wycof 1 01 93
1/93 p 3
ob —

UKD 621.431.72/74:621.436-272.22

SILNIKI O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM /WYSOKOPRĘŻNE/	NORMA BRANŻOWA Silniki o zapłonie samoczynnym okrętowe i kolejowe SPRĘŻYNY OGÓLNEGO PRZEZNACZENIA Wymagania i badania	BN-84/1341-52 Zamiast BN-76/1341-52 Grupa katalogowa 0417

1. WSTĘP

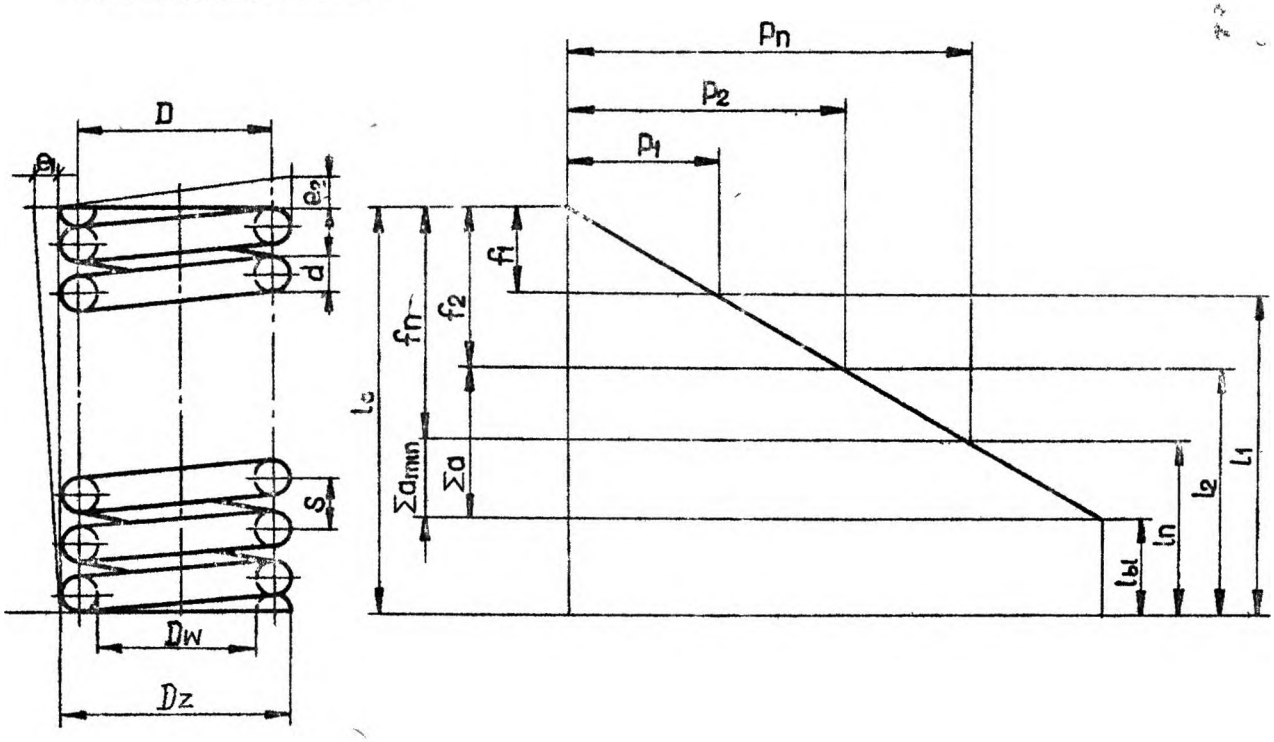
1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania sprężyn śrubowych walcowych naciskowych i naciągowych ogólnego przeznaczenia, wykonanych z drutów lub prętów okrągłych, stosowanych w silnikach okrętowych i kolejowych o zapłonie samoczynnym.

Norma nie dotyczy sprężyn przeznaczonych do pracy pod obciążeniem dynamicznym pulsacyjnym, objętych normą BN-84/1341-51.

1.2. Symbole, jednostki miar i określenia wielkości występujących w normie:

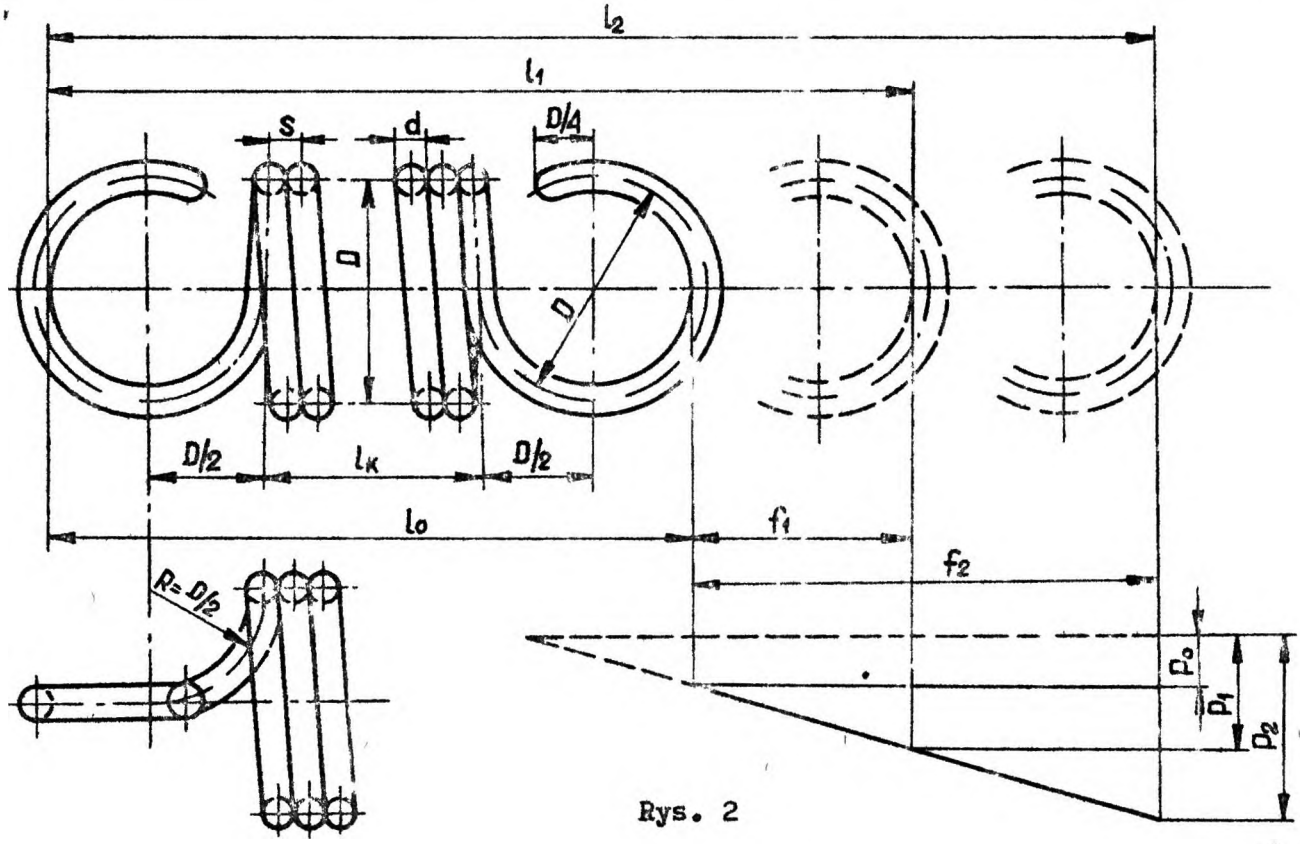
- dla sprężyn naciskowych - wg rys. 1 i tabl. 1,
- dla sprężyn naciągowych - wg rys. 2 i tabl. 1.

Sprężyny naciskowe



Zgłoszona przez Zakłady Przemysłu Metalowego H.Cegielski-Poznań
Ustanowiona przez Dyrektora Zakładów Przemysłu Metalowego H.Cegielski dnia 31 października 1984 r., jako obowiązująca od dnia 1 lipca 1985 r.
/Dz.Norm. i Miar nr poz. /

RR 1/85



Rys. 2

Tablica 1

Symbol	Jednostki miar	Określenie
d	mm	średnica drutu lub pręta
D		średnica podziałowa sprężyny nieobciążonej $D = \frac{Dz + Dw}{2}$
Dw		średnica wewnętrzna sprężyny nieobciążonej
Dz		średnica zewnętrzna sprężyny nieobciążonej
f		ugięcie sprężyny pod obciążeniem
$f_1 .. f_n$		ugięcie sprężyny odpowiadające obciążeniom $P_1 \dots P_n$
f_{bl}		ugięcie sprężyny odpowiadające obciążeniu blokującemu P_{bl}
l_o		długość sprężyny nieobciążonej
$l_1 .. l_n$		długości sprężyny odpowiadające obciążeniu $P_1 \dots P_n$
l_{bl}		długość sprężyny zblokowanej, gdy wszystkie zwoje sąsiadujące wzajemnie przylegają
l_k		długość części walcowej nieobciążonej sprężyny naciągowej
$\sum a$		suma prześwitów między czynnymi zwojami sprężyny
P	N	obciążenie sprężyny
$P_1 .. P_n$		obciążenia odpowiadające długościom $l_1 \dots l_n$
P_{bl}		obciążenie blokujące odpowiadające długości sprężyny zblokowanej l_{bl}

c.d. tabl. 1

P_o	N	napięcie własne sprężyny naciągowej Dla sprężyn naciągowych wykonywanych ze skokiem $s > d$ oraz dla sprężyn poddawanych ulepszaniu cieplnemu po zwinięciu, napięcie własne $P_o = 0$.
s	mm	skok zwojów sprężyny
z z_c	-	całkowita liczba zwojów sprężyny liczba czynnych zwojów sprężyny
e_1 e_2	mm	odchyłka prostopadłości osi sprężyny naciskowej nieobciążonej względem szlifowanych płaszczyzn oporowych odchyłka równoległości szlifowanych płaszczyzn oporowych sprężyny naciskowej nieobciążonej

1.4. Klasy dokładności wykonania sprężyn. W zależności od dopuszczalnych odchyłek wymiarów i obciążenia rozróżnia się następujące klasy dokładności wykonania sprężyn:

Z - zwykła /zgrubna/,

D - dokładna.

2. WYMAGANIA

2.1. Wymiary

2.1.1. Wymiary i tolerancje. Wytwórca sprężyn powinien utrzymać wymiary w granicach tolerancji podanych w normie dla właściwej klasy dokładności.

2.1.2. Wskaźnik sprężyny. Wskaźnik sprężyny $w = \frac{D}{d}$ nie powinien być mniejszy od 3 dla sprężyn zwijanych na gorąco, a także nie mniejszy od 4 dla sprężyn zwijanych na zimno.

2.1.3. Dopuszczalne odchyłki średnicy podziałowej - wg tabl. 2.

2.1.4. Dopuszczalne odchyłki długości sprężyny nieobciążonej l_o - wg tabl.3.

Tablica 2

Średnica podziałowa		Klasa Z	Klasa D
powyżej	do	Dopuszczalna odchyłka średnicy podziałowej	
mm			
-	4	± 0,3	± 0,25
4	6	± 0,4	± 0,3
6	10	± 0,5	± 0,35
10	16	± 0,6	± 0,4
16	25	± 0,7	± 0,45
25	32	± 1,0	± 0,5
32	40	± 1,0	± 0,55
40	50	± 1,5	± 0,65
50	63	± 1,5	± 0,8
63	80	± 2,3	± 1,0
80	100	± 2,3	± 1,2
100	125	± 3,5	± 1,5
125	160	± 3,5	± 2,0
160	-	± 4,6	± 3,0

Tablica 3

l_o		Klasa Z	Klasa D
powyżej	do	Dopuszczalna odchyłka długości sprężyny nieobciążonej	
mm			
-	4	± 0,6	± 0,5
4	6	± 0,7	± 0,6
6	10	± 0,8	± 0,7
10	16	± 1,0	± 0,8
16	25	± 1,[illegible]	± 1,0
25	40	± 1,9	± 1,3
40	63	± 2,5	± 1,9
63	100	± 4,0	± 2,5
100	160	± 6,4	± 4,0
160	250	± 10,0	± 6,4
250	400	± 15,0	± 10,0
400	-	± 20,0	± 15,0

2.1.5. Dopuszczalne odchyłki prostopadłości e_1 osi sprężyny nieobciążonej względem szlifowanych płaszczyzn oporowych /rys. 1/ powinny wynosić:

$e_1 \leq 0,08 \cdot l_o$ - dla klasy Z,
$e_1 \leq 0,04 \cdot l_o$ - dla klasy D.

2.1.6. Dopuszczalne odchyłki równoległości e_2 szlifowanych płaszczyzn oporowych sprężyny nieobciążonej /rys. 1/ powinny wynosić:

$e_2 \leq 0,06 \cdot D_z$ - dla klasy Z,
$e_2 \leq 0,03 \cdot D_z$ - dla klasy D.

2.1.7. Płaskość powierzchni oporowych. Sprężyna ustawiona na płaszczyźnie powinna przylegać do niej całą powierzchnią oporową.

Dopuszczalna szczelina pomiędzy płaszczyzną a sprawdzaną powierzchnią nie powinna przekraczać:

0,1 mm na max. 1/3 obwodu dla sprężyn o średnicy zewnętrznej do 100 mm;
0,2 mm dla sprężyn o średnicy zewnętrznej do 200 mm;
0,3 mm dla sprężyn o średnicy zewnętrznej powyżej 200 mm.

2.1.8. Dopuszczalna odchyłka między skrajnie przesuniętymi zwojami /mierzona po jednej stronie/ nie powinna przekraczać 1% średnicy podziałowej.

2.2. Kierunek zwojów i liczba zwojów. Kierunek zwojów sprężyny, liczba zwojów czynnych i całkowita liczba zwojów powinna być podana na rysunku sprężyny.

2.3. Zakończenia sprężyn

2.3.1. Zakończenia sprężyn naciskowych. Po ostatnim czynnym zwoju o skoku s, należy wykonać cały zwój o skoku równym średnicy drutu d oraz przylegającą do niego 1/4 część zwoju. Zakończenie sprężyny należy szlifować prostopadle do osi sprężyny na długości co najmniej 3/4 obwodu. Krawędzie zwojów końcowych należy zatępić, nie uszkadzając przy tym drutu.

Dopuszcza się inne zakończenia sprężyn po uprzednim uzgodnieniu z odbiorcą.

2.3.2. Zaczepy sprężyn naciągowych. Zalecane zaczepy sprężyn naciągowych wg rys. 2.

Dopuszczalne odchyłki położenia zaczepów sprężyn nieobciążonych powinny wynosić:

$\pm 30^\circ$ - dla klasy Z,
$\pm 15^\circ$ - dla klasy D.

2.4. Materiał. Sprężyny należy wykonywać z:

a/ drutów utwardzonych przez zgniot na zimno wg PN-73/M-80055, PN-71/M-80057 i BN-82/0654-01;

b/ drutów sprężynowych ulepszonych cieplnie wg PN-65/M-80056;

c/ prętów wg PN-76/H-93005 i PN-75/H-93026 ulepszanych cieplnie po zwinięciu sprężyny;

d/ z innych drutów - po uzgodnieniu z wytwórcą sprężyn.

Dopuszczalne odchyłki średnicy drutu lub pręta przed zwinięciem sprężyny nie powinny być większe niż dla klasy h11.

2.5. Obróbka cieplna. Sprężyny zwijane z drutów podlegające ulepszaniu cieplnemu po zwinięciu sprężyny, należy ulepszać cieplnie do twardości 44÷49HRC. Dopuszczalny rozrzut twardości między powierzchnią a rdzeniem nie może być większy niż 4HRC.

Sprężyny zwijane z drutów ciągnionych na zimno, patentowanych oraz z drutów ulepszonych cieplnie powinny być poddane niskotemperaturowemu odprężaniu.

Dopuszczalne odwęglenie całkowite sprężyn nie może być większe od 1,5 % średnicy drutu d.

2.6. Wygląd zewnętrzny sprężyn

2.6.1. Powierzchnia sprężyn przed kulowaniem i nałożeniem powłok ochronnych nie może wykazywać zaciągnięć materiału, zaciorów, rys, zawalcowań, wżerów, śladów zendry, nalotów korozji, pęknięć oraz częściowych przypaleń powierzchni czołowych po szlifowaniu.

Do dalszej obróbki dopuścić można sprężyny, które wykazują jedynie wzdłużne ślady od narzędzi do kształtowania sprężyn.

2.6.2. Kulowanie. Sprężyny o średnicy drutu d ≥ 2 mm, mające w stanie wolnym prześwit międzyzwojowy a ≥ 1,5 mm powinny być kulowane. W wyniku kulowania należy uzyskać głębokość warstwy umocnionej /0,02 ÷ 0,03/ d.

Dopuszcza się następujące miejsca nie kulowane:

- czoła sprężyn,
- okolice styku początku zwoju końcowego z pierwszym zwojem czynnym.

Po kulowaniu niedopuszczalne jest występowanie niejednorodnej chropowatości na powierzchni drutu sprężyny, przecięć i łuskowatości materiału.

Do kulowania należy stosować kulki stalowe lub śrut stalowy cięty z drutu o średnicy 0,7 ÷ 1,5 mm o twardości większej o 2 ÷ 6 HRC od twardości drutu sprężyny. Śrut o ostrych krawędziach lub bardziej gruboziarnisty jest niedopuszczalny.

2.6.3. Powłoka ochronna. Dobór powłoki ochronnej powinien odpowiadać warunkom pracy i wymaganej trwałości sprężyny.
Powłoka ochronna malarska powinna być równomierna, bez fałd, pęcherzy, rys, przylepionych zanieczyszczeń, pęknięć, odprysków, złuszczeń oraz nacieków. Powinna ona trwale przylegać do podłoża. Po próbach trwałości powłoki nie powinna wykazywać pęknięć, odprysków i łuszczenia się, a po próbach odporności na działanie oleju silnikowego nie powinna zmiękną, złuszczać się, odpryskiwać i pękać.
Odporność powłok galwanicznych na działanie mgły solnej - zgodnie z PN-70/M-80705.
Sprężyny bez powłoki ochronnej należy konserwować przed korozją atmosferyczną przez oliwienie.

2.7. Obciążenia

2.7.1. Obciążenia i odchyłki obciążeń. Obciążenia sprężyn powinna określać dokumentacja techniczna.
Odchyłki obciążeń określa niniejsza norma.

2.7.2. Dopuszczalne odchyłki obciążenia dla klas Z i D wg tabl. 4.
W przypadku sprężyn naciągowych wartości wg tabl. 4 odnoszą się do różnic obciążeń $/P_1 - P_o/$ do $/P_n - P_o/$.

Tablica 4

Średnica drutu d		Dopuszczalne odchyłki obciążenia		
powyżej	do	Klasa Z	Klasa D	
			$z_c \leq 10$	$z_c > 10$
mm		%		
-	0,5	± 25	± 15	± 12
0,5	1	± 22	± 14	± 12
1	1,6	± 20	± 13	± 11
1,6	2,5	± 18	± 12	± 9
2,5	4	± 16	± 11	± 8
4	6,3	± 14	± 10	± 8
6,3	10	± 12	± 9	± 7
10	16	± 10	± 8	± 6
16	-	± 8	± 7	± 6

2.7.3. Dopuszczalne odchyłki napięcia własnego. W przypadku sprężyn naciągowych z napięciem własnym P_o, dopuszczalne odchyłki obciążenia wg tabl. 4 sumują się z dopuszczalnymi odchyłkami napięcia własnego P_o.

Należy przy tym jednak sumować wartości odchyłek obliczone wg danych procentowych /a nie dane procentowe/.

Dopuszczalna odchyłka napięcia własnego sprężyny powinna wynosić ± 15 %.

2.8. Wytrzymałość na zblokowanie. Sprężyny powinny być ściśnięte przynajmniej 3-krotnie zwój do zwoja.

Sprężyna po zakończonej próbie zblokowania, nie powinna wykazywać zmian obciążenia kontrolnego P_2 wykraczających poza granicę odchyłek.

W przypadku, gdy w sprężynie w stanie zblokowanym występują naprężenia większe od naprężeń dopuszczalnych wówczas próby zblokowania nie należy przeprowadzać. W takim przypadku należy w dokumentacji technicznej podać uwagę - "Sprężyny nie blokować". Takie sprężyny należy poddać 3-krotnemu ugięciu do minimalnej wymaganej wysokości, którą należy określić w dokumentacji technicznej.

2.9. Cechowanie. Na szlifowanej powierzchni zwoju oporowego sprężyny o średnicy drutu 8 mm i powyżej należy umieścić następujące trwałe i wyraźne znaki:

a/ znak wytwórni,

b/ numer partii,

c/ znak BN.

Znaki należy wykonać za pomocą trawienia lub metodą elektroiskrową.

Na sprężynach wykonanych z drutu o średnicy d poniżej 8 mm znaki należy umieszczać na przywieszce przyczepionej do sprężyny lub pęczka sprężyn za pomocą drutu.

2.10. Odstępstwa od wymagań i tolerancji podanych w p. 2.1, 2.3, 2.5 i 2.7 są dopuszczalne w technicznie uzasadnionych przypadkach, pod warunkiem określenia tych odstępstw w dokumentacji technicznej lub uzgodnienia między zamawiającym a wytwórcą.

3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

3.1. Pakowanie

3.1.1. Konserwacja. Po odbiorze partii, sprężyny należy zakonserwować przed korozją atmosferyczną.

3.1.2. Sposób pakowania. Sprężyny należy pakować tak, aby przy transporcie były w pełni zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi.
Po uzgodnieniu z odbiorcą dopuszcza się pakowanie sprężyn w pudełka, skrzynie, palety lub pojemniki transportowe.
W każdym opakowaniu jednostkowym powinny się znajdować sprężyny jednakowe, pochodzące z jednej partii produkcyjnej.
Na każdym opakowaniu należy umieścić:

a/ napis podający co najmniej nazwę lub znak wytwórni,

b/ numer rysunku,

c/ numer partii,

d/ ilość sprężyn w opakowaniu.

3.2. Przechowywanie. Sprężyny powinny być przechowywane w pomieszczeniach o stałej temperaturze i wilgotności.

3.3. Transport. Sprężyny powinny być transportowane w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniami mechanicznymi i zawilgoceniem.

4. BADANIA

4.1. Program badań - wg tabl. 5.

4.2. Określenie partii. Partia sprężyn przedstawiona do badań powinna składać się ze sprężyn jednakowych, tj. o jednakowych wymiarach, wykonanych z jednego materiału i w tych samych warunkach produkcyjnych, przy czym liczba sprężyn w partii nie powinna przekraczać 500 sztuk.

4.3. Pobieranie próbek. Do badań pobiera się próbkę w sposób losowy - - wg PN-83/N-03010.

Tablica 5

Lp.	Zakres badań	Wymagania wg	Opis badań wg	Liczność partii /sztuk/ do 50	51 do 90	91 do 150	151 do 280	281 do 500
				Liczność próbki /sztuk/ / Dopuszczalna liczba sztuk niedobrych /liczba kwalifikacyjna/				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Sprawdzenie składu chemicznego i własności mechanicznych materiału	2.4	4.4.2	cała partia / 1	cała partia / 1	cała partia / 1	cała partia / 1	cała partia / 1
2.	Oględziny zewnętrzne	2.1 2.2 2.3 2.6	4.4.6	5 / 0	5 / 0	8 / 0	13 / 1	20 / 1
3.	Sprawdzenie wymiarów i wykonania a/ średnicy podziałowej	2.1.3	4.4.1	8 / 0	13 / 0	20 / 0	32 / 1	50 / 1
	b/ długości sprężyny nieobciążonej l_o	2.1.4		5 / 0	5 / 0	8 / 1	13 / 1	20 / 2
	c/ prostopadłości i równoległości	2.1.5 2.1.6		5 / 0	5 / 0	8 / 1	13 / 1	20 / 2
	d/ płaskości powierzchni oporowych	2.1.7		5 / 1	5 / 1	8 / 2	13 / 2	20 / 3
4.	Sprawdzenie obróbki cieplnej	2.5	4.4.6	8 / 0	13 / 0	20 / 1	32 / 1	50 / 2
5.	Sprawdzenie obciążeń kontrolnych	2.7	4.4.5	8 / 0	13 / 0	20 / 0	32 / 1	50 / 1
6.	Sprawdzenie wytrzymałości na zblokowanie	2.8	4.4.6	5 / 0	5 / 0	8 / 0	13 / 1	20 / 1
7.	Badanie parametrów kulowania	2.6.2	4.4.3	5 / 1	5 / 1	8 / 1	13 / 1	20 / 1
8.	Sprawdzenie trwałości i odporności powłok	2.6.3	4.4.4	5 / 0	5 / 0	8 / 0	13 / 1	20 / 1

4.4. Opis badań

4.4.1. Sprawdzenie wymiarów i wykonania sprężyn. Sprawdzenie wymiarów należy przeprowadzać za pomocą narzędzi pomiarowych i sprawdzianów zapewniających wymaganą dokładność pomiaru za pomocą metod ustalonych przez wytwórcę. Sprawdzenie płaskości powierzchni należy przeprowadzać na obu powierzchniach oporowych.

4.4.2. Sprawdzenie składu chemicznego i własności mechanicznych materiału należy przeprowadzać przez stwierdzenie zgodności z atestem.

4.4.3. Badania kulowania polegają na sprawdzeniu parametrów pracy urządzenia do kulowania przy pomocy płytek Almena.
Zalecane ugięcia płytek Almena - wg tabl. 6.

Tablica 6

Średnica drutu sprężyny d		Prędkość śrutu	Ugięcie płytki Almena
ponad	do		
mm		m/s	mm
-	2	40 ÷ 45	0,1 ÷ 0,25
2	3	46 ÷ 50	0,25 - 0,35
3	5	50 ÷ 56	0,40 ÷ 0,48
5	10	56 ÷ 60	0,48 ÷ 0,70
10	16	58 ÷ 65	0,70 ÷ 0,90
16	-	60 ÷ 75	0,90 ÷ 1,40

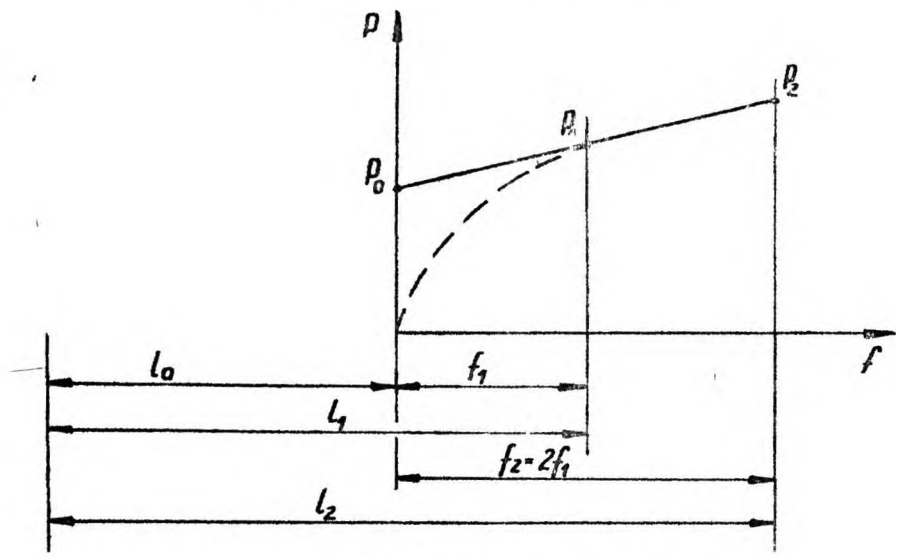
Po kulowaniu sprężyny należy poddać kontroli wzrokowej.

4.4.4. Sprawdzenie trwałości i odporności powłok - wg PN-70/M-80705.
Odporność powłoki lakierowej na działanie oleju silnikowego oraz odporność powłoki galwanicznej na działanie mgły solnej należy sprawdzać:

a/ przy uruchamianiu nowej produkcji,
b/ przy przerwie w produkcji ciągłej większej niż 1/2 roku,
c/ po wprowadzeniu istotnych zmian konstrukcyjnych lub technologicznych.

4.4.5. Sprawdzenie obciążeń kontrolnych. Sprawdzenie obciążeń kontrolnych należy przeprowadzać na odpowiednio przystosowanych wagach. Przed przystąpieniem do badania, sprężynę należy jednokrotnie zblokować. Pomiary wykonać uginając sprężynę do stałej długości l_1 i l_2 /zgodnie z dokumentacją techniczną/ i odczytując wartości obciążeń.
Próbę obciążenia sprężyny naciągowej przeprowadza się w położeniu pionowym.
Dla określenia napięcia własnego sprężyny naciągowej należy zmierzyć ugięcie f_1 oraz $f_2 = 2 f_1$ odpowiadające obciążeniom P_1 i P_2 /wszystkie oznaczenia patrz rys. 3/.
Napięcie własne określa się z zależności:

$$P_o = P_1 - /P_2 - P_1/ = 2 P_1 - P_2$$



Rys. 3

4.4.6. Oględziny zewnętrzne, sprawdzenie obróbki cieplnej, sprawdzenie wytrzymałości na zblokowanie przeprowadzać należy przy pomocy narzędzi i przyrządów pomiarowych oraz sprawdzianów zapewniających wymaganą dokładność pomiarów. Oględziny zewnętrzne należy prowadzić przez obserwację wzrokową.

4.5. Ocena wyników badań. Partię sprężyn należy uznać za zgodną z wymaganiami normy, jeżeli:

a/ liczba sztuk niedobrych w próbce nie przekracza liczb podanych w tabl.5,

b/ odchyłki w sprężynach uznanych za niedobre nie przekraczają więcej niż 25 % wartości odchyłek dopuszczalnych przewidzianych normą /lub dokumentacją techniczną/ dla sprawdzonego parametru.

W partii sprężyn uznanej za zgodną z wymaganiami normy, sprężyny w próbce uznane za niedobre należy usunąć, zastępując je sprężynami dobrymi.

4.6. Zaświadczenie o wynikach badań. Do każdej partii sprężyn dołącza się zaświadczenie zawierające co najmniej:

a/ nazwę lub znak wytwórcy,

b/ nazwę /oznaczenie/ sprężyny,

c/ datę produkcji,

d/ numer zamówienia,

e/ gatunek materiału,

f/ numer partii oraz jej masę i wielkość,

g/ stwierdzenie zgodności wykonania z wymaganiami niniejszej normy,

h/ znak kontroli jakości.

Na żądanie zamawiającego wytwórca powinien dostarczyć atest zawierający wyniki badań oraz wyniki badań użytych materiałów.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Zakłady Przemysłu Metalowego H.Cegielski - Poznań.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-76/1341-52. Normę częściowo przepracowano. Między innymi wprowadzono:

a/ dwie klasy dokładności wykonania sprężyn,

b/ zmieniono tolerancje wykonania sprężyn,

c/ rozszerzono wymagania w zakresie kulowania sprężyn

d/ zmieniono wymagania w zakresie powłok ochronnych sprężyn,

e/ usunięto sprawdzanie trwałości statycznej.

3. Normy związane

PN-75/H-04506 Pomiar głębokości odwęglenia hutniczych wyrobów stalowych

PN-76/H-93005 Pręty łuszczone oraz pręty i druty ciągnione ze stali sprężynowej

PN-75/H-93026 Pręty łuszczone oraz pręty i druty ciągnione ze stali odpornej na korozję i zaroodpornej

PN-73/M-80055 Druty sprężynowe. Druty okrągłe ciągnione na zimno ze stali węglowych na sprężyny specjalnego przeznaczenia

PN-65/M-80056 Druty stalowe sprężynowe ulepszane cieplnie

PN-71/M-80057 Druty sprężynowe. Druty ze stali węglowych, okrągłe, ogólnego przeznaczenia

PN-70/M-80705 Sprężyny zaworowe. Ogólne wymagania i badania

PN-83/N-03010 Statystyczna kontrola jakości. Losowy wybór jednostek produktu do próbek

BN-82/0554-01 Pręty i druty ciągnione ze stali nierdzewnych i kwasoodpornych

BN-84/1341-51 Silniki o zapłonie samoczynnym okrętowe i kolejowe. Sprężyny przeznaczone do pracy pod obciążeniem dynamicznym pulsacyjnym. Wymagania i badania

4. Autorzy projektu normy mgr inż. Mikołaj Nielipowicz, mgr inż. Konrad Heppel-Zakładowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Wysokoprężnych Silników Okrętowych i Kolejowych przy Zakładach Przem.Met. H.Cegielski - Poznań.