

SILNIKI I MASZYNY ENERGETYCZNE NIEELEKTRYCZNE	NORMA BRANŻOWA Silniki z zapłonem samoczynnym Pompy wtryskowe z napędem własnym Wymagania i badania	BN-72 1301-01
		Grupa katalogowa V 24

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące podstawowych parametrów pracy pomp wtryskowych z napędem własnym stosowanych w układach zasilania silników z zapłonem samoczynnym.

1.2. Zakres stosowania. Niniejszą normę należy stosować przy badaniach kontrolnych i odbiorczych na standach próbnych kompletnych pomp wtryskowych (tj. z regulatorem, przestawiaczem wtrysku, pompą zasilającą i sprzęgłem), jak również pomp wtryskowych z częściowym wyposażeniem lub bez wyposażenia, uprzednio wyregulowanych i dotartych zgodnie z dokumentacją techniczną.

Do każdego rodzaju pomp przedstawionych do odbioru należy załączyć charakterystykę określającą te punkty pomiarowe, których spełnienie daje gwarancję niezawodności pracy pompy.

2. WYMAGANIA

2.1. Wygląd zewnętrzny. Powierzchnie zewnętrzne pomp wtryskowej, regulatora i pompy zasilającej powinny być gładkie, bez zadziórów i skutecznie zabezpieczone przed korozją.

2.2. Szczelność połączeń pompy wtryskowej. Wycieki w miejscach połączeń i przez powierzchnie zewnętrzne w zmontowanej pompie podczas pracy, jak i postoiu są niedopuszczalne.

2.3. Płynność ruchu elementów sterujących. Zębata pompy wtryskowej (regulacja podawanie paliwa) i inne ele-

menty regulacji powinny płynnie przesuwać się między położeniami granicznymi.

Zacinanie się lub występowanie oporu ograniczającego swobodę ruchu jest niedopuszczalne.

2.4. Paliwo. Pompy wtryskowe powinny być przystosowane do pracy na oleju napędowym wg PN-67/C-96048.

2.5. Smarowanie. Pompy wtryskowe powinny być napel-niane olejem do wymaganego poziomu oznaczonego przez producenta. Rodzaj i gatunek oleju określa producent.

2.6. Podstawowe parametry pracy pompy zasilającej

2.6.1. Podciśnienie ssania przy całkowitej zamkniętym dopływie oleju napędowego dla:

a) pompy ręcznej napędzanej z częstotliwością 60 ± 100 suwów tłoczka w ciągu 1 min nie powinno być mniejsze niż 25 kPa,

b) pompy zasilającej przy prędkości obrotowej wałka napędzającego $n = 600$ obr/min nie powinno być mniejsze niż 50 kPa.

2.6.2. Ciśnienie tłoczenia wytwarzane przez pompę zasilającą przy prędkości wałka napędzającego $n = 600$ obr/min i zamkniętym zaworze dławicowym powinno wynosić od 0,15 do 0,3 MPa.

2.6.3. Wydatek pompy zasilającej przy prędkości obrotowej wałka napędzającego $n = 600$ obr/min i ciśnieniu w przewodzie tłoczącym $p = 60 \pm 70$ kPa powinien być zgodny z dokumentacją techniczną.

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa
Ustanowiona przez Zjednoczenie Przemysłu Lotniczego i Silnikowego PZL dnia 24 marca 1972 r.
jako norma obowiązująca produkcji i napraw od dnia 1 lipca 1972 r.
(Dz. Norm. i Mier nr 46/1973 poz. 134)

2.7. Podstawowe parametry pracy pompy wtryskowej

2.7.1. Początek lub koniec tłoczenia paliwa przez sekcję pierwszego cylindra¹⁾ określa się w mm (wielkością ustawienia skoku wstępnego tłoczka) z dokładnością $\pm 0,05$ mm lub w stopniach obrotu wałka krzykowego pompy z dokładnością ± 20 min, mierzonych na skali kątowej wrzeciona stanowiska określającego odpowiednie położenie kątowe wałka krzykowego pompy.

Wyżej podane odchyłki są dopuszczalne od wartości nominalnych podanych w dokumentacji technicznej.

Położenie wałka krzykowego odpowiadające momentowi początku lub końca tłoczenia pierwszej sekcji oraz kierunku obrotów (wałka krzykowego) powinny być oznakowane na korpusie pompy i wałka krzykowym w sposób trwały. Miejsce i sposób nanoszenia znaków określano w dokumentacji konstrukcyjnej.

2.7.2. Kolejność pracy poszczególnych sekcji pompy wtryskowej wielosekcyjnej określa się w stopniach obrotu wałka krzykowego z dokładnością $\pm 0,5^\circ$, przyjmując, że zerowym punktem do określania tych kątów jest początek lub koniec tłoczenia paliwa przez sekcję pierwszego cylindra. Dokładność ustawienia kolejności pracy między sekcjami powinna być utrzymana w granicach 1° . Zalecaną kolejność pracy sekcji tłoczących pomp wtryskowych podano w tabl. 1.

Tablica 1

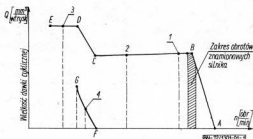
Liczba sekcji tłoczących	Kolejność pracy sekcji tłoczących
2	1-2
3	1-2-3
4	1-3-4-2
6	1-5-3-6-2-4
8	1-3-2-5-8-6-7-4
12 *	1-4-9-8-5-2-11-10-3-6-7-12

* Inną kolejność pracy sekcji tłoczących należy uzgodnić przy zamówieniu.

2.7.3. Dawkowanie sekcji tłoczących oraz podstawowe charakterystyki prędkościowe. Odpowiednie charakterystyki i punkty pomiarowe dawkowania należy dobrać w zależności od typu i wyposażenia pompy.

Wielkość dawkowania w punktach 1, 2, 3, 4 wg rys. 1 wraz z dopuszczalnymi odchyłkami (których nie ustalono w niniejszej normie) oraz podstawowe charakterystyki szybkościowe (regulatorowe) podane na rys. 1 powinny być określone w dokumentacji technicznej.

¹⁾ Sekcja pierwszego cylindra jest to sekcja tłocząca paliwo do pierwszego cylindra silnika.



Rys. 1. Przebieg pełnej charakterystyki prędkościowej wydatku pompy wtryskowej

AB - charakterystyka prędkościowa regulatorowa, BC - charakterystyka prędkościowa pompy wtryskowej, DE - charakterystyka prędkościowa pompy wtryskowej przy dawce wzbogaconej, FG - charakterystyka regulatorowa wolnych obrotów biegu luzem, A - koniec wyłączenia dawki przez regulator, B - prędkość obrotowa początku wyłączenia dawki przez regulator, G - początek pracy regulatora na wolnych obrotach biegu luzem, F - koniec pracy regulatora na wolnych obrotach biegu luzem, I - dawka pomiarowa - dawka paliwa przy ustawieniu dźwigni sterującej w położeniu odpowiadającym maksymalnemu wydatkowi i przy prędkości obrotowej pompy wtryskowej odpowiadającej 50 do 95% prędkości znamionowej silnika. Dopuszczalne odchyłki wielkości dawki $\pm 3\%$, 2 - dawka paliwa przy ustawieniu dźwigni sterującej jak w punkcie charakterystyki i prędkości obrotowej pompy odpowiadającej około 50% prędkości znamionowej silnika, 3 - dawka paliwa potrzebna do rozruchu silnika, 4 - dawka wolnych obrotów - dawka potrzebna do równomiernej pracy silnika przy wolnych obrotach biegu luzem.

2.7.4. Równomierność dawkowania oleju napędowego.

Pompy wtryskowe wielosekcyjne powinny być wyregulowane pod względem równomierności dawkowania oleju napędowego przez poszczególne sekcje.

Dopuszczalne rozbieżności dawkowania między sekcjami w odniesieniu do dawki średniej mierzonego zakresu nie mogą przekraczać danych w tabl. 2.

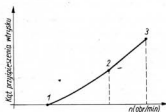
Tablica 2

Liczba sekcji w pompie	Dopuszczalne rozbieżności między sekcjami w % przy sprawdzaniu	
	dawki pomiarowej (punkt 1 wg rys. 1)	dawki wolnych obrotów (punkt 4 wg rys. 1)
2 ÷ 4	4	20
6 ÷ 8	5	25
10 i więcej	6	30

2.7.5. Charakterystyka automatycznego przestawiacza wtrysku.

Dla pomp wtryskowych z automatycznym przestawiaczem wtrysku powinny być podane charakterystyczne wartości prędkości obrotowych i odpowiadające im kąty przyspieszenia wtrysku co najmniej w 3 punktach oznaczonych na rys. 2.

Dopuszczalne odchyłki kąta przyspieszenia wtrysku w stosunku do danych w dokumentacji nie mogą być większe niż $\pm 1^\circ$.



Rys. 2. Charakterystyka automatycznego przestawiacza wtrysku

1 - początek działania przestawiacza wtrysku, 2 - punkt pośredni, 3 - koniec działania przestawiacza wtrysku.

2.8. Cechowanie. Wszystkie pompy, jak też ich podzespoły i części powinny być cechowane zgodnie z dokumentacją techniczną, z wyjątkiem tych części, które ze względu na swój charakter nie podlegają znakowaniu.

Na każdej pompie, w miejscu określonym dokumentacją, powinna być przymocowana tabliczka znamionowa lub oznaczenie na korpusie pompy zawierające co najmniej następujące dane:

- a) znak wytwórni,
- b) oznaczenie pompy,
- c) rok produkcji,
- d) znak kontroli technicznej.

3. BADANIA

3.1. Rodzaje badań

- a) sprawdzenie wyglądu zewnętrznego i cechowania (2.1 i 2.8),
- b) sprawdzenie szczelności połączeń pompy wtryskowej (2.2),
- c) sprawdzenie płynności ruchu elementów sterujących (2.3),
- d) sprawdzenie podciśnienia ssania pompy zasilającej (2.6.1),
- e) sprawdzenie ciśnienia tłoczenia pompy zasilającej (2.6.2),
- f) sprawdzenie wydatku pompy zasilającej (2.6.3),
- g) sprawdzenie początku lub końca tłoczenia przez sekcję pierwszego cylindra oraz oznakowania (2.7.1),
- h) sprawdzenie kolejności pracy poszczególnych sekcji (2.7.2),
- i) sprawdzenie wielkości dawkowania sekcji tłoczących, równomierności dawkowania oleju napędowego oraz charakterystyk prędkościowych (2.7.3 i 2.7.4),

j) sprawdzenie charakterystyki automatycznego przestawiacza wtrysku (2.7.5),

k) sprawdzenie działania regulatora (2.7.3).

3.2. Stanowisko do badań. Badania pomp wtryskowych wykonuje się na specjalnych stanowiskach probierczych, które powinny spełniać następujące wymagania:

a) napęd z urządzeniem pomiarowym prędkości obrotowej powinien zapewniać stałość zadanej prędkości obrotowej wałka napędzającego pompy z dokładnością ± 5 obr/min w ciągu 5 min,

b) stanowiskowe urządzenia pomiarowe dawkowania powinny zapewniać dokładność pomiaru $\pm 0,2 \text{ cm}^3$ przy pomiarze objętości do 30 cm^3 ,

c) obrotomierz powinien zapewniać pomiar prędkości obrotowej wałka krzywkowego pompy przy znamionowej prędkości obrotowej z dokładnością ± 10 obr/min,

d) licznik wtrysków paliwa powinien zapewniać pomiar minimum 200 wtrysków z dokładnością do ± 1 wtrysku,

e) ciśnieniomierz i podciśnieniomierz stanowiska powinny mieć klasę niedokładności co najmniej 1,0 wg PN-75/M-42304,

f) termometr powinien zapewniać pomiar temperatury z dokładnością do $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ($\pm 5 \text{ K}$),

g) przewody wysokiego ciśnienia powinny mieć jednakową długość $600 \pm 5 \text{ mm}$ i średnicę wewnętrzną $2 \pm 0,1 \text{ mm}$,

h) stanowisko powinno być wyposażone we wtryskiwacze stoiskowe wyregulowane na ciśnienie otwarcia $17 \pm 0,5 \text{ MPa}$ oraz odpowiednio dobrane do wydatku ze zwięzłą tolerancją rozrzutu, dopuszczalne różnice przepustowości powinny być ustalone pomiędzy producentem i odbiorcą,

i) przewód doprowadzający olej napędowy lub kalibrol ze zbiornika do pompy zasilającej powinien mieć długość $1,5 \pm 2 \text{ m}$ i średnicę wewnętrzną $8 - 10 \text{ mm}$,

j) wrzeciono stanowiska powinno być wyposażone w tarczę z nacłętą podziałką kątową umożliwiającą sprawdzenie kątów początku lub końca tłoczenia z dokładnością ± 20 min.

3.3. Warunki przeprowadzania badań

3.3.1. Pomieszczenie do badań. Badania należy wykonywać w pomieszczeniu zamkniętym o temperaturze $20 \pm 5^\circ\text{C}$ (około $293 \pm 5 \text{ K}$) i wilgotności względnej nie przekraczającej 80%.

3.3.2. Przygotowanie do badań. Przed rozpoczęciem badań pompa wtryskowa powinna:

- a) znajdować się przez co najmniej 4 h w pomieszczeniu odpowiadającym wymaganiom podanym w 3.3.1,
- b) pracować na stanowisku probierczym przez co najmniej 10 min - w przypadku pomp o wydajności do $50 \text{ mm}^3/\text{skok}$, lub 20 min - w przypadku pomp o większym wydatku jak $90 \text{ mm}^3/\text{skok}$.

3.3.3. Olej napędowy. Do badań należy stosować olej napędowy o lepkości $3 \pm 4 \text{ cSt}$ ($1, 20 \pm 1, 29^\circ\text{C}$) przy temperaturze 20°C wg PN-67/C-96048 lub kalibrol wg BN-72/0535-30.

Olej napędowy lub kalibrol nie powinny zawierać zanieczyszczeń o wielkości przekraczającej $1 \mu\text{m}$. Temperatura oleju napędowego lub kalibrolu powinna w czasie badań wynosić $35 \pm 2, 5^\circ\text{C}$ (około $308 \pm 2, 5 \text{ K}$).

3.3.4. Dobór ilości wtrysków przy pomiarze dawkowania. Ilość wtrysków należy dobierać tak, aby objętość wtryskiwanego oleju napędowego (paliwa) w czasie jednego pomiaru nie była mniejsza niż 5 cm^3 w przypadku kontroli dawkowania na wolnych obrotach biegu luzem oraz nie mniejsza niż 15 cm^3 w przypadku pełnego wychylenia dźwigni sterującej.

3.4. Opis badań

3.4.1. Sprawdzenie wyglądu zewnętrznego należy przeprowadzać przez oględziny gołym okiem.

3.4.2. Sprawdzenie szczelności należy przeprowadzać w czasie pracy na stanowisku, obserwując miejsce połączeń i powierzchnie zewnętrzne.

3.4.3. Sprawdzenie płynności ruchów elementów sterujących należy wykonać, przemieszczając ręką dźwignię sterującą między położeniami granicznymi.

3.4.4. Sprawdzenie podciśnienia ssania pompy zasilającej należy przeprowadzać po napełnieniu olejem napędowym lub kalibrolem. Następnie po zamknięciu przepływu w przewodzie ssącym i uruchomieniu pompy na wskaźniku (wakuometrze) podciśnienia podłączonym po stronie ssącej pompy odczytać wartość podciśnienia przy ustalonej prędkości obrotowej wałka napędzającego $n = 600 \text{ obr/min}$.

Podciśnienie ssania wytwarzane przez pompę ręczną należy sprawdzać mierząc wielkość wytwarzanego podciśnienia po stronie ssącej pompy przy częstotliwości suwów tłoczka 60 ± 100 w ciągu minuty.

3.4.5. Sprawdzenie ciśnienia tłoczenia pompy zasilającej należy przeprowadzać po uruchomieniu napędu, odpowiednio w uzyskaniu prędkości obrotowej wałka napędzającego $n = 600 \text{ obr/min}$. Następnie odciąć wypływ oleju (zamknąć zawór dławiący) i odczytać na wskaźniku ciśnienie po stronie tłoczącej wartości wytwarzanego ciśnienia.

3.4.6. Sprawdzenie wydatku pompy zasilającej należy przeprowadzać przy prędkości obrotowej wałka napędzającego $n = 600 \text{ obr/min}$ i ciśnieniu w przewodzie tłoczącym $60 \pm 70 \text{ kPa}$, mierząc ilość wypływającego oleju w jednostce czasu. Czas pomiaru nie może być krótszy niż 15 s .

3.4.7. Sprawdzenie początku lub końca tłoczenia oraz oznakowania należy przeprowadzać przyjmując:

- za początek tłoczenia sekcji położenie tłoka pompy, przy którym górna krawędź sterująca wznoszącego się tłoka zamyka otworek przepływowy w cylindrze (GPT)¹⁾ oraz

- za koniec tłoczenia sekcji położenie tłoka pompy, przy którym dolna krawędź sterująca wznoszącego się tłoka otwiera przepływ w cylindrze (GKT)²⁾.

GPT sekcji pierwszego cylindra należy sprawdzać w pompie mającej elementy tłoczące ze stałym początkiem tłoczenia, przy ustawieniu dźwigni sterującej odpowiadającemu tłoczeniu dawki pomiarowej.

W komorze zasilania pompy wtryskowej należy wytwarzać ciśnienie około 2 MPa zdolne otworzyć zawór tłoczący.

Otworzyć specjalny zawór przy próbnym wtryskiwaczu stanowiska, umożliwiając swobodny przepływ oleju napędowego przez zawór wtryskowy lub odkręcić przewód wtryskowy przy pompie i na końcu sekcji tłoczącej umocować rurkę przelewową z odpływem skierowanym w dół.

Obracając powoli wałek krzykowy w kierunku zgodnym z obrotem silnika należy prowadzić obserwację wypływu oleju napędowego z rurki przelewowej (lub próbnego wtryskiwacza) od momentu, gdy popychacz sprawdzanej sekcji zacznie podnosić się do góry. Ustawienie wałka krzykowego, przy którym wypływ ciągły przechodzi w kropłowy i wynosi około 60 kropli na minutę, należy uważać za GPT.

Przy tym położeniu należy sprawdzić skok wstępny lub odczytać na podziałce kątovej wrzucona ustawienie wałka krzykowego badanej sekcji w GPT, jak również sprawdzić pokrycie się znaków na korpusie pompy i wałka krzykowego.

GKT sekcji pierwszego cylindra należy sprawdzać w pompie mającej elementy tłoczące ze stałym końcem tłoczenia.

Przebieg czynności sprawdzających jest taki sam jak przy sprawdzaniu GPT z tą różnicą, że obracając wałek krzykowy podnosimy wyżej tłok sekcji sprawdzanej, aż dolna krawędź sterująca zacznie odsłaniać otworek przepływowy w cylindrze, a olej napędowy zacznie wypływać z rurki przelewowej.

Ustawienie wałka krzykowego, przy którym wpływ kropłowy w ilości 60 kropli na minutę przechodzi w wypływ ciągły, należy uważać za GKT.

Dopuszcza się sprawdzenie GPT i GKT jak wyżej przy niskim ciśnieniu z tym, że przy tej metodzie konieczny jest demontaż zaworu odcinającego badanej sekcji.

3.4.8. Sprawdzenie odchytek między początkiem lub końcem tłoczenia poszczególnych sekcji względem sekcji tłoczącej pierwszego cylindra należy przeprowadzać po ustawieniu początku lub końca tłoczenia pierwszego cylindra zgodnie z 3.4.7.

¹⁾ GPT - geometryczny początek tłoczenia.

²⁾ GKT - geometryczny koniec tłoczenia.

Sprawdzenie pozostałych sekcji należy wykonać w kolejności wtorku. Obracając wałek krzykowy pompy w kierunku zgodnym z jej kierunkiem obrotów w czasie pracy, obserwować na skali kątownej stanowiska, czy początki lub końce tłoczenia poszczególnych sekcji występują w odstępach podanych w charakterystyce technicznej.

3.4.9. Sprawdzenie wielkości i równomierności dawkowania należy przeprowadzać mierząc ilość wtyskiwanego oleju nappdowego przez poszczególne sekcje tłoczące do naczyń pomiarowych dla liczby wtysków dobranej zgodnie z 3.3.4.

Sprawdzenie wielkości dawkowania wykonać w punktach 1, 2, 3 i 4 podanych na rys. 1.

Sprawdzenie rozbieżności dawkowania wykonać w punktach 1 i 4 podanych na rys. 1. Rozbieżność dawkowania Δ należy określać w procentach wg wzoru

$$\Delta = \frac{2(Q_{\max} - Q_{\min})}{Q_{\max} + Q_{\min}} \cdot 100$$

gdzie:

$Q_{\max}$ - dawka paliwa sekcji, która najwięcej tłoczy w czasie pomiaru, cm^3 ,

$Q_{\min}$ - dawka paliwa sekcji, która tłoczy najmniej w czasie pomiaru, cm^3 .

3.4.10. Sprawdzenie charakterystyki automatycznego przestawiacza wtorku należy przeprowadzać na stanowisku wyposażonym w stroboskop.

Podłączenie lampy stroboskopowej powinno umożliwiać pomiar początku lub końca tłoczenia badanej pompy w sto-

sunku do kąta obrotu wrzeciona stanowiska w funkcji prędkości obrotowej.

Przy prędkościach obrotowych podanych w charakterystyce technicznej wg rys. 2 zmierzyć kąty przestawiacza wtorku.

3.4.11. Sprawdzenie działania regulatora prędkości obrotowej należy przeprowadzać przy współpracy z pompą wtyskową sprawdzoną wg 3.4.2; 3.4.3; 3.4.7; 3.4.8 i 3.4.9.

Działanie regulatora określa się na podstawie pomiaru wielkości dawek paliwa lub położenia listwy sterującej pompy wtyskowej w funkcji prędkości obrotowej w punktach A, B oraz G i F określonych na rys. 1.

3.5. Ocena wyników badań. Wynik badań należy uznać za dodatni, jeżeli pompa wtyskowa przejdzie wszystkie badania wg 3.1 z wynikiem dodatnim w zakresie wymagań ustalonych w niniejszej normie.

3.6. Zaświadczenie o wynikach badań. Do każdej odebranej pompy powinno być dołączone zaświadczenie o wynikach badań, w którym podaje się:

- a) nazwę i znak wytwórcy,
- b) oznaczenie odmiany i typu,
- c) kolejny numer,
- d) datę odbioru,
- e) stwierdzenie zgodności wykonania pompy z wymaganiami normy,
- f) znak i podpis kontroli technicznej.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Instytut Lotnictwa.

2. Istotne zmiany w stosunku do PN-68/S-36006

- a) określono dokładnie zakres stosowania normy,
- b) wprowadzono dopuszczalne tolerancje dawki pomiarowej oraz (dla pomp wielosekcyjnych) rozbieżności dawkowania,
- c) określono jednoznacznie punkty pomiarowe dawkowania,
- d) określono podstawowe parametry pomp zasilających,
- e) dla pomp wtryskowych wyposażonych w regulator wprowadzono obowiązek sprawdzenia jego działania,
- f) wprowadzono obowiązek cechowania pomp, zespołów i części,
- g) usunięto wymaganie dotyczące sprawdzania szczelności wewnętrznej.

Dotychczas obowiązująca PN-68/S-36006 zostaje unieważniona z dniem 1 lipca 1972 r.

3. Normy związane

PN-67/C-96048 Przetwory naftowe. Oleje napędowe
 PN-75/M-42304 Krajowy System Automatyki i Pomiarów
 POLMATIK. Ciśnieniomierze wskazówkowe zwykłe z
 elementami sprężystymi
 BN-72/0535-30 Olej Kalibrol

4. Zalecenia międzynarodowe i normy zagraniczne

RWPG PC 1256-68 Топливная аппаратура автомобилей. Топливные насосы с собственным кулачковым валом. Методы испытаний

NFD TGL 12378 Blatt 1. Einspritzanlagen für Dieselmotoren, Einspritzpumpen. Technische Lieferbedingungen
 TGL 12378 Blatt 2. Einspritzanlagen für Dieselmotoren, Einspritzpumpen. Prüf- und Abnahmebedingungen

ZSRR ГОСТ 10578-63 Насосы топливные дизелей. Типы, основные параметры и технические требования

ГОСТ 8670-69 Насосы топливные автотракторных дизелей. Методы контрольных испытаний

5. Symbol wg SWW - 0719-7.

6. Uwagi do wydania II

- a) wprowadzono zmiany ogłoszone w Biuletynie PKNIM nr 11-12 z 1978 r.,
- b) dostosowane układ do aktualnych wytycznych opracowywania norm.