczone

2.5.2.1. Badania częściowo uproszczone osi lokomotyw spalinowych serii SP45 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego, głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° i głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 23° .

Badania głowicą normalną i głowicą skośną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych i pęknięć zmęczeniowych o wielkości i w obszarach osi określonych w BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1. Badania głowicą normalną z klinem załamującym mają na celu wykrycie niżej wymienionych wad:

- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 2 mm występujących w czopie i przedpięściu,
- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 7 mm występujących w podpięściu dla koła bosego od strony czopa.

W skład badań częściowo uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.1, czynność f, czynność b wg 2.5.1.1 - w zależności od wyników czynności f, czynności c i d wg 2.5.1.1 i czynność e - w zależności od wyników czynności f.

Czynność f. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 23° z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 65 mm - wg tabl. 2 lp. 5. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwając po tej powierzchni oraz obracać tak, aby z każdego miejsca przyłożenia oś wiązki fal ultradźwiękowych padała na przeciwległą tworzącą.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiły echa wad wykrytych w podpiaściu od strony czopa i przedpiaściu wg tabl. 2 lp. 5 i załącznika lp. 6. Następnie należy przyłożyć głowicę do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 45 mm. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac analogicznie jak podano wyżej.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym wystąpiło echo wady wykrytej w czopie wg załącznika lp. 7.

2.5.2.2. Badania częściowo uproszczone osi lokomotyw spalinowych serii SM42 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego, głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° i głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym $15,5^{\circ}$.

Badania głowicą normalną i głowicą skośną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych i pęknięć zmęczeniowych o wielkości i w obszarach osi określonych wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym mają na celu wykrycie niżej wymienionych wad:

- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 1,5 mm występujących w czopie i przedpiaściu,
- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 3,0 mm występujących w podpiaściu dla koła bosego od strony czopa.

W skład badań częściowo uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.2, czynność f, czynność b wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności f, czynność c i d wg 2.5.1, czynność e wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności f.

Czynność f. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym $15,5^{\circ}$ z powierzchni czołowych czopów.

Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 25 mm - wg tabl. 2 lp. 11. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac po tej powierzchni oraz obracać tak, aby z każdego miejsca przyłożenia oś wiązki fal padała na przeciwległą tworzącą.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiły echa wad wykrytych w podpiaściu od strony czopa i przedpiaściu wg tabl. 2 lp. 11 i załącznika lp. 16. Następnie należy przyłożyć głowicę do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 20 mm. Oś wiązki należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac analogicznie jak podano wyżej.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym wystąpiło echo wady wykrytej w czopie wg załącznika lp. 15.

2.5.2.3. Badania częściowo uproszczone osi lokomotyw spalinowych serii SM30 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego, głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° i normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 26° .

Badania głowicą normalną i skośną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych i pęknięć zmęczeniowych o wielkości i w obszarach określonych wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym mają na celu wykrycie pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 1,0 mm w czopie, przedpiaściu i podpiaściu dla koła bosego od strony czopa.

W skład badań częściowo uproszczonych wchodzi: czynność a - wg 2.5.1.3, czynność f, czynność b wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności f, czynność c wg 2.5.1.3, czynność d wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności f, czynność e wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności c wg 2.5.1.3.

Czynność f. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 26° z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 50 mm - wg tabl. 2 lp. 16. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac po tej powierzchni oraz obracać tak, aby z każdego miejsca przyłożenia oś wiązki fal padała na przeciwległą tworzącą. Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiły echa wad wykrytych w podpiaściu od strony czopa, przedpiaściu i w czopie wg tabl. 2 lp. 16 i załącznika lp. 23.

2.5.3. Badania uproszczone

2.5.3.1. Badania uproszczone osi lokomotyw spalinowych serii SP45 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego i głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 14° .

Badania głowicą normalną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych o wielkości i w obszarach określonych wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym mają na celu wykrycie niżej wymienionych wad:

- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 3,5 mm występujących na podpiaściu pod kołem zębatym,
- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 5,0 mm występujących na zaokrąglonym przejściu w osi między podpiaściem pod koło bosc i zębate,
- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 7,0 mm występujących na podpiaściu pod kołem zębatym przy zaokrąglonym przejściu w osi między podpiaściem pod koło bosc i zębate,
- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej

4,5 mm występujących na podpiąściu pod kołem zębatym od strony części środkowej osi.

W skład badań uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.1, czynność b wg 2.5.1.1 - w zależności od wyników czynności a wg 2.5.1.1, czynność f wg 2.5.2.1, czynność d wg 2.5.1.1 - w zależności od wyników czynności f wg 2.5.2.1, czynność e wg 2.5.1.1 w zależności od wyników czynności g.

Czynność g. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 14° z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 55 mm wg tabl. 2 lp. 6. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac jak w 2.5.2.1 czynność a.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiły echa wad wykrytych w podpiąściu pod koło zębate, na zaokrąglonym przejściu od podpiąścia pod koło bosc do podpiąścia pod koło zębate i na podpiąściu pod koło bosc od strony koła zębatego wg załącznika lp. 8.

Następnie należy przyłożyć głowicę w odległości od nakielka równej 25 mm i badania przeprowadzić analogicznie jak podano wyżej.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym wystąpiło echo wady wykrytej w podpiąściu pod kołem zębatym falą dwukrotnie odbitą wg załącznika lp. 9.

2.5.3.2. Badania uproszczone osi lokomotyw spaliniowych serii SM42 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego oraz normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym $15,5^{\circ}$.

Badania głowicą normalną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych określonych wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym mają na celu wykrycie niżej wymienionych wad:

- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 2,0 mm występujących między podpiąściem pod kołem bosym i zębatym,

- pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 3,0 mm występujących na podpiąściu pod koło zębate od strony części środkowej osi.

W skład badań uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.2, czynność b wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności a wg 2.5.1.2 oraz czynność f wg 2.5.2.2, czynność g, czynność c, d i e wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności g.

Czynność g. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym $15,5^{\circ}$ z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy przyłożyć do powierz-

chni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 55 mm. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac po tej powierzchni oraz obracać tak, aby z każdego miejsca przyłożenia oś wiązki fal padała na przeciwległą tworzącą.

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiło echo wady wykrytej w osi między podpiąściami pod koło bosc i zębate wg załącznika lp. 17.

Następnie należy przyłożyć głowicę do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 65 mm. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac analogicznie jak podano wyżej. Badania z tego przyłożenia głowicy przeprowadza się tylko od strony podpiąścia pod koło zębate. Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym wystąpiło echo wady wykrytej na podpiąściu pod koło zębate od strony części środkowej osi wg załącznika lp. 18.

2.5.3.3. Badania uproszczone osi lokomotyw spaliniowych serii SM30 przeprowadza się głowicą normalną bez klina załamującego, głowicą normalną z klinem załamującym o kątach załamania fal równych 26° , 12° oraz 42° i głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° .

Badania głowicą normalną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych określonych wg BN-75/3518-02/01 p. 2.5.1.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 26° mają na celu wykrycie nieciągłości określonych w 2.5.2.3.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 12° mają na celu wykrycie pęknięć zmęczeniowych o głębokości co najmniej 2,0 mm występujących na podpiąściu pod kołem bosym od strony części środkowej osi i na czopie podparcia silnika trakcyjnego.

Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 42° mają na celu wykrycie pęknięć zmęczeniowych o powierzchni co najmniej 100 mm^2 występujących na krawędzi rowka na wpust klinowy w podpiąściu pod koło zębate od strony części środkowej osi.

Badania głowicą skośną mają na celu wykrycie pęknięć zmęczeniowych o powierzchni co najmniej 100 mm^2 występujących na krawędzi rowka na wpust klinowy w podpiąściu pod koło zębate od strony podpiąścia pod koło bosc.

W skład badań uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.2, czynność b wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności a wg 2.5.1.2, oraz czynności f wg 2.5.2.2, czynność g, czynności c, d i e wg 2.5.1.2 - w zależności od wyników czynności g.

Czynność g. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 12° z powierzchni czołowych czopów. Głowicę należy przyłożyć do powierz-

chni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 25 mm - wg tabl. 2 lp. 17. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac jak w 2.5.2.3 (czynność a).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których nastąpiły echa wad wykrytych w podpiąściu od strony czopa, w przedpiąściu i w czopie wg tabl. 2 lp. 17 i załącznika lp. 24.

Następnie należy przyłożyć głowicę do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 45 mm. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac analogicznie jak podano wyżej. Badanie z tego przyłożenia przeprowadza się tylko od strony podparcia na osi silnika trakcyjnego. Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscach podstawy czasu, w których wystąpiły echa wad wykrytych w czopie podparcia silnika wg załącznika lp. 25.

Czynność h. Badania głowicą normalną z klinem załamującym o kącie załamania fal równym 42° falą dwukrotnie odbitą z powierzchni czołowej czopa. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 45 mm - wg tabl. 2 lp. 18. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac jak w 2.5.2.3 (czynność a). Obserwacje ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym występuje echo wady wykrytej na krawędzi rowka na wpust klinowy w podpiąściu pod koło zębate od strony części środkowej osi wg tabl. 2 lp. 18 i załącznika lp. 29. Badanie z tego przyłożenia głowicy przeprowadza się tylko od strony podpiąścia pod koło zębate.

Czynność j. Badania głowicą skośną o kącie załamania fal równym 45° falą czterokrotnie odbitą z powierzchni czołowej czopa osi. Głowicę należy przyłożyć do powierzchni czołowej czopa osi w odległości od nakielka równej 45 mm wg tabl. 2 lp. 19. Oś wiązki fal należy skierować na tworzącą czopa osi. Głowicę należy przesuwac jak w 2.5.2.3 (czynność a).

Obserwację ekranu należy przeprowadzić w miejscu podstawy czasu, w którym występuje echo wady wykrytej na

krawędzi rowka na wpust klinowy w podpiąściu pod koło zębate od strony koła bosego wg tabl. 2 lp. 19 i załącznika lp. 30.

W skład badań uproszczonych wchodzi: czynność a wg 2.5.1.3, czynność b wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności a wg 2.5.1.3, czynność f wg 2.5.2.3, czynności g, h, j, czynności c i d wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności g, h, j, czynność e wg 2.5.1.3 - w zależności od wyników czynności j.

2.5.3.4. Badania uproszczone osi lokomotyw spaliniowych serii SM03 przeprowadza się tylko głowicą normalną wg 2.5.1.4 (czynność a).

Badania głowicą normalną mają na celu wykrycie nieciągłości materiałowych i pęknięć zmęczeniowych określonych wg BN-78/3518-02/03 p. 2.5.1.

W skład badań wchodzi czynność b i c wg BN-78/3518-02/03 w zależności od wyników badań wg 2.5.1.4 (czynność a).

2.5.4. Liczba pomiarów. W przypadku wykrycia wady podczas badania osi należy wykonać pomiary wg BN-75/3518-02/00 p. 2.5.8.

2.5.5. Określenie położenia i głębokości wykrytych wad

2.5.5.1. Określenie położenia i głębokości pęknięć zmęczeniowych (poprzecznych). Położenie wykrytego pęknięcia należy ustalić wg BN-75/3518-02.00 p. 2.5.9 i BN-75/3518-02.01 p. 2.5.5.1.

2.5.5.2. Określenie położenia i wielkości nieciągłości podłużnych. Określenie położenia i wielkości nieciągłości podłużnych należy wykonać wg BN-75/3518-02.01 p. 2.5.5.2.

2.6. Ocena wyników badań. Ocenę wyników należy przeprowadzić przez porównanie obrazu lampy oscyloskopowej otrzymanego w czasie badań z zestawieniem oscylogramów podanym w załączniku. Określając wykrytą wadę należy podać jej położenie i głębokość wg BN-75/3618-02.01 p. 2.6.

2.7. Dokumentacja badań. Wyniki badań należy zapisywać wg BN-75/3518-02.01 p. 2.7.

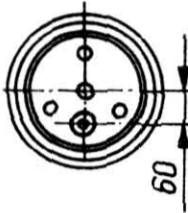
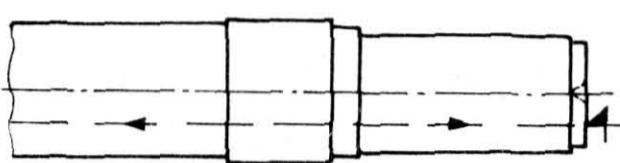
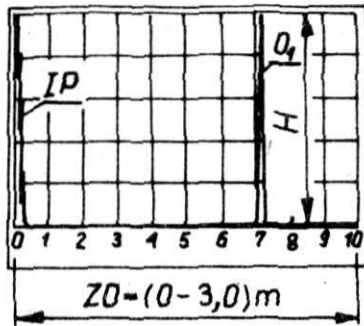
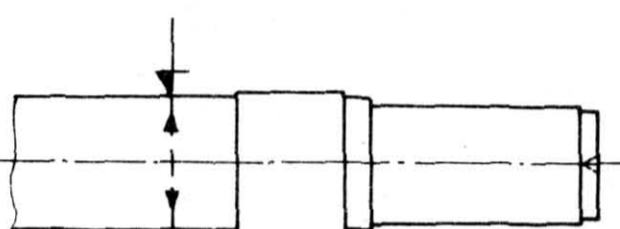
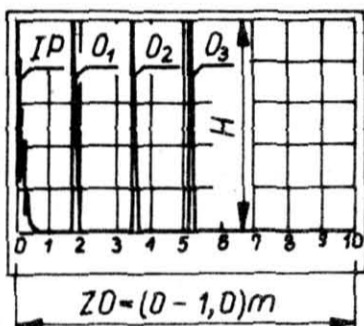
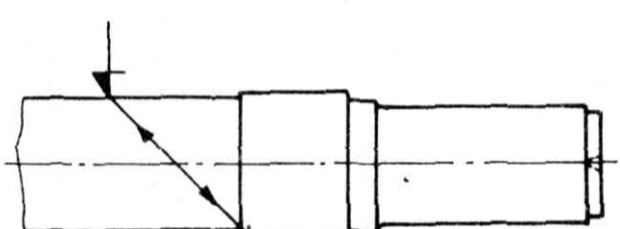
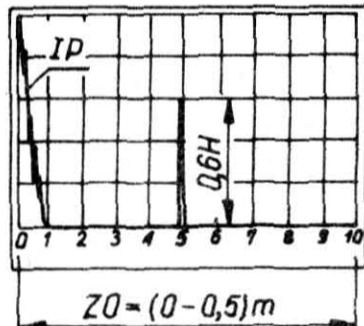
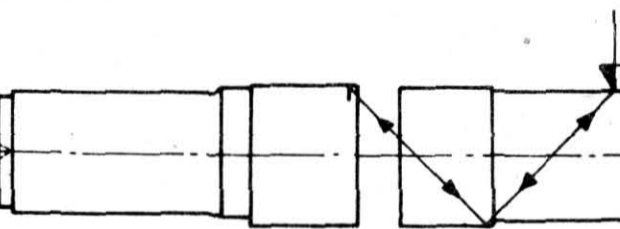
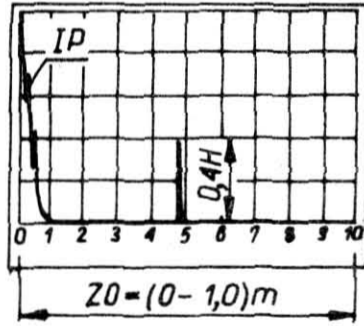

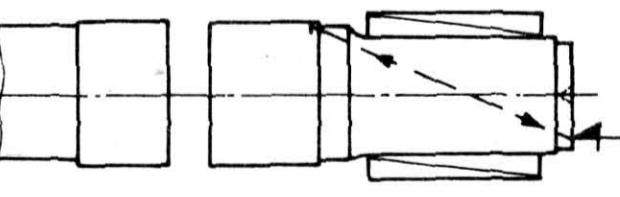
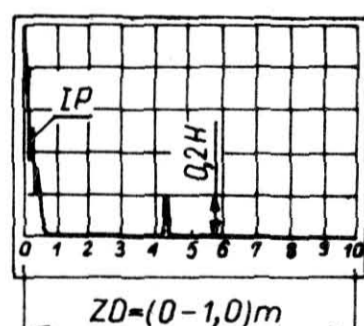

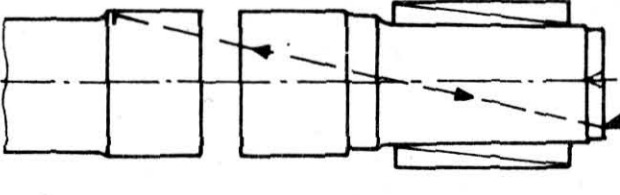
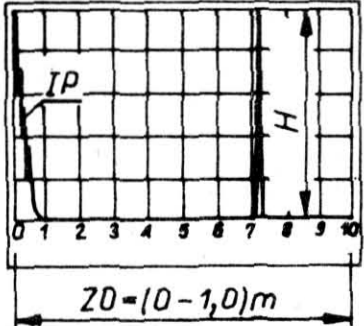
Tablica 1

Lp.	Ultradźwiękowy wzorzec kontrolny i miejsca przyłożenia głowic	Oscylogram otrzymany przy przyłożeniu głowicy do wzorca w miejscu:				Osie lokomotyw serii
		1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
1			—	—		SP45
2				—	—	SM42
3					—	SM30
4				—	—	SM03

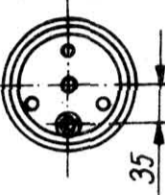
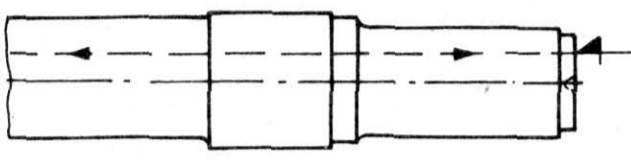
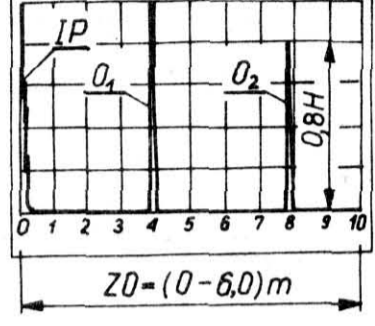
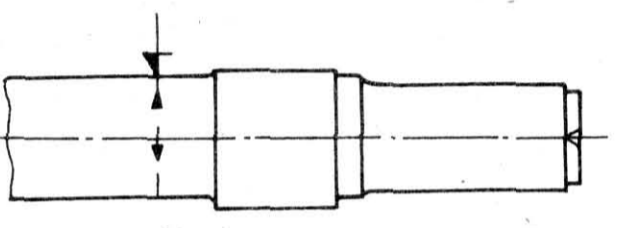
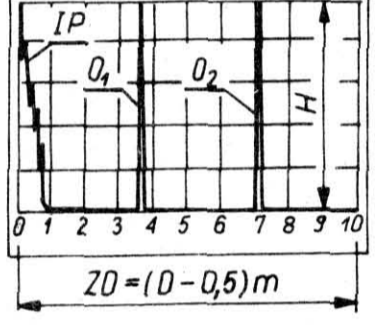
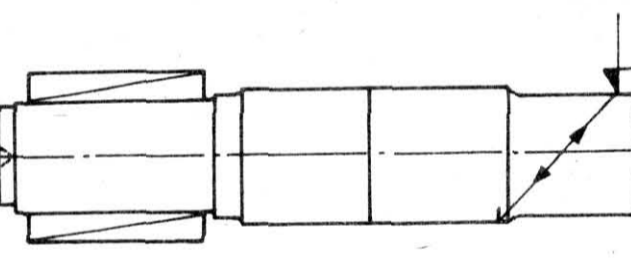
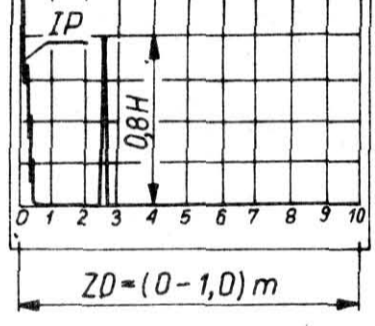
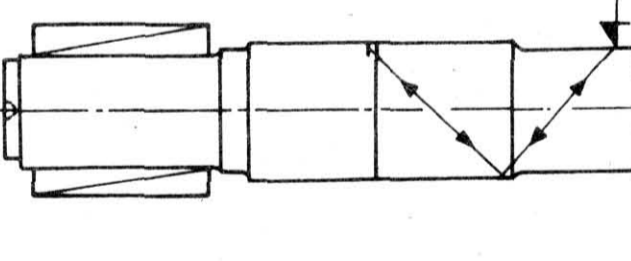
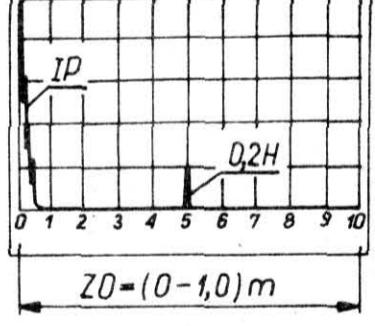

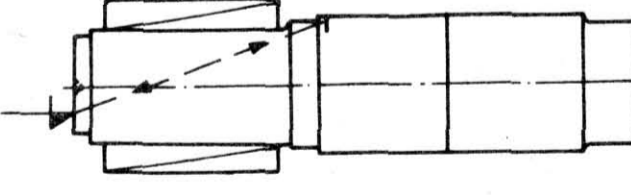
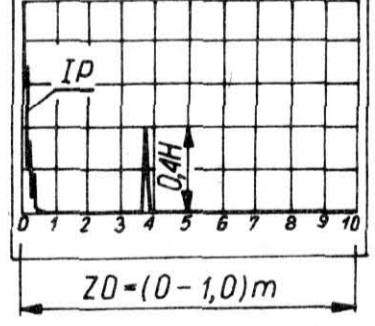

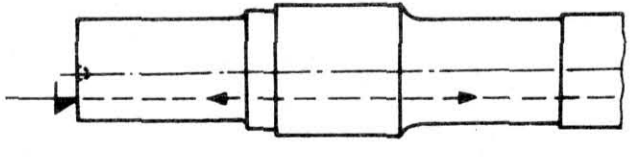
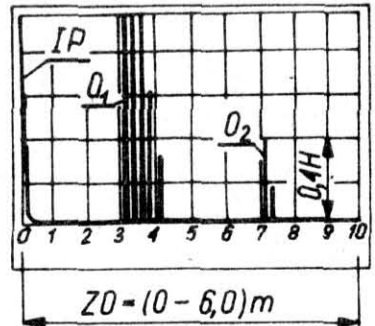
IP - impuls początkowy,
CB - czułość odniesienia,
H - wysokość ekranu,
O₁ - echo z bezpośredniego odbicia fal,
O₂ - echo z dwukrotnego odbicia fal.

O₃ - echo z trzykrotnego odbicia fal,
O₄ - echo z czterokrotnego odbicia fal,
r₁₀₀ - odległość środka głowicy do krzywizny wzorca o promieniu 100 mm,
100 - odległość powierzchni odbijającej od miejsca przyłożenia głowicy,
50 - droga odpowiadająca przejściu fali podłużnej w stali przy przyłożeniu głowicy do krążka z pleksiglasu.

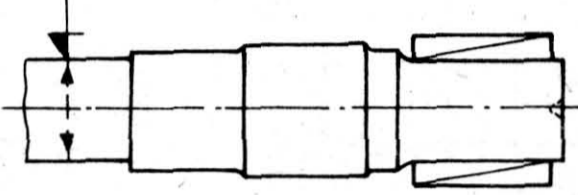
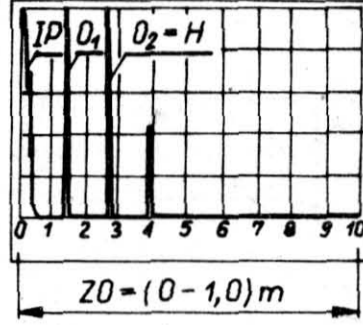
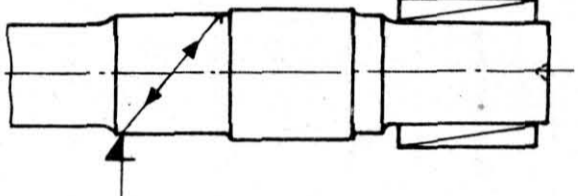
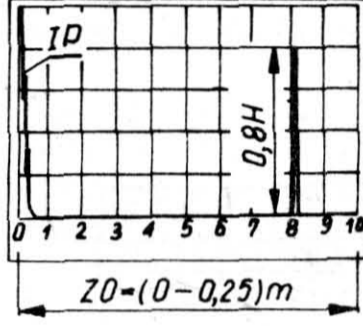
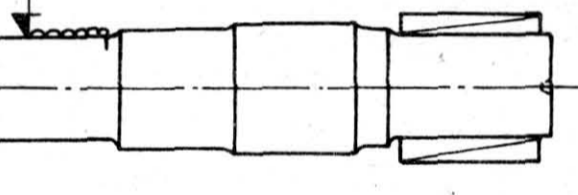
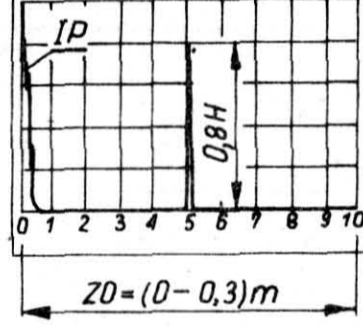
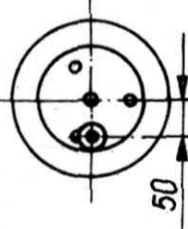
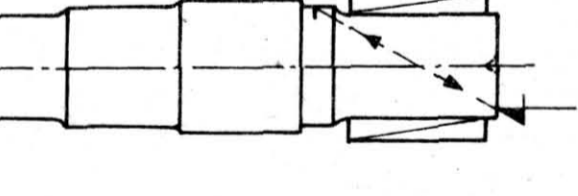
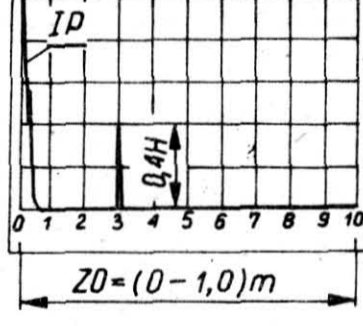

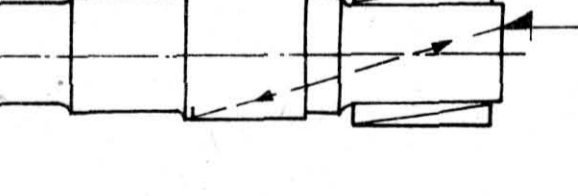
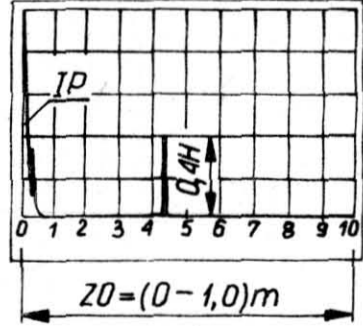
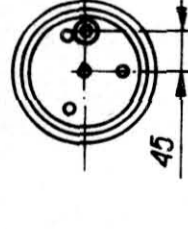
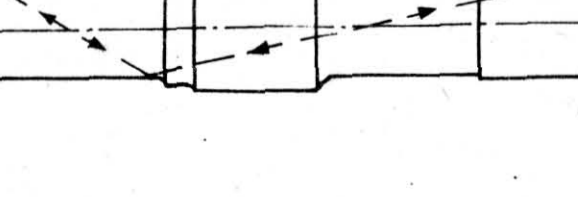
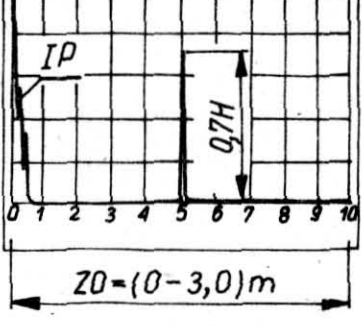
Tablica 2

Lp.	Powierzchnia czołowa osi	Miejsce przyłożenia głowicy	Oscylogram	Typ głowicy	Głębokość nacięcia w mm lub powierzchnia odbijająca fale	Podwyższona czułość układu defektoskop-głowica, dB
1	2	3	4	5	6	7
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SP45						
1				L0°	-	26
2	-			L0°	-	20
3	-			T45°	2,0	28
4	-			T45°	4,0	28
5				L23°	7,0	36
6				L14	4,5	40


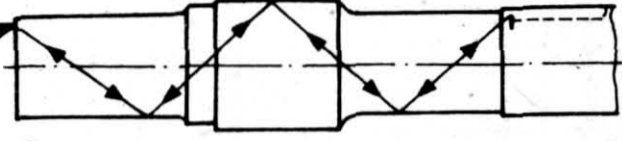
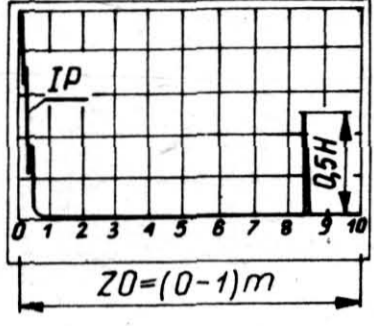
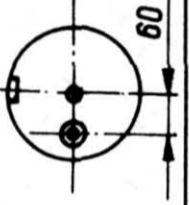
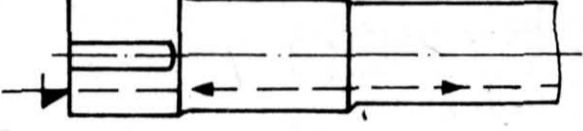
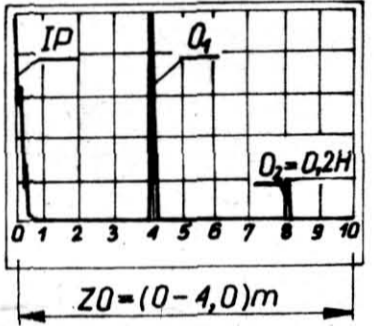
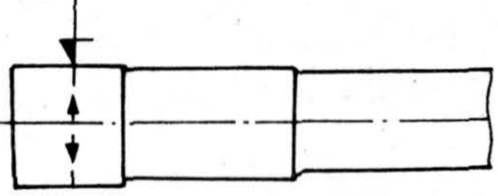
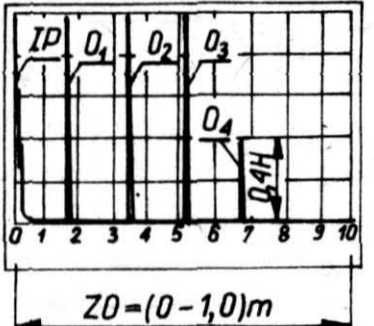
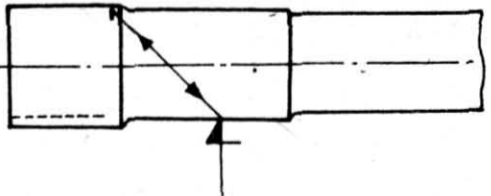
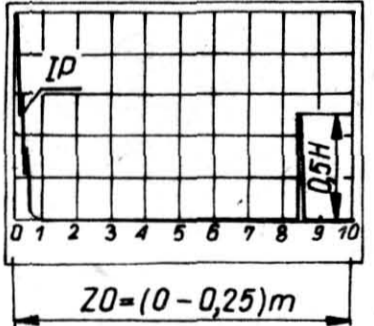
cd. tabl.2

Lp.	Powierzchnia czołowa osi	Miejsce przyłożenia głowicy	Oscylogram	Typ głowicy	Głębokość nacięcia w mm lub powierzchnia odbijająca fale	Podwyższona czułość układu defektoskop-głowica, dB
1	2	3	4	5	6	7
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM42						
7				L0°	-	25
8	-			L0°	-	18
9	-			T45°	3,0	20
10	-			T45°	2,0	30
11				L15,5	3,0	45
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM30						
12				L0°	-	31

cd. tabl. 2

Lp.	Powierzchnia czołowa osi	Miejsce przyłożenia głowicy	Oscylogram	Typ głowicy	Głębokość nacięcia w mm lub powierzchnia odbijająca fale	Podwyższona czułość układu defektoskop-głowica, dB
1	2	3	4	5	6	7
13	-			L0°	-	11
14	-			T45°	2,0	38
15	-			R90°	2,0	15
16				L26°	1,5	36
17				L12°	2,0	36
18				L42°	6,0	48

cd. tabl.2

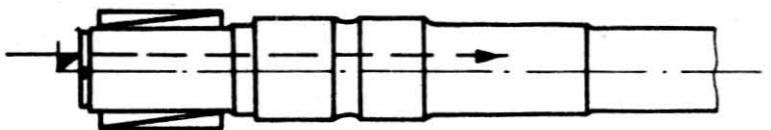
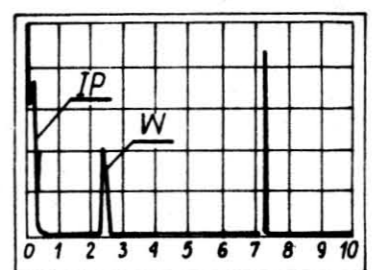
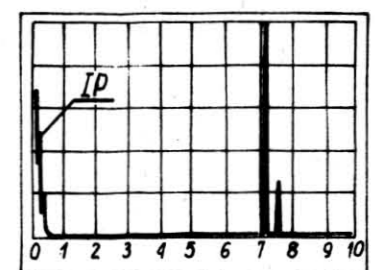
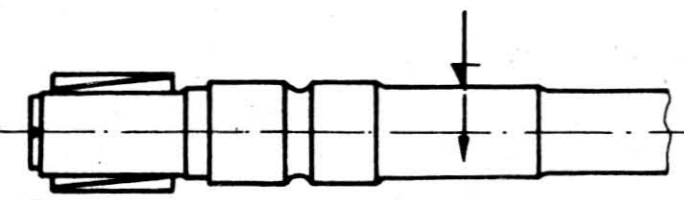
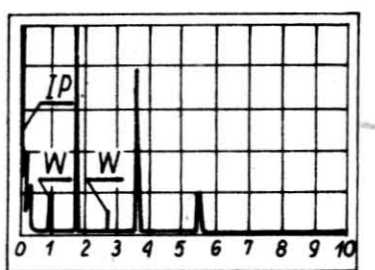
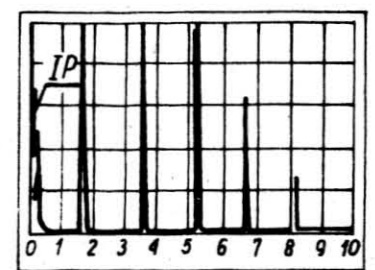
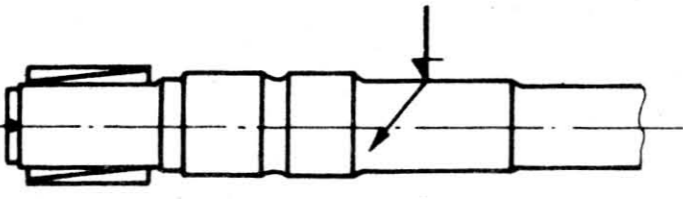
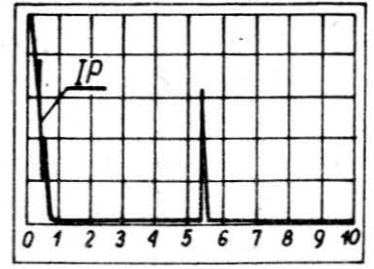
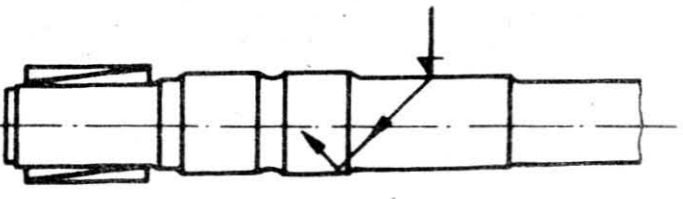
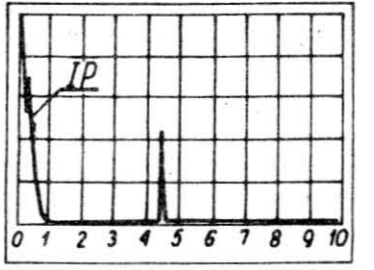
Lp.	Powierzchnia czołowa osi	Miejsce przyłożenia głowicy	Oscylogram	Typ głowicy	Głębokość nacięcia w mm lub powierzchnia odbijająca fale	Podwyższona czułość układu defektoskop-głowica, dB
1	2	3	4	5	6	7
19				T45°	6,0	48
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM03						
20				L0°	-	30
21	-			L0°	-	20
22	-			T45°	1,0	32

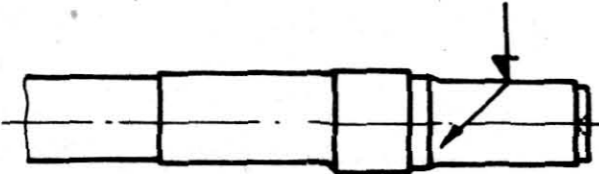
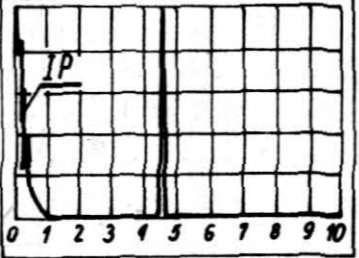
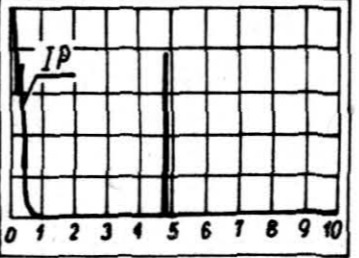
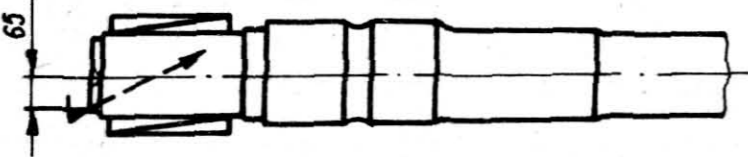
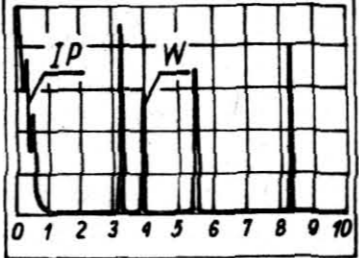
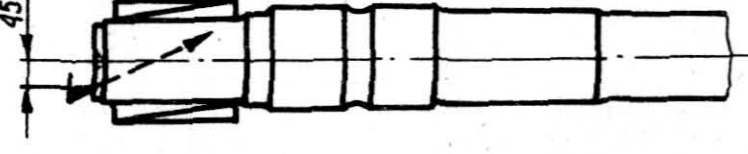
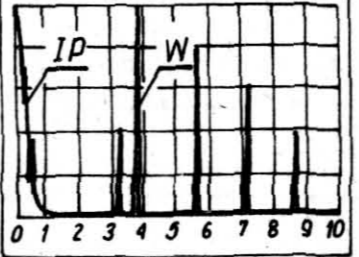
KONIEC

Załącznik

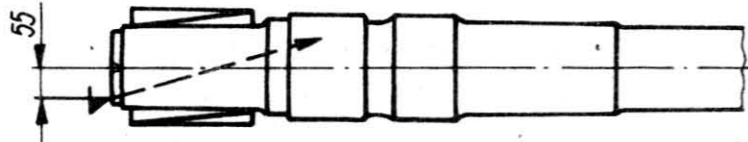
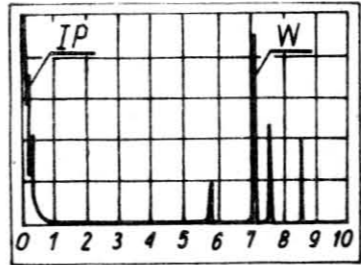
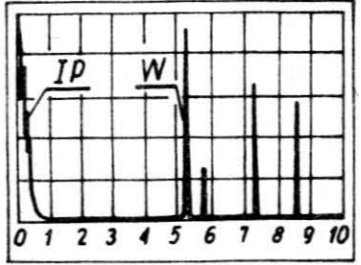

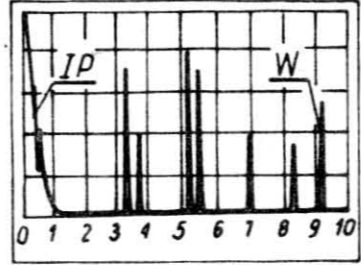
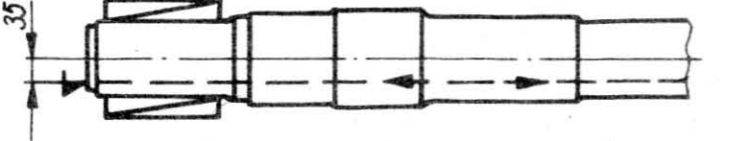
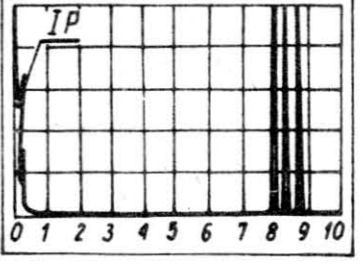
Informacje dodatkowe

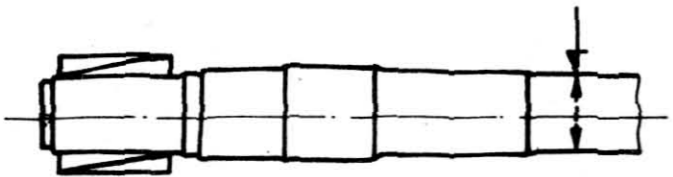
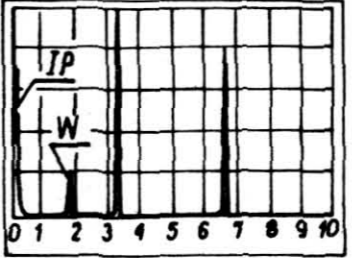
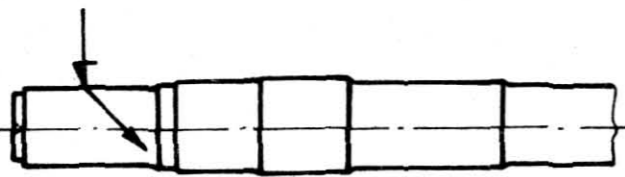
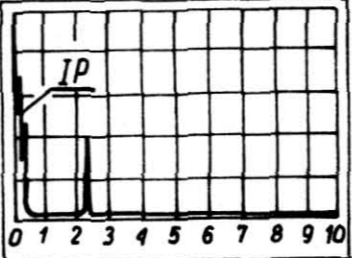
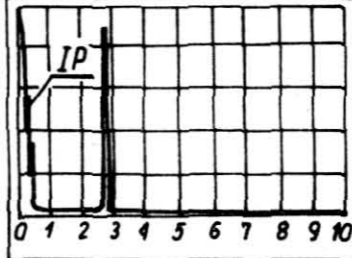
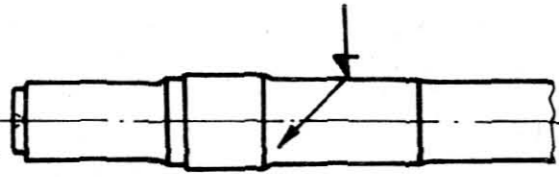
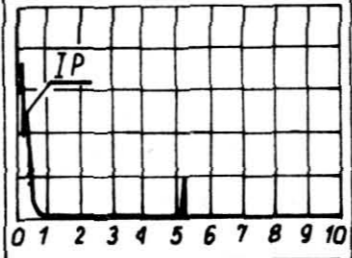
ZESTAWIENIE OSCYLOGRAMÓW

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SP45						
1		L0°	—	—		
2		L0°	—	—		
3		T45°	2,0	 ⑦	—	—
4		T45°	4,0	 ④	—	—

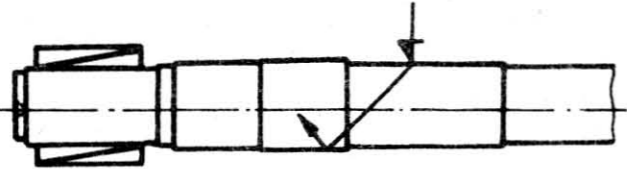
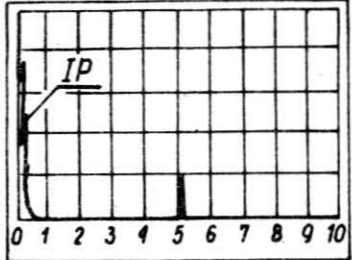
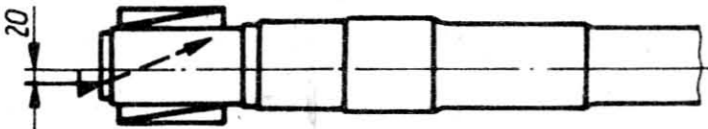
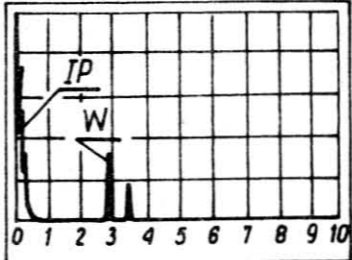
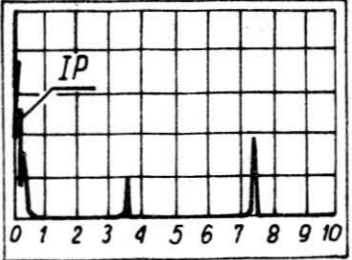
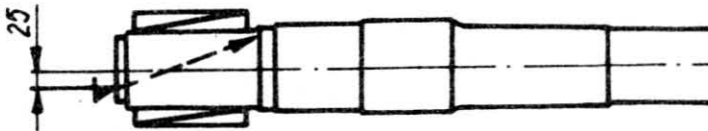
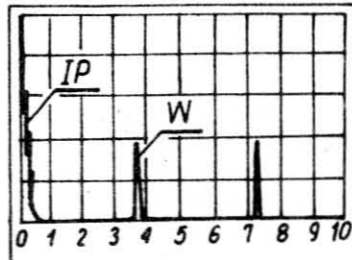
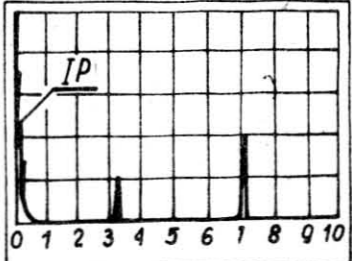
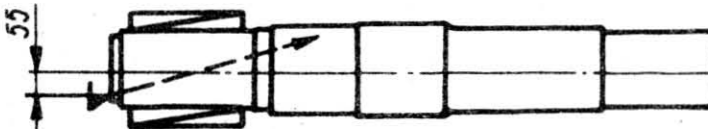
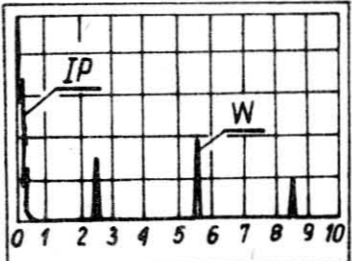
Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
5		T45°	2,0	 <p style="text-align: center;">①</p>	—	—
		T45°	2,5	 <p style="text-align: center;">②</p>	—	—
6		L23°	2,0	 <p style="text-align: center;">②</p>	—	—
7		L23°	2,0	 <p style="text-align: center;">①</p>	—	—

cd. tablicy

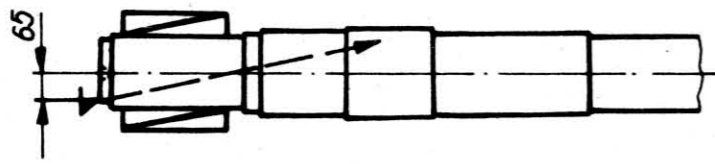
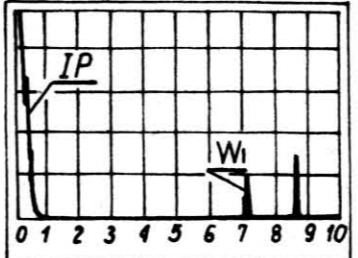
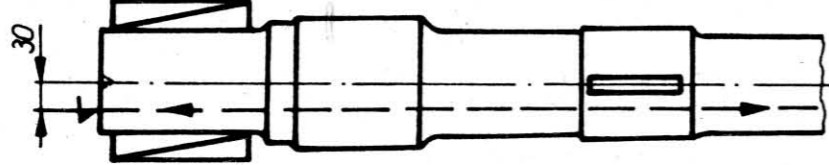
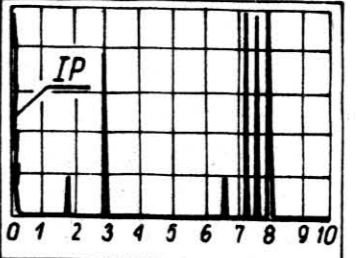
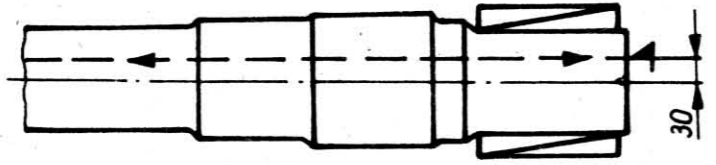
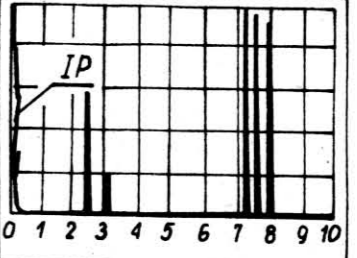
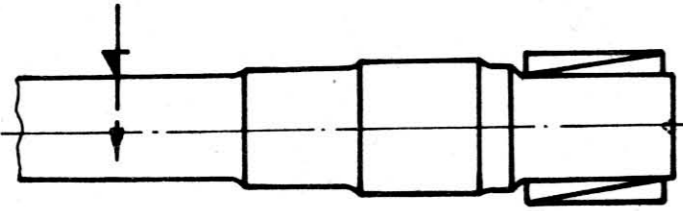
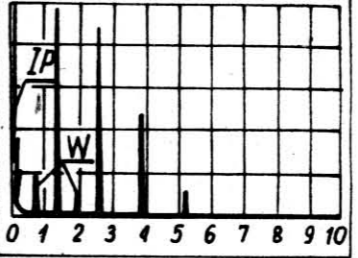
Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
8		L14°	3,5	 <p style="text-align: center;">⑦</p>	—	—
		L14°	3,0	 <p style="text-align: center;">④</p>	—	—
9		L14°	7,0	 <p style="text-align: center;">⑥</p>	—	—
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM42						
10		L0°	—	—	—	

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
11		L0°	—	—		—
12		T45°	1,5		—	—
		T45°	3,0		—	—
13		T45°	2,0		—	—

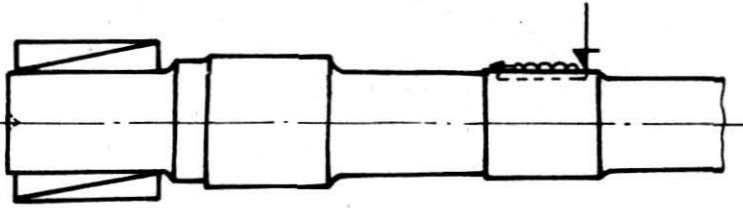
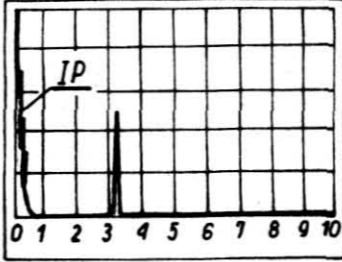
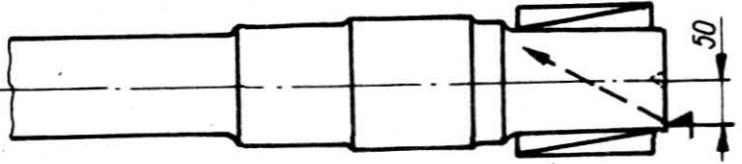
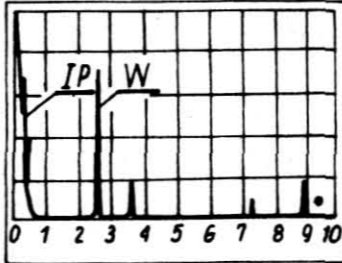
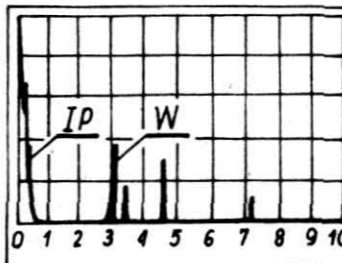
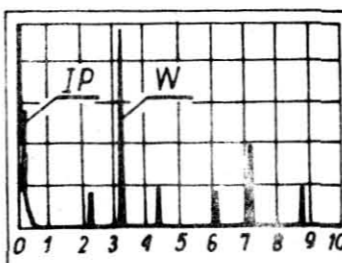
cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
14		T45°	2,0	 <p style="text-align: center;">⑤</p>	—	—
15		L15,5°	1,5	 <p style="text-align: center;">①</p>	—	
16		L15,5°	3,0	 <p style="text-align: center;">③</p>	—	
17		L15,5°	2,0	 <p style="text-align: center;">⑤</p>	—	—

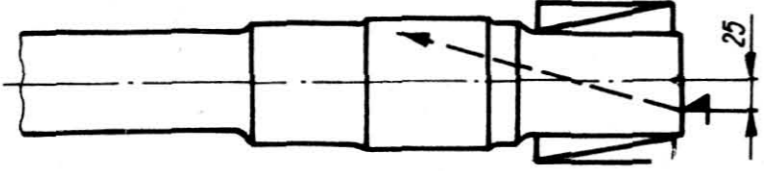
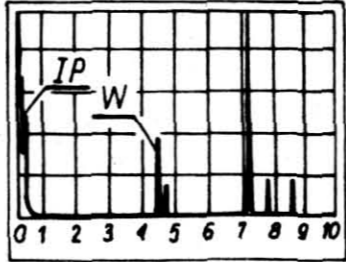
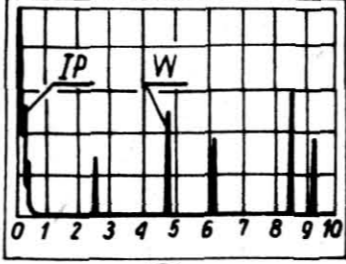
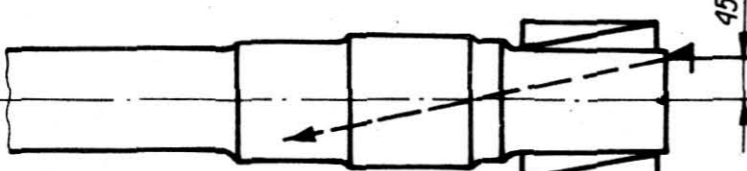
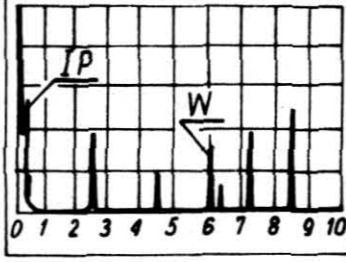
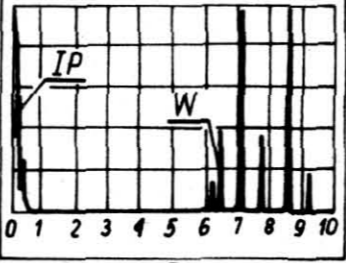
cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
18		L15,5°	3,0	 <p style="text-align: center;">⑦</p>	—	—
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM30						
19		L0°	—	—	—	
20		L0°	—	—	—	
21		L0°	—	—		—

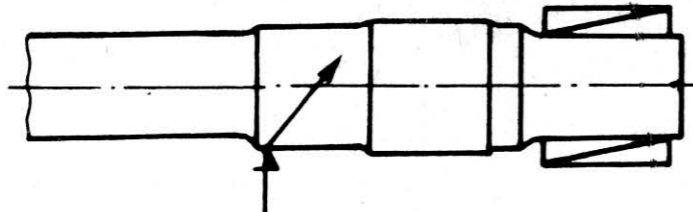
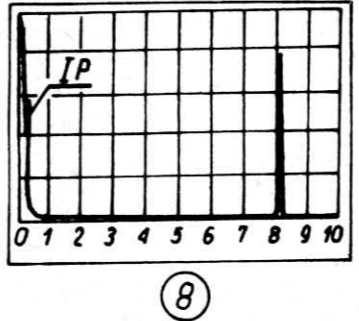
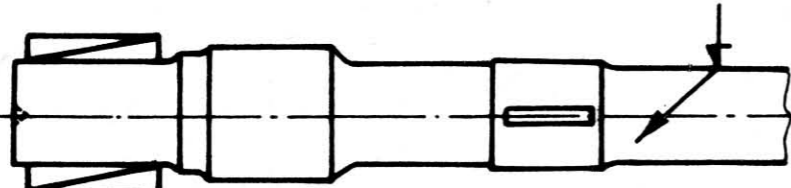
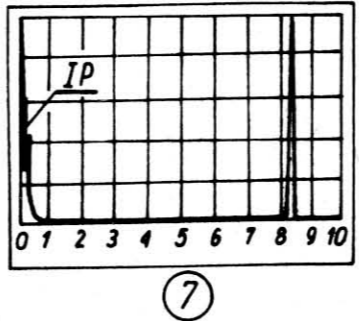
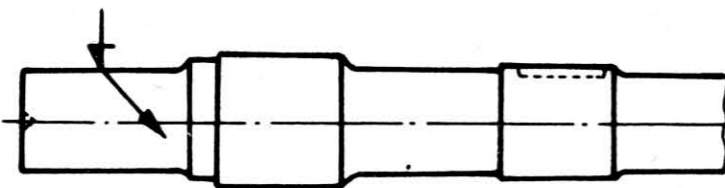
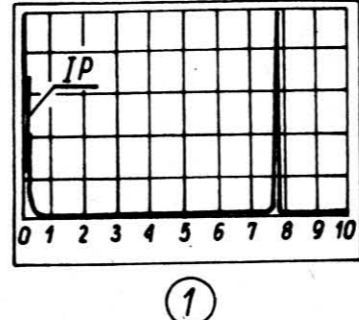
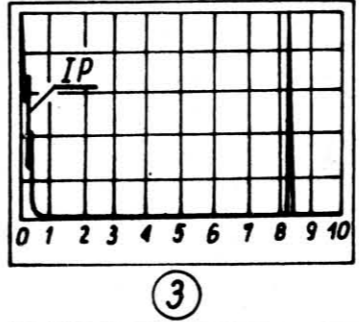
cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
22		R90°	2,0	 <p style="text-align: center;">⑥</p>	—	—
23		L26°	1,0	 <p style="text-align: center;">①</p>	—	—
		L26°	1,5	 <p style="text-align: center;">②</p>	—	—
		L26°	1,5	 <p style="text-align: center;">③</p>	—	—

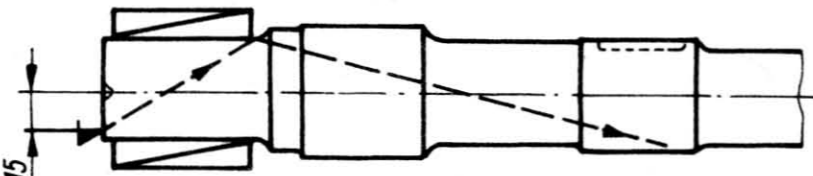
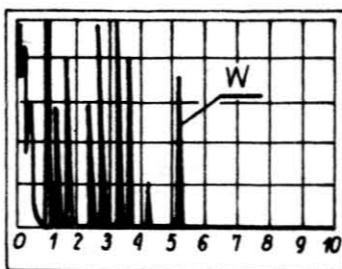
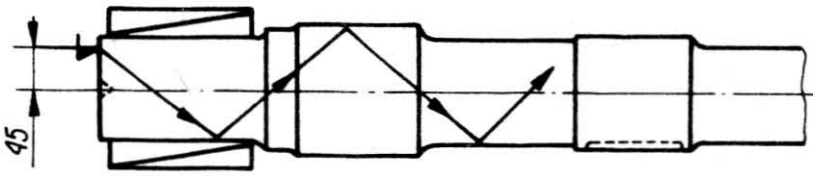
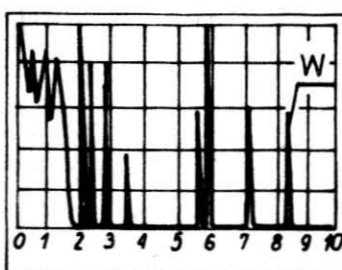
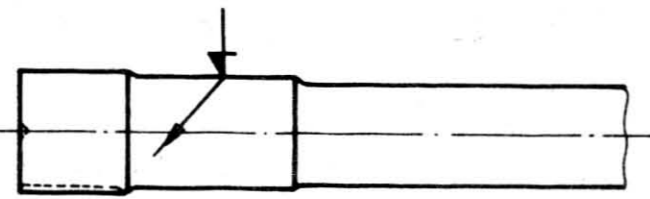
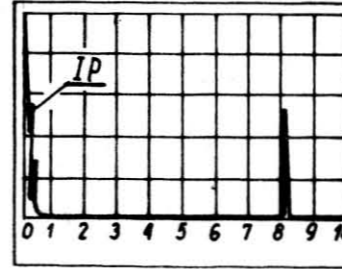
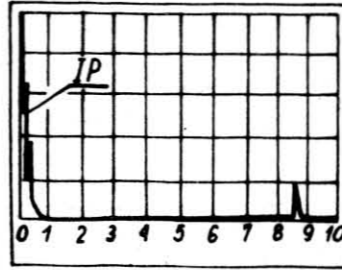
cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze 1)	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
24		L12°	2,0	 <p style="text-align: center;">④</p>	—	—
		L12°	2,0	 <p style="text-align: center;">⑧</p>	—	—
25		L12°	3,0	 <p style="text-align: center;">⑨</p>	—	—
		L12°	2,0	 <p style="text-align: center;">⑩</p>	—	—

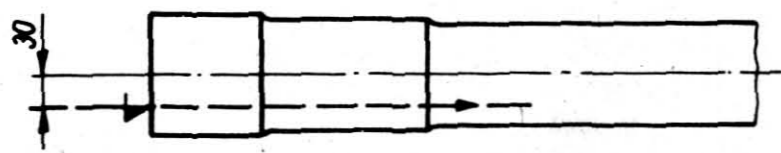
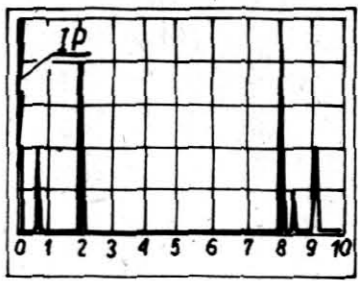
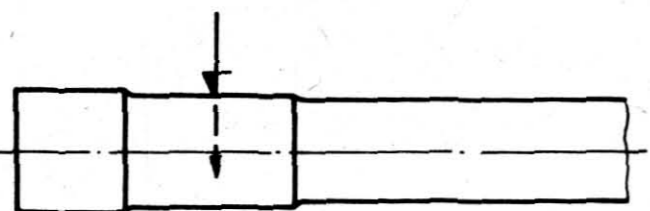
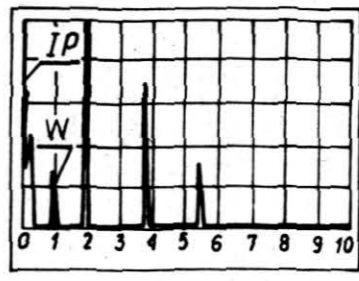
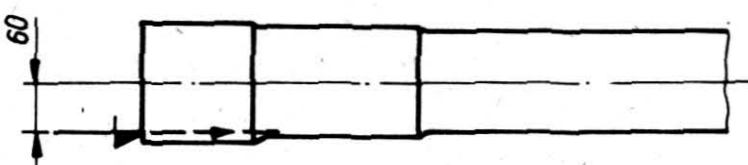
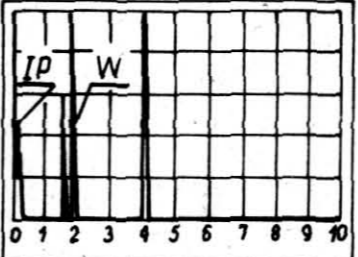
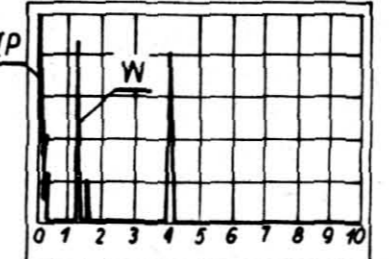
cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ⁴⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
26		T45°	2,0		—	—
27		T45°	5,0		—	—
28		T45°	1,0		—	—
		T45°	1,5		—	—

cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze 1)	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
29		L42°	6,0	 ⑦	—	—
30		T45°	6,0	 ⑥	—	—
OSIE LOKOMOTYW SPALINOWYCH SERII SM03						
31		T45°	1,0	 ①	—	—
		T45°	4,0	 ③	—	—

cd. tablicy

Lp.	Miejsce przyłożenia głowicy	Typ głowicy	Orientacyjna głębokość pęknięcia mm	Echo pęknięcia wykrytego w obszarze ¹⁾	Echo wady materiału	Echo powierzchni ograniczającej (brak wady)
1	2	3	4	5	6	7
32		L0°	—	—	—	
33		L0°	—	—		—
34		L0°	1,0	 ①	—	—
		L0°	1,0	 ③	—	—

¹⁾ Obszary wykrywanych pęknięć: ① - w czopie, ② - w przedpiaściu, ③ - w podpiaściu pod koło bosc od strony czopa, ④ - w podpiaściu pod koło bosc od strony części środkowej osi, ⑤ - pomiędzy podpiaściami pod koło bosc i zębate, ⑥ - w podpiaściu pod koło zębate od strony czopa, ⑦ - w podpiaściu pod koło zębate od strony części środkowej osi, ⑧ - na zaokrąglonym przejściu od podpiaścia do czopa podparcia silnika trakcyjnego, ⑨ - na czopie podparcia silnika trakcyjnego od strony części środkowej osi, ⑩ - na zaokrąglonym przejściu od czopa podparcia silnika trakcyjnego do części środkowej osi.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa, Warszawa.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-79/3518-02/13.

Zakres normy rozszerzono o badania osi lokomotyw spalinowych serii SM42, SM30 i SM03.

3. Normy związane

PN-76/M-70050 Badania nieniszczące. Metody ultradźwiękowe. Nazwy i określenia

PN-75/M-70051 Badania nieniszczące metodami ultradźwiękowymi. Wzorzec kontrolny W1

PN-75/M-70054 Badania nieniszczące metodami ultradźwiękowymi. Wzorzec kontrolny W2

PN-77/M-70055 Badania nieniszczące. Metody ultradźwiękowe. Badanie spoin w złączach doczołowych

BN-75/3518-02/00 Nieniszczące metody badań. Wytyczne przeprowadzania badań ultradźwiękowych części pojazdów szynowych i elementów stalowych nawierzchni kolejowej

BN-75/3518-02/01 Nieniszczące metody badań. Badania ultradźwiękowe osi zestawów kołowych elektrycznych

zespołów trakcyjnych 3000 V

BN-76/3518-02/02 Nieniszczące metody badań. Badania ultradźwiękowe osi zestawów kołowych lokomotyw elektrycznych

BN-78/3518-02/03 Nieniszczące metody badań. Badania ultradźwiękowe osi zestawów kołowych parowozów

4. Autorzy projektu normy - mgr inż. Roman Bawolski, dr inż. Eugeniusz Chmiel, Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa.

5. Literatura

Internationaler Eisenbahnverband UIC, Forschungs-und Versuchsamt ORE, Frage E-29. Neuzeitliche zerstörungsfreie Werkstoffprüfung der Metalle Katalog Anwendung der Prüfmethoden. Empfehlungen Schlussbericht. Utrecht Juli 1962.

Instructiuni pentru centrelul ultrasenie in exploatare.

Al osuler mentate ale locomotiveler disel-hidraulice. Pentru oale cu scartament normal. Bucuresti 1973.

British Railways Board. Standard Instruction for maintenance of lokomotives and rollig steck, 1968.