

2-epz.
POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY
PRZY MINISTERSTWIE PRZEMYSŁU I HANDLU

Polskie Normy $\frac{PN}{R-201}$

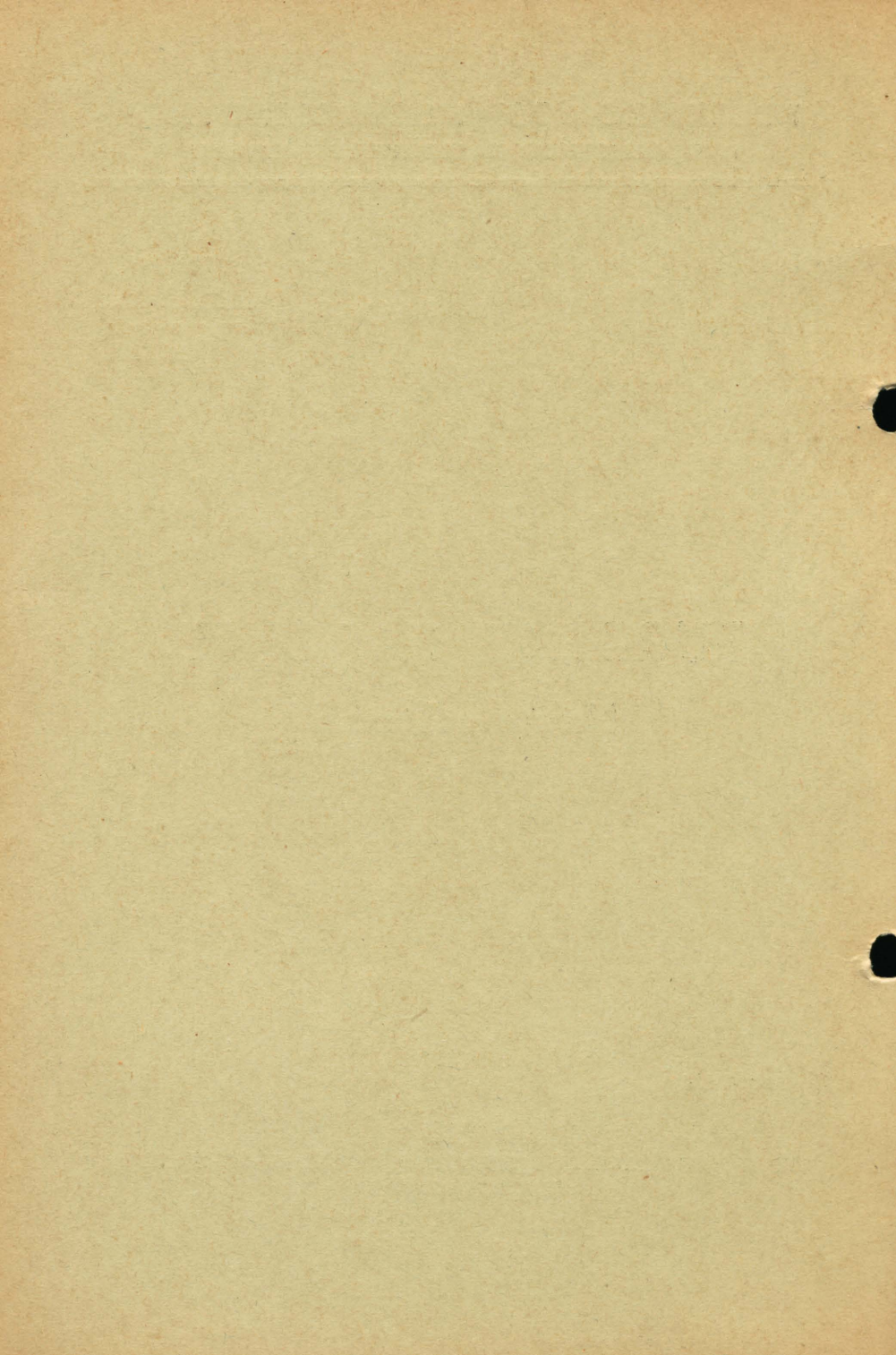
TURBINY PAROWE

Normy odbiorcze

Grudzień, 1934.

WARSZAWA
NAKŁADEM POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO
ELEKTORALNA 2

SKŁAD GŁÓWNY
w KSIĘGARNI TECHNICZNEJ
PRZEGLĄDU TECHNICZNEGO
WARSZAWA, ul. CZACKIEGO 3-5



POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY
PRZY MINISTERSTWIE PRZEMYSŁU I HANDLU

Polskie Normy $\frac{PN}{R-201}$

TURBINY PAROWE

Normy odbiorcze

Grudzień, 1934.

WARSZAWA
NAKŁADEM POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO
ELEKTORALNA 2

YNYCATJAMBOW TTTTOM
POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY
POMIĘDZY WYDZIAŁAMI I KRAJAMI
CZŁONKOWSKIMI

PN
R-201

PRZEDRUK DOZWOLONY TYLKO ZA ZGODĄ
POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO, WARSZAWA, ELEKTORALNA 2
COPYRIGHT BY P. K. N.

Nv, Inw. 8887

AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA
W KRAKOWIE

NZB/N 1329

BIBLIOTEKA

Akc. Nr 1037 50

ZAKŁADY GRAFICZNE RYSZARD BIELIŃSKI
WARSZAWA - KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 6 - TELEFON 5.86.81

W S T Ę P.

Projekt „Norm odbiorczych turbin parowych” został opracowany w listopadzie 1933 r. przez przewodniczącego Komisji Turbin i Maszyn Parowych prof. Politechniki Warszawskiej dr. inż. *Wiesława Chrzanowskiego*, uwzględniając w miarę możliwości, zasady norm, wydanych przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (I E C).

Projekt ten otrzymali w celu zgłoszenia swej opinii wszyscy członkowie Komisji Turbin i Maszyn Parowych, mianowicie:

Inż. *Roman Biedrzycki*, Łódź.

Inż. *Kazimierz Bizański*, dyr. Stow. Dozoru Kotłów w Warszawie.

Inż. dr. *W. Borowicz*, prof. Politechniki Lwowskiej.

Inż. *Edward Chromiński*, prof. Akademii Górniczej w Krakowie.

Inż. *Ignacy Dąbrowski*, Warszawa.

Inż. dr. *K. Idaszewski*, prof. Politechniki Lwowskiej.

Inż. *Bronisław de Michelis*, dyr. Zakładów Przem. Bawełn. „Ludwik Geyer” w Łodzi.

Inż. *J. Obrąpalski*, dyr. Stow. Dozoru Kotłów w Katowicach.

Prof. inż. *Antoni Rogiński*, Sekretarz Generalny P. K. N.

Inż. dr. prof. *Bohdan Stefanowski*, Sekretarz Generalny Polskiego Komitetu Energetycznego.

Inż. *Franciszek Suchorzewski*, Warszawa.

Inż. dr. *Roman Witkiewicz*, prof. Politechniki Lwowskiej.

Inż. *Jan Wójcicki*, Lwów.

Inż. *Teodor Wróblewski*, Warszawa.

Nadesłane uwagi były przedmiotem obrad na posiedzeniu Komisji Turbin i Maszyn Parowych w dn. 28 maja 1934 r. Następnie projekt został ogłoszony w postaci dodatku do czasopisma „Technika Ciepła” Nr. 7 (1934 r.) z terminem zgłaszania sprzeciwów do dn. 31 października 1934 r.

Celem uzgodnienia uwag i poprawek do powyższego projektu odbyła się w dniu 22 listopada 1934 r. konferencja porozumiewawcza, w której, oprócz członków Komisji Turbin i Maszyn Parowych, wzięli również udział przedstawiciele wytwórni, mianowicie :

Sp. Akcyjnej A. E. G. Powszechne Towarzystwo Elektryczne,
Zakładów Elektromechanicznych Rohn—Zieliński S. A. Licen-
cja Brown—Boveri,

Pierwszego Berneńskiego Towarzystwa Fabryk Maszyn.

Ostatecznie uzgodniony projekt norm odbiorczych turbin parowych został uchwalony jako Polska Norma przez 14-te zebranie plenum P. K. N. w dn. 3 grudnia 1934 r.

SPIS RZECZY.

	str.
Wstęp	I
I. Cel i zakres badań odbiorczych	1
II. Zasady ogólne	3
III. Nazwy i określenia	6
IV. Pomiary	10
A. Przyrządy i metody pomiarowe	10
B. Wykonanie pomiarów	12
V. Przeliczenie wyników pomiaru, tolerancje i sprawozdanie	14
Dodatek: Wskazówki dla zamawiających turbiny parowe	19

1. 1940-1941	10
2. 1942-1943	11
3. 1944-1945	12
4. 1946-1947	13
5. 1948-1949	14
6. 1950-1951	15
7. 1952-1953	16
8. 1954-1955	17
9. 1956-1957	18
10. 1958-1959	19
11. 1960-1961	20
12. 1962-1963	21
13. 1964-1965	22
14. 1966-1967	23
15. 1968-1969	24
16. 1970-1971	25
17. 1972-1973	26
18. 1974-1975	27
19. 1976-1977	28
20. 1978-1979	29
21. 1980-1981	30
22. 1982-1983	31
23. 1984-1985	32
24. 1986-1987	33
25. 1988-1989	34
26. 1990-1991	35
27. 1992-1993	36
28. 1994-1995	37
29. 1996-1997	38
30. 1998-1999	39
31. 2000-2001	40
32. 2002-2003	41
33. 2004-2005	42
34. 2006-2007	43
35. 2008-2009	44
36. 2010-2011	45
37. 2012-2013	46
38. 2014-2015	47
39. 2016-2017	48
40. 2018-2019	49
41. 2020-2021	50
42. 2022-2023	51
43. 2024-2025	52

2012 ВЪЕСКА

ROZDZIAŁ I.

Cel i zakres badań odbiorczych.

§ 1. Badania odbiorcze służą do sprawdzenia, czy dostawca uczynił zadość przyjętym w umowie zobowiązaniom.

§ 2. Normy niniejsze dotyczą odbioru wszystkich rodzajów turbin parowych, połączonych ze wszelkiego rodzaju zespołami, jednak wszelkie postanowienia, zawarte w umowie pomiędzy dostawcą i odbiorcą, należy uznać za obowiązujące.

§ 3. Badania odbiorcze mogą obejmować:

- a) stwierdzenie największej użytecznej mocy stałej lub przejściowej, zagwarantowanej dla ustalonych w umowie: liczby obrotów, stanów pary oraz ilości wody chłodzącej i jej temperatury;
- b) pomiar zużycia pary lub ciepła na jednostkę mocy użytecznej dla ustalonych w umowie: obciążeń turbiny (także przy biegu luzem), liczby obrotów, stanów pary oraz ilości wody chłodzącej i jej temperatury; — jeśli gwarancje dano w postaci wykresów bez oznaczenia obciążeń gwarancyjnych, to pomiar należy przeprowadzić możliwie przy 100%, 75%, 50% i 25% największej mocy stałej oraz przy biegu luzem; — za zgodą dostawcy i odbiorcy można zaniechać sprawdzenia niektórych punktów gwarantowanego zużycia pary;
- c) pomiar zużycia mocy lub pary przez urządzenie kondensacyjne;
- d) badanie temperatury łożysk, urządzenia do chłodzenia smaru i działania pompy olejowej;
- e) badanie działania regulatora bezpieczeństwa;
- f) badanie działania samoczynnej regulacji szybkości, a w przypadku turbin przeciwprężnych i pracujących z pobieraniem pary również badanie odchyień od gwarancji ciśnienia pary odbieranej;

- g) badanie zachowania się turbiny i urządzenia kondensacyjnego w czasie pracy pod obciążeniem (drgania, wstrząśnienia i t. d.);
- h) badanie możliwości równoległej pracy odbieranego turbozespołu z innymi zespołami;
- i) badanie turbiny w czasie uruchamiania i zatrzymywania (drgania, wstrząśnienia, czas potrzebny na uruchomienie i t. d.);
- j) sprawdzenie zgodności wytwarzanej próżni z gwarantowaną;
- k) sprawdzenie urządzeń zabezpieczających turbinę, jej urządzenie regulacyjne, fundament i urządzenie kondensacyjne od uszkodzeń i od przedwczesnego zniszczenia;
- l) sprawdzenie materiału turbiny pod względem jego odporności na zużycie w czasie pracy, jak i w czasie postoju (np. dysze, łopatki, łoża oporowe, zawory, dławnice, rury skraplaczy powierzchniowych i t. p.).

§ 4. Zakres badań odbiorczych może nie obejmować wszystkich punktów § 3, jak również może być rozszerzony na inne zagadnienia, nie wyszczególnione w tymże paragrafie, a ustala się go każdorazowo przed przystąpieniem do pomiarów odbiorczych (patrz § 9).

ROZDZIAŁ II.

Zasady ogólne.

§ 5. Badania odbiorcze powinny być wykonane w okresie gwarancyjnym, nie wcześniej jednak, jak po upływie 1000 godzin pracy od chwili oddania turbiny do użytku odbiorcy, uwzględniając przerwy w ruchu z winy turbozespołu; — takie przerwy należy odliczyć. Termin odbioru, w granicach wyżej podanych z uwzględnieniem § 2, ustala porozumienie dostawcy z odbiorcą.

Sprawdzenie trwałości materiałów turbiny w myśl punktów k i l § 3 może odbyć się dopiero bezpośrednio przed upływem okresu gwarancyjnego turbiny.

§ 6. Badania odbiorcze przeprowadza powołany przez obydwie strony rzeczoznawca przy pomocy przez siebie dobrego personelu. Orzeczenia rzeczoznawcy są obowiązujące dla obydwóch stron.

Przeprowadzenie badań odbiorczych należy powierzać osobom, które posiadają potrzebne wykształcenie i doświadczenie z dziedziny turbin parowych lub odpowiednim instytucjom.

W razie niemożności osiągnięcia porozumienia pomiędzy dostawcą i odbiorcą w sprawie wyboru rzeczoznawcy bezstronnego, wyznacza go przewodniczący Sekcji Mechanicznej Akademii Nauk Technicznych. Tak dostawca jak i odbiorca są obowiązani wyznaczyć do pomiarów odbiorczych przedstawicieli uppełnomocnionych.

§ 7. Przed ustalonym terminem pomiarów odbiorczych należy dać dostawcy możliwość przeprowadzenia badań dostarczonego zespołu i usunięcia zauważonych braków w porozumieniu z odbiorcą.

§ 8. Przygotowanie pomiarów należy do dostawcy, jednak odbiorca powinien mu to ułatwić.

Przygotowanie pomiarów obejmuje:

- a) usunięcie zauważonych w ruchu turbiny braków;

- b) oczyszczenie i doszczelnienie skraplacza przez pracowników odbiorcy pod kontrolą przedstawiciela dostawcy;
- c) zaślepienie rurociągów nieużywanych w czasie badań odbiorczych przez pracowników odbiorcy lub umożliwienie kontroli tychże;
- d) urządzenie oporu wodnego na koszt odbiorcy;
- e) stwierdzenie szczelności skraplacza i wbudowanie zwęzek pomiarowych w obecności rzeczoznawcy.

§ 9. Przed przystąpieniem do pomiarów odbiorczych upoważnieni przedstawiciele obu stron pod przewodnictwem rzeczoznawcy mają ustalić w formie protokołu wstępnego:

- a) zakres badań odbiorczych;
- b) sposób obliczenia wyników pomiarowych;
- c) zasady przeliczenia wyników pomiarowych mocy i zużycia pary na warunki gwarancyjne;
- d) szczegóły nieobjęte niniejszymi normami lub wymagające ściślejszego określenia.

§ 10. Jeżeli do umowy nie dołączono poniżej wymienionych wykresów, to dostawca dostarcza przynajmniej na 30 dni przed pomiarami odbiorczymi:

- a) schemat wszystkich istniejących przewodów, mogących doprowadzać parę do turbiny lub odprowadzać z niej parę lub skropliny;
- b) wykresy sprawności prądnicy, dla prądu zmiennego przy różnych współczynnikach mocy, wykresy niezbędne do przeliczeń mocy i zużycia pary oraz na życzenie rzeczoznawcy wszelkie dane, a nawet rysunki szczegółowe, potrzebne do sprawdzenia przedstawionych wykresów. Dopuszczalne jest sprawdzenie i poprawienie wykresów przeliczeniowych drogą odpowiednich pomiarów. Jeżeli dołączono do umowy wykresy przeliczeniowe, to poprawienie ich jest dopuszczalne tylko za zgodą obu stron i rzeczoznawcy.

§ 11. Przed rozpoczęciem pomiarów odbiorczych rzeczoznawca sprawdza, czy turbozespół i urządzenia pomocnicze są przygotowane we właściwy sposób, wyłączający błędy pomiarowe.

§ 12. Koszty przygotowania (opornik, zbiorniki i t. p.) i przeprowadzenia badań odbiorczych, jak również dodatkowe koszty paliwa na wstępne badania przez dostawcę (§ 7) w czasie do 40 godzin, ponosi odbiorca z wyjątkiem kosztów przejazdu, utrzymania i wynagrodzenia przedstawicieli dostawcy oraz kosztów przewozu jego przyrządów pomiarowych. W razie konieczności powtórzenia badań odbiorczych, koszty z tem zwią-

zane, jak również koszty spowodowane nadmiernem czekaniem (ponad 8 godzin) rzeczoznawcy w razie nieprzygotowania urządzenia silnikowego do odbioru ponosi ta strona, z której winy to nastąpiło.

§ 13. Przed przystąpieniem do pomiarów odbiorczych dostawca stwierdza piśmiennie, że turbozespół jest gotowy do odbioru, oraz że warunki istniejące są dostatecznie zgodne z gwarancyjnemi.

§ 14. Podczas pomiarów odbiorczych, ruch turbozespołu odbywa się na odpowiedzialność i pod kierunkiem przedstawicieli dostawcy. Dostawca ponosi całkowitą odpowiedzialność materialną za szkody powstałe w turbozespołe i jego maszynach pomocniczych, wynikłe z omyłek przedstawicieli dostawcy, czy też prób, zaakceptowanych przez nich i wykonanych.

ROZDZIAŁ III.

Nazwy i określenia.

§ 15. Wszystkie miary należy podawać w jednostkach prawnych.

§	Nazwa	Określenie	Jednostki	Symbol
16	Moc elektryczna.	Moc turbozespołu, składającego się z turbiny parowej i prądnicy (turbogeneratorsa), mierzona na zaciskach prądnicy.	kW	N_{el}
17	Moc na sprzęgle.	Moc mierzona na sprzęgle turbiny.	kW	N_k
18	Moc użyteczna.	Moc elektryczna turbogeneratora N_{el} zmniejszona o moc elektryczną, zużytą na napęd urządzeń pomocniczych, nienapędzanych bezpośrednio z wału turbozespołu. Dla innych rodzajów turbozespołów moc oddawana na sprzęgle N_k , zmniejszona o moc elektryczną, zużytą na napęd urządzeń pomocniczych turbiny, nienapędzanych bezpośrednio z wału turbiny.	kW	N_n
19	Moc nominalna.	W turbogeneratorach największa stała moc elektryczna N_{el} dla największego ustalonego współczynnika mocy $\cos \varphi$ i ustalonych w umowie stanów pary (§ 3a); — w innych rodzajach turbozespołów największa stała moc N_k na sprzęgle turbiny dla ustalonych w umowie stanów pary.	kW	N

§	Nazwa	Określenie	Jednostki	Symbol
20	Zużycie pary na godzinę.	Ilość pary doprowadzona do turbiny w czasie godziny, zwiększona o ilość pary zużytej na napęd urządzeń pomocniczych turbiny.	kg/h	M
21	Jednostkowe zużycie pary.	Ilość pary zużyta przez turbinę na jednostkę mocy w czasie godziny.	kg/kWh	$m = \frac{M}{N_n}$
22	Zużycie ciepła na godzinę.	Ilość ciepła zużyta w turbinie w czasie godziny (patrz § 40).	$kcal/h$	Q
23	Jednostkowe zużycie ciepła.	Ilość ciepła zużyta w turbinie na jednostkę mocy w czasie godziny.	$kcal/kWh$	q
24	Ciśnienie absolutne.	Ciśnienie absolutne (bezwzględne) oznaczone przez ata .	kg/cm^2	p
25	Temperatura pary.		(stopnie) ⁰	t
26	Entalpia pary lub skroplin.	Zawartość ciepła w parze lub cieczy przy uwzględnieniu pracy pompowania.	$kcal/kg$	i
27	Spadek entalpii.	Różnica dwóch entalpii.	$kcal/kg$	h
28	Adjabatyczny spadek entalpii.	Różnica dwóch entalpii przy stałej entropji.	$kcal/kg$	h_s
29	Liczba obrotów.	Normalna liczba obrotów na minutę.	obr/min	n
30	Para dolotowa.	Stan przed głównym zaworem odcinającym lub przed filtrem pary, jeżeli ten jest połączony lub styka się z zaworem głównym.		indeks 1
31	Para dolotowa w turbinie.	Stan przed pierwszym wieńcem kierowniczym.		indeks 0

§	Nazwa	Określenie	Jednostki	Symbol
32	Para wylotowa z turbiny do przegrzewacza międzystopniowego.	Stan bezpośrednio przy kołnierzu wylotowym turbiny.		indeks 2
33	Para powracająca z przegrzewacza do turbiny.	Stan bezpośrednio przed kołnierzem wlotowym turbiny.		indeks 3
34	Para wylotowa.	Stan bezpośrednio przy kołnierzu wylotowym turbiny.		indeks 4
35	Skropliny.	Stan w przewodzie odpływowym.		indeks 5
36	Skropliny podgrzane.	Stan na wyjściu z ostatniego stopnia podgrzewacza.		indeks 6
37	Para pobierana.	Stan bezpośrednio przy kołnierzu wylotowym turbiny 1, 2 i t. d. miejsce pomiaru w kierunku prądu pary.		indeks e indeks e ₁ , e ₂ i t. d.
38	Dopływ wody chłodzącej.	Stan na wejściu do skraplacza.		indeks w ₁
39	Odpływ wody chłodzącej.	Stan na wyjściu ze skraplacza.		indeks w ₂

§ 40. Ilość ciepła zużyta na godzinę :

a) w turbinach kondensacyjnych :

$$Q = \sum M_1 \cdot i_1 - \sum M_5 \cdot i_5$$

b) w turbinach kondensacyjnych z międzystopniowym przegrzewaniem :

$$Q = \sum M_1 \cdot i_1 - \sum M_2 \cdot i_2 + \sum M_3 \cdot i_3 - \sum M_5 \cdot i_5$$

c) w turbinach kondensacyjnych z podgrzewaniem własnych skroplin :

$$Q = \sum M_1 \cdot i_1 - \sum M_6 \cdot i_6$$

d) w turbinach kondensacyjnych z międzystopniowym przegrzewaniem pary i podgrzewaniem skroplin:

$$Q = \Sigma M_1 \cdot i_1 - \Sigma M_2 \cdot i_2 + \Sigma M_3 \cdot i_3 - \Sigma M_6 \cdot i_6$$

e) w turbinach kondensacyjnych z pobieraniem pary:

$$Q = \Sigma M_1 \cdot i_1 - \Sigma M_e \cdot i_e - \Sigma M_5 \cdot i_5$$

f) w turbinach przeciwprężnych:

$$Q = \Sigma M_1 \cdot i_1 - \Sigma M_4 \cdot i_4$$

g) w turbinach przeciwprężnych z pobieraniem pary:

$$Q = \Sigma M_1 \cdot i_1 - \Sigma M_e \cdot i_e - \Sigma M_4 \cdot i_4$$

h) w turbinach kondensacyjnych z zasobnikami pary:

$$Q = \int_0^{M_1} i_1 \cdot dM_1 - \int_0^{M_5} i_5 \cdot dM_5$$

ROZDZIAŁ IV.

P o m i a r y .

A. Przyrządy i metody pomiarowe.

§ 41. Do pomiarów odbiorczych należy używać tylko sprawdzonych przez miarodajne instytucje przyrządów i znormalizowanych zwęzek (dysz lub kryz).

§ 42. Przyrządy potrzebne do badań odbiorczych, objętych gwarancjami, dostarcza dostawca lub rzeczoznawca, jednak strony mają prawo włączenia własnych przyrządów.

W razie zakwestjonowania dokładności przyrządów, tak dostawca jak i odbiorca mają prawo zażądać sprawdzenia ich przez odpowiednią instytucję w Państwie Polskiem; — koszty sprawdzenia ponosi strona, której opinia w sprawie przyrządów okazała się mylną.

§ 43. Przy pomiarach odbiorczych należy stosować:

- a) do pomiaru mocy maszyn napędzanych przez turbinę przyrządy i metody, obowiązujące dla tych maszyn;
- b) do mierzenia ilości zużytej pary w turbinach kondensacyjnych — zbiorniki kondensatu i wagi, a tylko w wyjątkowych wypadkach dysze lub kryzy; — zbiorniki należy przed pomiarem wycechować przez napełnienie ich odważoną wodą o określonej temperaturze i sporządzić protokół z tej czynności; należy mierzyć i uwzględniać temperaturę kondensatu oraz poziom skroplin wody w skraplaczu;
- c) do mierzenia ilości zużytej pary w turbinach niepracujących z kondensacją — zwężki (dysze lub kryzy);
- d) do mierzenia ciśnień powyżej 2,5 ata — precyzyjne manometry sprężynowe, umożliwiające odczytywanie z dokładnością do 0,1 at;
- e) do mierzenia ciśnień poniżej 2,5 ata — otwarte rtęciowe manometry lub otwarte rtęciowe próżniomierze (vacuummetry);

- f) do mierzenia różnic ciśnień do 1 at — różnicowe manometry z cieczą;
- g) do mierzenia ciśnienia otoczenia — dokładny barometr: rtęciowy lub inny, sprawdzony przed i po pomiarze z dokładnym rtęciowym;
- h) do mierzenia temperatur — rtęciowe termometry z podziałką naciętą na rurce lub z podziałką na mlecznym tle, elektryczne termometry oporowe lub termoelementy;
- i) do pomiaru ilości wody chłodzącej — zbiorniki i wagi, zważki lub sprawdzone wodomierze; — dopuszczalne jest także obliczenie wody chłodzącej z bilansu skraplacza, co wymaga szczególnie starannego pomiaru temperatur wody, przynajmniej w dwóch miejscach;
- j) do mierzenia liczby obrotów — licznik obrotów, lub tachometr, lub tachograf;
- k) do ustalenia czasu pomiaru — zegarki, które należy porównać na początku i na końcu każdego pomiaru przy ustalonym obciążeniu turbiny (patrz § 3b); — do ustalenia czasu pomiaru skroplin — dwa równoległe pracujące sekundomierze.

§ 44. W wypadkach kilkakrotnego pobierania pary z turbiny należy mierzyć tak ilości doprowadzanej, jak i odprowadzanej pary, przyczem połowę różnicy w bilansie należy procentowo rozdzielić na ilości odprowadzanej pary, mierzone nie zapomocą skroplin; — procentowe różnice muszą znajdować się w obrębie tolerancji dopuszczalnych (§ 64).

§ 45. Jeżeli turbina posiada kilka dopływowych przewodów pary, to należy w każdym z nich badać stan pary i ilości przepływu, uwzględniając wyniki tych badań.

§ 46. Ciśnienia i temperatury należy mierzyć bezpośrednio przy turbinie, mianowicie:

- a) pary dolotowej, a również pary niskoprężnej w turbinach o dwóch głównych stopniach ciśnienia, bezpośrednio przed głównymi zaworami odcinającymi;
- b) pary wylotowej, pobieranej i płynącej do przegrzewacza międzystopniowego, bezpośrednio przy wylocie z kadłuba turbiny;
- c) pary powracającej z przegrzewacza międzystopniowego, bezpośrednio przy wlocie do kadłuba turbiny;
- d) przy odbiorze większych jednostek turbin kondensacyjnych jest wskazane, aby stan pary przy wylocie z kadłuba turbiny był określany jednocześnie przynajmniej w dwóch miejscach badanego przekroju.

§ 47. W turbinach zasilanych parą nasyconą, której wilgotności nie można określić w sposób dostatecznie dokładny, należy przed pomiarem porozumieć się co do oznaczenia procentu wilgotności, przyczem, gdy odwadniacz jest dostatecznie duży, wystarczy przyjąć wilgotność równą 1%.

§ 48. Należy stwierdzić, czy razem z powietrzem ze skraplacza nie zostają porywane skropliny. W tym celu dostawca powinien dostarczyć szkic połączeń pompy powietrznej (eżektor) ze skraplaczem oraz urządzeń, zabezpieczających przed porywaniem skroplin przez pompę powietrzną.

§ 49. Stosowanie innych przyrządów i metod pomiarowych od powyżej wymienionych jest dopuszczalne tylko za zgodą stron i rzeczoznawcy z tem, że dokładność ich zostanie sprawdzona metodami wyszczególnionymi w § 43.

B. Wykonanie pomiarów.

§ 50. Pomiary odbiorcze powinny odbywać się w warunkach możliwie zbliżonych do ustalonych w gwarancjach.

Dopuszczalne odchylenia średnich wartości pomiarowych w stosunku do warunków ustalonych w gwarancjach są następujące:

- a) ciśnienie pary dolotowej (ata): $\pm 8\%$,
- b) temperatura pary dolotowej ($^{\circ}C$): $\pm 8\%$,
- c) ciśnienie pary wylotowej lub pobieranej: $\pm 6\%$,
- d) przy jednoczesnej zmianie a), b) i c) spadek adyabatyczny entalpii: $\pm 10\%$, cząstkowy zaś spadek adyabatyczny entalpii w wypadkach kilkakrotnego pobierania pary: $\pm 15\%$,
- e) obciążenie turbozespołu: $\pm 10\%$,
- f) ilość pobieranej pary: $\pm 8\%$,
- g) temperatura wody chłodzącej i próżnia nie podlegają ograniczeniom.

§ 51. Każdy pomiar można rozpocząć dopiero po ustaleniu się równowagi w obciążeniu oraz w stanach pary i wody chłodzącej.

Odchylenia poszczególnych odczytów w stosunku do średnich wartości pomiaru mogą wynosić najwyżej połowę wartości podanych w § 50, z wyjątkiem ilości pobieranej pary, dla której dopuszczalne są odchylenia $\pm 5\%$.

W razie większych odchyień każda strona może zażądać protokólnego ustalenia większych tolerancji lub odrzucenia pomiaru, o czem rozstrzyga rzeczoznawca.

§ 52. W czasie pomiaru mocy i zużycia pary oraz podczas przechodzenia z jednego stopnia obciążenia na drugi, dozwolone jest przestawianie regulacji turbozespołu tylko w takim zakresie, jaki stosuje się w normalnym prawidłowym ruchu (np. nie jest dozwolone ustawienie zaworów regulacyjnych w pewnym dowolnym położeniu i t. p.).

§ 53. Czas trwania poszczególnego pomiaru zależy od sposobu mierzenia ilości pary zużytej, a powinien być tak dobrany, aby dokładność pomiaru była dostateczna. Naogół wystarcza 1/2 do 1 godziny, w zależności od równomierności obciążenia turbozespołu, wahań odczytywanych stanów pary, jednostajności pracy pompy kondensacyjnej, wielkości i wahań zwierciadła skroplin w skraplaczu i wymagania napełnienia przynajmniej trzech zbiorników skroplinami.

§ 54. Wszystkie odczyty potrzebne do przeliczeń powinny być dokonywane w równych odstępach i to tak krótkich, aby wahania mogły być zauważone, lecz nie rzadziej niż co 5 minut.

§ 55. Do ustalenia największej użytecznej mocy przejściowej turbozespołu wystarczy pomiar 15 minutowy.

ROZDZIAŁ V.

Przeliczenie wyników pomiaru, tolerancje i sprawozdanie.

§ 56. Z poszczególnych odczytów w czasie jednego pomiaru (np. mocy, ciśnienia, temperatury i t. d.) oblicza się średnie arytmetyczne wartości, które stanowią podstawę do dalszych obliczeń.

W razie pomiarów ilości pary zapomocą zwęzek należy obliczyć średnią wartość arytmetyczną z pierwiastków kwadratowych poszczególnych odczytów.

§ 57. Do otrzymanej z pomiaru ogólnej ilości zużytej pary należy wprowadzić poprawki na skropliny, które nie dochodzą do miejsca pomiaru skroplin, a przy pomiarach zapomocą zwęzek na parę, która nie przepływa przez nie.

§ 58. Celem stwierdzenia, czy gwarantowane zużycie pary zostało dotrzymane, należy zmierzone zużycie pary przeliczyć na warunki gwarancyjne lub w razie zastosowania przeliczenia według § 60 gwarantowane zużycie pary — na warunki pomiarowe.

Przeliczenia dokonywa się według wykresów, dostarczonych przez dostawcę z uwzględnieniem § 10 lub według zasad, podanych w paragrafach 59 i 60.

§ 59. Do przeliczenia zmierzonego zużycia pary na warunki gwarancyjne służą następujące wzory:

a) dla turbin przeciwprężnych:

$$m = m_{zm} \cdot \frac{h_{szm} \cdot \zeta}{h_{sgw}}$$

gdzie

m_{zm} — zmierzone zużycie pary na jednostkę mocy,

m — zmierzone zużycie pary na jednostkę mocy, przeliczone na warunki gwarancyjne, które porównywa się z gwarantowanym zużyciem pary,

h_{sgw} — spadek adyabatyczny entalpii w warunkach gwarancji,

h_{sm} — spadek adyabatyczny entalpii w warunkach pomiaru,

ζ — współczynnik poprawki sprawności turbiny w zależności od temperatury i ciśnienia pary dolotowej oraz przeciwprężności, w pewnych wypadkach $\zeta = 1$,

b) dla turbin kondensacyjnych:

$$m = m_{zm} \cdot \frac{h_{szm} \cdot \eta_{egw} \cdot \zeta - \left(\frac{Ac^2}{2g}\right)_{zm}^*}{h_{sgw} \cdot \eta_{egw} - \left(\frac{Ac^2}{2g}\right)_{gw}}$$

gdzie: η_{egw} — termodynamiczna sprawność turbiny w warunkach gwarancji,

$\left(\frac{Ac^2}{2g}\right)_{gw}$ — strata wylotowa w warunkach gwarancji,

$\left(\frac{Ac^2}{2g}\right)_{zm}$ — strata wylotowa w warunkach pomiaru,

ζ — współczynnik poprawki sprawności turbiny w zależności od temperatury pary dolotowej,

a inne oznaczenia jak podano pod a).

Dla powyższego sposobu przeliczenia dostawca powinien dostarczyć w terminie przewidzianym w § 10:

a) wykresy sprawności prądnicy,

β) „ współczynnika ζ ,

γ) „ próżni w zależności od temperatury wody chłodzącej i ilości skroplin,

δ) wykresy strat wylotowych w zależności od próżni i ilości skroplin,

e) wszelkie dane, a nawet rysunki, których zażąda rzeczoznawca celem sprawdzenia przedstawionych wykresów w myśl § 10.

§ 60. Do obliczenia gwarantowanego zużycia pary w warunkach pomiaru turbin kondensacyjnych służy wzór:

$$m_p = m_{gw} \cdot a \cdot b \cdot c,$$

który można stosować przy ciśnieniu dolotowym pary 9 do 40 atn, oraz jeśli temperatura wody chłodzącej w czasie pomiarów odpowiada warunkom poniżej podanym pod γ).

*) Wzór uproszczony dla dogodności przeliczenia.

We wzorze tym oznacza:

- m_{gw} — gwarantowane zużycie pary na jednostkę mocy,
- m_p — gwarantowane zużycie pary na jednostkę mocy, przeliczone na warunki pomiaru, które porównywa się z m_{zm} t. j. ze zmierzonym zużyciem pary,
- a** — współczynnik uwzględniający zmianę gwarantowanego zużycia pary zależnie od zmiany ciśnienia pary dolotowej,
- b** — współczynnik uwzględniający zmianę gwarantowanego zużycia pary zależnie od zmiany temperatury pary dolotowej,
- c** — współczynnik uwzględniający zmianę gwarantowanego zużycia pary zależnie od zmiany temperatury wody chłodzącej.

$$\alpha) \quad a = 1 + 0,02 \left(\frac{p_1}{p_g} - 1 \right), \text{ jeżeli } p_1 > p_g \text{ lub}$$

$$a = 1 + 0,2 \left(1 - \frac{p_1}{p_g} \right), \text{ jeżeli } p_1 < p_g,$$

gdzie:

- p_g — ciśnienie w kg/cm^2 podane w gwarancji, a
- p_1 — ciśnienie w kg/cm^2 w czasie pomiaru.

$$\beta) \quad b = 1 - \frac{t_1 - t_g}{850}, \text{ jeżeli } t_1 > t_g \text{ lub}$$

$$b = 1 + \frac{t_g - t_1}{550}, \text{ jeżeli } t_1 < t_g,$$

gdzie:

- t_g — temperatura podana w gwarancji,
- t_1 — temperatura w czasie pomiaru.

$$\gamma) \quad c = 1 - 0,0034 (15 - t_{w_1}), \text{ jeżeli } 10^\circ C < t_{w_1} < 15^\circ C \text{ lub}$$

$$c = 1 + 0,007 (t_{w_1} - 15), \text{ jeżeli } 15^\circ C < t_{w_1} < 25^\circ C \text{ w wy-}$$

padku, gdy gwarancje dano dla temperatury wody chłodzącej $15^\circ C$, a t_{w_1} oznacza temperaturę wody chłodzącej w czasie pomiaru.

Natomiast w wypadku, gdy gwarancje dano dla temperatury wody chłodzącej $27^\circ C$, to oblicza się:

$$c = 1 - 0,0038 (27 - t_{w_1}), \text{ jeżeli } 17^\circ C < t_{w_1} < 27^\circ C,$$

$$\text{lub } c = 1 + 0,008 (t_{w_1} - 27), \text{ jeżeli } 27^\circ C < t_{w_1} < 32^\circ C.$$

Dostawca ma jednak możność wykazać na podstawie rysunków i obliczeń, w jakim stopniu turbina może wyzyskać lepszą próżnię przy różnych obciążeniach.

§ 61. W turbinach, pracujących z jedno — lub kilkakrotnym pobieraniem pary, należy traktować każdą ilość pary jako pracującą w osobnej turbinie o tych samych warunkach dolotowych, warunki zaś końcowe zależą od miejsca pobierania i warunków w skraplaczu.

§ 62. Jeżeli średnie obciążenia silnika w czasie pomiaru różnią się od obciążeń, dla których dano gwarancje (w turbinach kondensacyjnych nie potrzeba jednak uwzględniać różnic do 5%), to należy obliczyć gwarantowane zużycie pary dla obciążeń pomiarowych w sposób następujący:

Gwarantowane zużycie pary M w kg/h przedstawia się graficznie w zależności od obciążenia. Z otrzymanego wykresu oblicza się gwarantowane zużycie pary M lub m dla obciążeń pomiarowych.

§ 63. Jeżeli zużycie pary gwarantowano tylko dla jednego obciążenia, to stwierdzone w czasie pomiaru zużycie pary na jednostkę mocy użytecznej należy bezpośrednio porównać z liczbą podaną w gwarancji, uwzględniając przeliczenia.

Jeżeli natomiast zużycie pary gwarantowano dla szeregu obciążeń, to oblicza się średnie miarodajne przekroczenie procentowe według następującego wzoru (np. dla 4 obciążeń):

$$q = \frac{c_1 \cdot p_1 + c_2 \cdot p_2 + c_3 \cdot p_3 + c_4 \cdot p_4}{c_1 + c_2 + c_3 + c_4}$$

gdzie oznaczają:

p_1, p_2, p_3, p_4 — algebraiczną różnicę, wyrażoną w procentach między gwarantowaniem i zmierzonym zużyciem pary przy 100%, 75%, 50% i 25% największej mocy stałej turbozespołu, uwzględniając przeliczenia;

c_1, c_2, c_3 i c_4 — współczynniki, których wysokość powinna być podana w umowie; — w przeciwnym razie przyjmuje się je;

$$c_1 = 3; c_2 = 4; c_3 = 3; c_4 = 2.$$

§ 64. Jeżeli umowa nie przewiduje żadnych zastrzeżeń, to należy stosować następujące tolerancje:

A) ze względu na niedokładności pomiaru:

- a) dla pomiarów maszyn napędzanych przez turbinę według norm dla tychże maszyn,
- b) dla pomiaru skroplin 0,5%,

c) dla pomiaru pary zwężkami, do czasu wydania odnośnych norm polskich lub międzynarodowych, tolerancje jakie przewidują normy niemieckie r. 1932.

B) ze względu na wahania obciążenia:

a) w wypadkach odchyień w granicach $\pm 2\%$ od średniego obciążenia nie stosuje się tolerancji,

b) od większych odchyień wyrażonych w procentach średniego obciążenia odejmuje się 2% , poczem otrzymane liczby sumuje się arytmetycznie, sumę zaś dzieli się przez podwójną liczbę dokonanych odczytów. Otrzymany w ten sposób wynik daje wielkość tolerancji.

§ 65. Turbina może nie być przyjętą:

a) jeżeli największa użyteczna jej moc stała, określona w myśl § 3a, przeliczona na warunki, podane w umowie, jest mniejsza od gwarantowanej o 2% ,

b) jeżeli stwierdzone w czasie pomiarów średnie zużycie pary przekracza gwarantowane z uwzględnieniem przeliczenia i tolerancji, wymienionych w § 63 i 64, więcej niż 5% w turbinach kondensacyjnych i przeciwprężnych, a 8% w turbinach pracujących z pobieraniem pary.

c) jeżeli regulacja nie odpowiada gwarancjom lub wymaganiom ruchu i bezpieczeństwa.

§ 66. Rzeczoznawca sporządza w czasie możliwie najkrótszym sprawozdanie z badań odbiorczych, które powinno zawierać wszystko, co jest potrzebne do przeliczenia i oceny wyników badań, w szczególności: miejsce i datę odbioru, nazwisko lub firmę odbiorcy i dostawcy, nazwiska przeprowadzających odbiór, opis i zasadnicze dane urządzenia silnikowego, gwarancje, protokół wstępny i protokół cechowania zbiorników, rodzaj obciążenia turbozespołu, opis przeprowadzenia pomiarów ze szkicem punktów pomiarowych i wymienieniem użytych przyrządów mierniczych, średnie wartości odczytów każdego pomiaru, przeliczenie wyników i wnioski, dotyczące spełnienia gwarancji.

Dodatek do norm odbiorczych turbin parowych.

Wskazówki dla zamawiających turbiny parowe.

Dostawca powinien w umowie gwarantować:

1. Największą stałą moc użyteczną turbiny stosownie do § 3a, 18 i 19 norm odbiorczych.

2. Moc najekonomiczniejszą turbiny dla określonych warunków pracy.

3. Zużycie pary w postaci wykresów, stosownie do § 3b norm odbiorczych. Przy napędzie prądnic zaleca się podać zużycie pary w zależności od mocy użytecznej turbogenerators (§ 18), wyrażonej w *kW*, przyczem dla generatorów prądu zmiennego należy podać jeszcze $\cos \varphi$.

4. Próżnię w skraplaczu w zależności od początkowej temperatury wody chłodzącej i ilości skroplin w postaci wykresów.

5. Zużycie energii do napędu urządzeń pomocniczych.

6. Dla turbin przeciwprężnych — ciśnienie pary oraz podać temperatury pary odbieranej w zależności od obciążenia.

7. Dla turbin pracujących z pobieraniem pary — ilości i ciśnienia pobieranej pary oraz podać jej temperatury.

8. Niezawodność działania regulatora bezpieczeństwa przy zwiększeniu się normalnej liczby obrotów o najwyżej 10% ponad normalną oraz możliwość ręcznego zatrzymania turbiny przy pomocy tegoż regulatora.

9. Działanie prawidłowe regulacji samoczynnej podczas pracy (największe wahania dopuszczalne 0,5% liczby obrotów dla ruchu ustalonego) i przy równoległym łączeniu napędzanej prądnicy z innymi prądnicami.

10. Działanie prawidłowe regulacji samoczynnej dla gwarantowanych stanów pary przed turbiną i przy przeciwcisnieniu turbiny, t. j. chwilowe i trwałe zmiany liczby obrotów w razie raptownych zmian obciążenia:

- a) z 25% do 0% i odwrotnie,
- b) z 50% do 0% „
- c) z 75% do 0% „
- d) ze 100% do 0% „

Największa dopuszczalna zmiana liczby obrotów, występująca chwilowo, nie powinna powodować działania regulatora bezpieczeństwa, trwała zaś zmiana liczby obrotów nie powinna przekraczać 6% normalnej liczby obrotów.

11. Możliwość regulowania liczby obrotów turbiny w granicach $\pm 5\%$ normalnej liczby obrotów.

12. W turbinach przeciwpięznych lub pracujących z pobieraniem pary odchylenia ciśnienia pary odbieranej podczas zmian w obciążeniu i podczas zmian w odbiorze pary.

13. Najwyższą temperaturę łożysk i temperaturę oleju przy wyjściu z łożysk przy wskazanych przez dostawcę własnościach oleju.

14. Spokojny bieg turbozespołu, t. j. że drgania, wstrząśnienia i szmery nie będą anormalne, czyli większe niż w innych analogicznych instalacjach pierwszorzędnych.

15. Niewystępowanie krytycznych obrotów w granicach $\pm 20\%$ normalnej liczby obrotów.

16. Racjonalność ogólnego projektu fundamentów i rurociągów turbozespołu.

17. Wykonanie turbozespołu z najlepszych materiałów według wypróbowanych wzorów konstrukcyjnych, racjonalność budowy oraz odpowiedzialność conajmniej na 1 rok od chwili oddania go do użytku odbiorcy za trwałość poszczególnych części turbozespołu tak w czasie jego ruchu jak i postoju.

18. Czas potrzebny na uruchomienie silnika ze stanu zimnego i nagrzanego.

19. Trwałość mosiężnych rur skraplacza przy wodzie chłodzącej posiadanej przez odbiorcę.

Umowa powinna zawierać:

20. Poprawki zużycia pary lub wielkości poprawek przeliczeniowych w postaci wykresów, oraz wykresy sprawności prądnic dla prądu zmiennego przy różnych $\cos \varphi$.

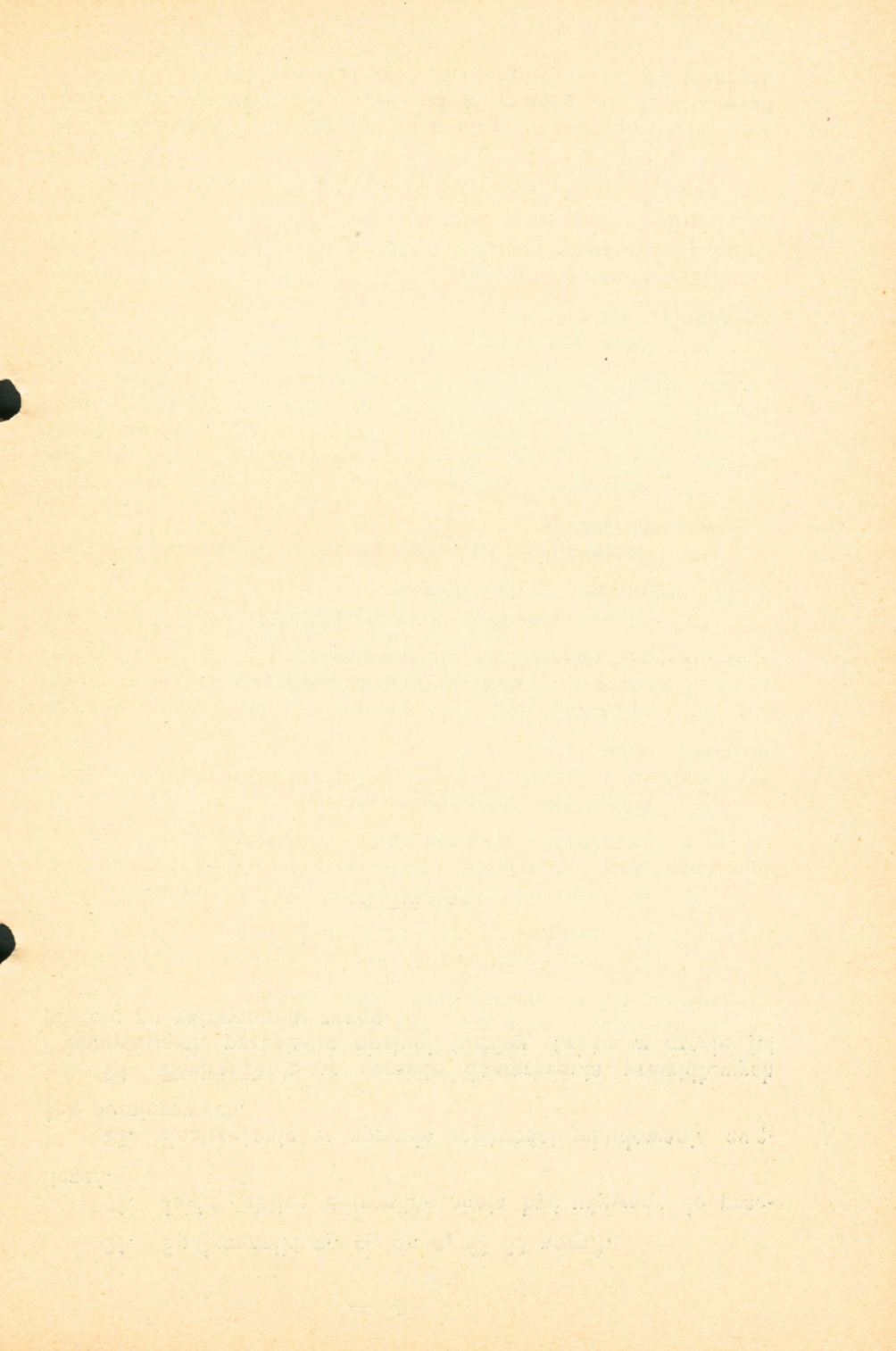
21. Spółczynniki c_1, c_2, c_3, c_4 (§ 63 norm).

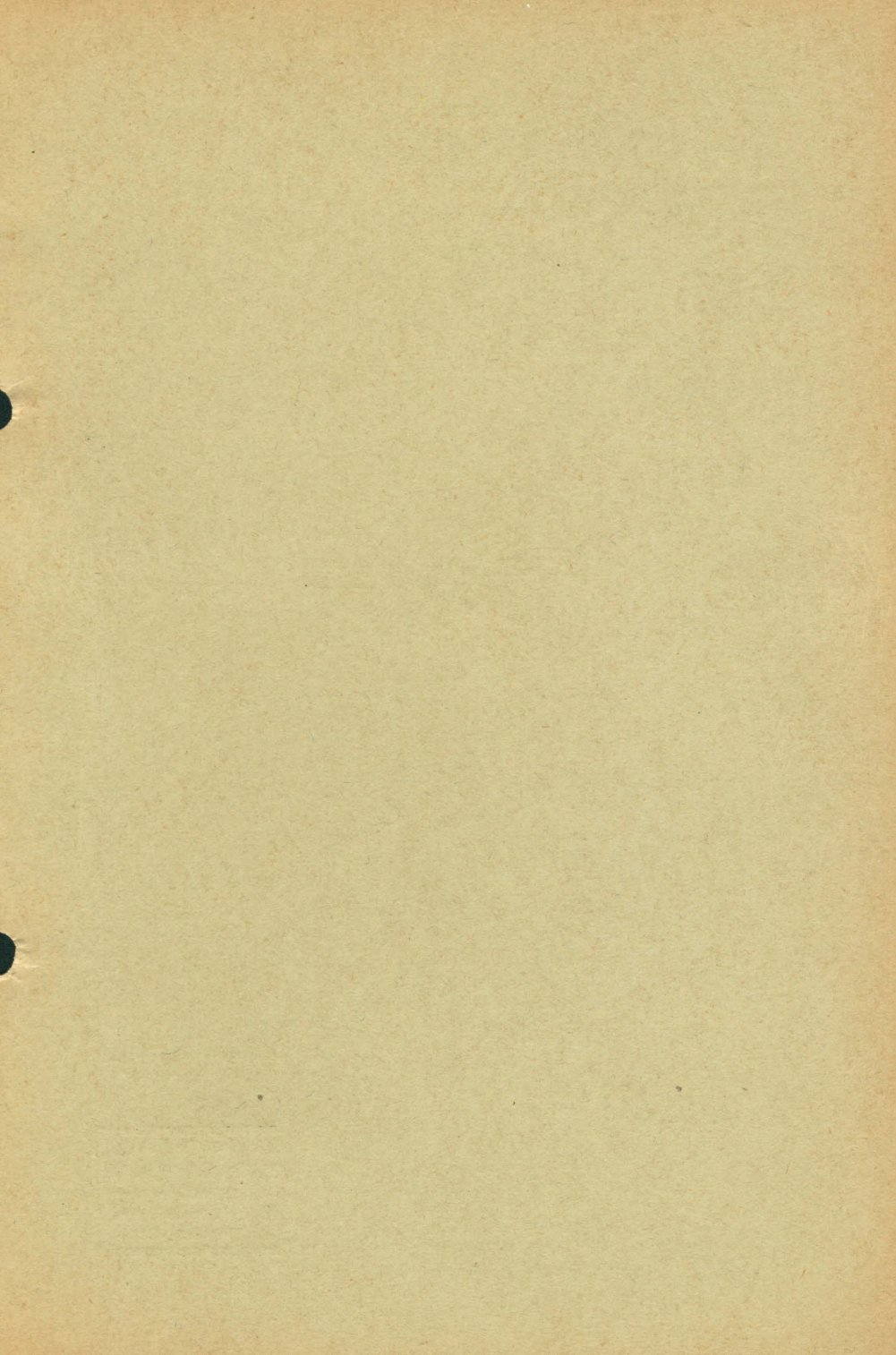
22. Jakie tablice entropijne mają być używane do przeliczeń.

23. Zastrzeżenie w sprawie możliwości wbudowania węzłok pomiarowych.

24. Zastrzeżenie w sprawie dostarczenia prawidłowych i kompletnych przepisów obsługi turbiny, także w czasie jej postoju po zatrzymaniu ruchu.

AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA
W KRAKOWIE
BIBLIOTEKA





N2B/N 1329

80-
Kow. st.
No 1/25

ZAKŁADY GRAFICZNE
R. BIELIŃSKI
WARSZAWA
ul. Krak. Przedmieście 6
Tel. 5-86-81
