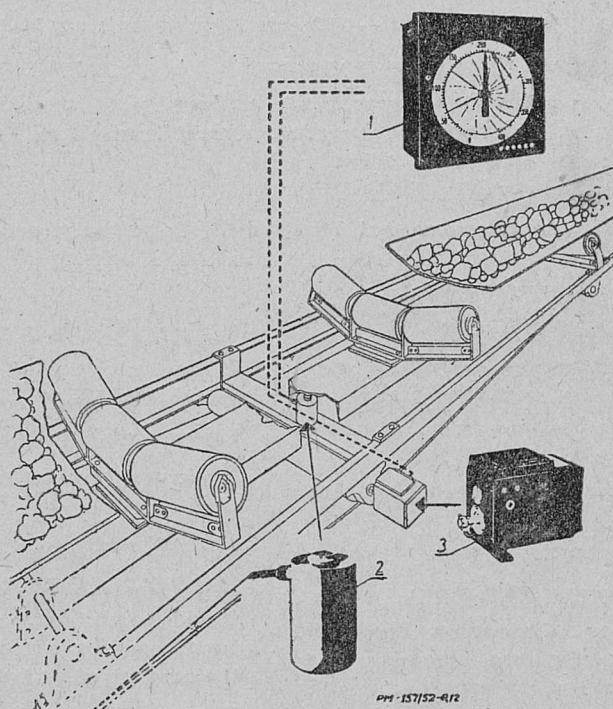


A 1192 II

63

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Waga taśmowa umożliwiająca ciągły pomiar zdalny
(p. art. wewn. zeszytu)



ROK XI

GRUDZIEŃ 1952

ZESZYT 12

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 12/52

Pokłosie II Kongresu Inżynierów i Techników — J. L.	Str. 507
---	----------

ARTYKUŁY GŁÓWNE

Mgr inż. Jerzy Pindera — Elastooptyka — cenne narzędzie konstruktora	511
Pęknięcia składanych wałów korbowych — Z. R.	517
Mgr inż. Władysław Tryliński — Zazębienia zegarowe (dokończenie)	520
Dr inż. Zdzisław Rauszer — O racjonalizacji jednostek kąta	524

TECHNIKA CIEPLNA

Mgr inż. Stanisław Dąbrowski — Wpływ ilości stopni sprężarki odśrodkowej na kształt jej charakterystyki. Część II	527
Mgr inż. Andrzej Konorski — Niektóre zagadnienia budowy nowych typów turbin parowych w ZSRR (dokończenie)	531
Mgr inż. Stanisław Andrzejewski — Nowoczesne nawęglanie elektrowni	533
Mgr inż. Władysław Pac — Pełzanie i grafityzacja rur kotłowych	538

PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ

Świetlna i dźwiękowa sygnalizacja poziomu wody w walczaku kotła parowego — W. L.	544
Odnawianie stożkowych przewodnic tokarki karuzelowej — W. L.	545
Z żalobnej karty — Redakcja	

BIBLIOGRAFIA

Do zeszytu załączony jest Przegląd Bibliograficzny Mechaniki str. 8.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНЫЕ СТАТЬИ

Эластопластика — ценный инструмент конструктора.
Трещины сложных коленчатых валов.
Часовые зацепления (окончание).
Рационализация единиц угла.

ТЕПЛОВАЯ ТЕХНИКА

Влияние количества ступеней центробежного компрессора на форму его характеристики.
Некоторые вопросы при строительстве новых типов паровых турбин в СССР.
Современное питание углём электростанций.
Угон и графитизация котельных труб.

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

БИБЛИОГРАФИЯ

CONTENTS

PRINCIPAL ARTICLES

Photoelasticity — the designer's valuable tool.
Failures of built-up crankshafts.
Clock and watch gears (conclusion)
About the rational units of angle.

HEAT ENGINEERING

Characteristic curve of a centrifugal compressor as a function of the number of stages.
Some problems pertaining to the construction of the new types of steam turbines in USSR (conclusion)
Modern methods of coal feeding in electric stations.
Creeping and graphitization of boiler tubes.

TECHNICAL PRESS REVIEW

BIBLIOGRAPHY

SOMMAIRE

ARTICLES PRINCIPAUX

L'élastoplasticité comme instrument précieux du constructeur.
Ruptures des arbres coudés composés.
Engrenages du type horloger (fin).
Rationalisation des unités des angles.

LA THERMOTECNIQUE

L'influence du nombre des degrés d'un compresseur centrifuge sur la forme de sa caractéristique
Certains problèmes de construction des nouveaux types de turbines à vapeur dans l'Union Soviétique (fin).
Alimentation moderne des usines électriques en charbon.

Mouvements rampant et graphitisation des tuyaux de chaudières.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5
Komitet Redakcyjny: mgr inż. ZYGMUNT BOCHENEK, mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, JAN STEFAN KOWALSKI, mgr inż. STANISŁAW KULESZA, dr inż. JAN OBALSKI, prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ, prof. inż. ZDZISŁAW RYTEL, prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI, mgr inż. LECH STRZELECKI, mgr inż. JÓZEF ZAGÓRSKI

Redaktor Naczelny: mgr inż. MARIAN WAKAŁSKI
Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI
Sekretarz redakcji: ANNA WOCHOWSKA

Redaktor techniczny: CZESŁAW PIEKARSKI

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, W-wa, ul. Mińska 65. Zam. 1122/52. 3-B-17472
Nakł. 4.600. Papier druk. sat. V kl. 60 g, form. A0 — Rękopis otrzymano 25.X.52 — Druk ukończono 30.XII.52

PRZEGŁĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, CZACKIEGO 3/5, TEL. 8-95-10 w. 48

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 10-62-26

Pokłosie II Kongresu Inżynierów i Techników

„Nie może być dość głębokiej rewolucji kulturalnej bez rewolucji technicznej. Wzajemny ścisły związek kultury i techniki jest bezsporny. Ale bezsporny jest również ścisły związek między postępem technicznym i postawą ideologiczną ludzi, którzy ten postęp techniczny realizują.“

Z przemówienia Bolesława Bieruta na otwarcie II Kongresu Inżynierów i Techników Polskich.

II Kongres Inżynierów i Techników Polskich, zwołany przez NOT i CRZZ do Warszawy na dzień 28—29 XI. 1952, zgromadził około 3000 czołowych przedstawicieli inteligencji technicznej — techników, profesorów, inżynierów, racjonalizatorów, przodowników pracy, wybranych przez zakłady pracy i oddziały stowarzyszeń technicznych w całym kraju.

Kongres zebrał się w celu podsumowania dotychczasowych wyników pracy polskiej inteligencji technicznej, przedyskutowania błędów i niedociągnięć, sformułowania węzłowych zadań, wysuwających się na czoło w związku z nową fazą rozwoju naszego przemysłu, dla zamanifestowania nierozdzielnej spójni inteligencji technicznej z klasą robotniczą i niewzruszonej woli skupienia wszystkich wysiłków nad realizacją Planu 6-letniego i wspaniałych tez programu Frontu Narodowego.

Wielką wagę Kongresu oraz doniosłą i nieodzowną rolę inżyniera i technika w wielkim dziele budowy socjalizmu zadokumentowała obecność i przemówienie Pierwszego Obywatela Polski Ludowej Prezydenta Bolesława Bieruta, podkreślił udział w prezydium Kongresu Premiera Józefa Cyrankiewicza, Wicepremiera Minca, Wicepremiera Jędrzychowskiego, Wiceprzewodniczącego PKPG ministra Szyra, Przewodniczącego CRZZ Kłosiewicza i ministrów, kierowników najważniejszych resortów gospodarczych.

„Dotychczasowy dorobek polskiej inteligencji technicznej przynosi zaszczyt inżynierom i technikom“ stwierdza rezolucja Kongresu. Nie jest ani możliwe, ani potrzebne wyodrębnianie udziału inżynierów i techników we wspaniałych osiągnięciach naszej gospodarki w okresie planu trzyletniego i w pierwszej połowie Planu Sześcioletniego. Wystarczy stwierdzić, jak to uczynił w swoim referacie Przewodniczący CRZZ Kłosiewicz, że inteligencja techniczna, pracu-

jąc razem z klasą robotniczą wniosła i wноси swój wkład w budowę nowych fabryk, kopalń, hut i budowli; że wiernie towarzyszy naszej bohaterkiej klasie robotniczej, której twórczy wysiłek wznosi zręby socjalizmu i powszechnego dobrobytu, że z roku na rok pogłębia się zbliżenie inteligencji technicznej z załogami robotniczym i rośnie aktywny udział w pracach związków zawodowych.

„Klasa robotnicza — mówi tow. Kłosiewicz — kierownicza siła naszego narodu zdaje sobie sprawę z tego, że bez świadomego udziału inżyniera i technika nie można myśleć o rozwiązaniu szeregu zagadnień produkcyjnych, z jakimi robotnik styka się przy warstacie pracy. Bez współudziału inżyniera i technika nie może być mowy o jakimś zasadniczym postępie technicznym. Bez pomocy inżyniera i technika wreszcie nie można liczyć na podniesienie ogólnej wiedzy i kultury technicznej, na wzbogacenie wiedzy technicznej i podniesienie kwalifikacji zawodowych najszerszych mas.“⁽¹⁾.

Osiągnięcia w zakresie budowy maszyn i technologii mechanicznej

W świetle stwierdzeń II Kongresu Inżynierów i Techników osiągnięcia naszej gospodarki w dziedzinie budowy maszyn i technologii mechanicznej stanowić mogą miarę dorobku ogółu polskich inżynierów i techników mechaników, gdyż zawierają w sobie wyniki ich wysiłków, ponoszonych ramię przy ramieniu z rzeszami robotników-metalowców. A osiągnięcia to poważne, zwłaszcza jeśli uwzględnimy niezwykle niski stan przemysłu maszynowego w Polsce przedwojennej i całkowite zniszczenie nawet tego nikłego dorobku przez hitlerowską nawałę.

¹⁾ Wydawnictwo: II Kongres Inżynierów i Techników Polskich, str. 40, PWT, 1952 r.

Minister E. Szyr daje w swoim referacie przegląd tych osiągnięć:

W Zakładach im. 1 Maja w Pruszkowie opracowano i opanowano elektroerozyjną obróbkę matryc i wykrojników; przeprowadza się reorganizację produkcji i modernizację maszyn w związku z wprowadzeniem kompleksowego skrawania szybkościowego. W 30 zakładach przemysłu maszynowego wprowadzono już elektroiskrowe napawanie ostrzy narzędzi tnących węglami spiekanymi. Wdraża się spawanie automatyczne krytym łukiem. Uruchomiono produkcję elektrycznie spawanych walczków kotłowych, osiągając przy tej metodzie do 15% oszczędności blachy. Coraz szerzej stosuje się metalizację natryskową, a przemysł krajowy zaopatruje już warsztaty metalizacji w pistolety do natryskiwania, własnej produkcji. W 4 zakładach przemysłu wagonowego i elektrotechnicznego uruchomiono elektrolityczne polerowanie, eliminując pracochłonne i szkodliwe dla zdrowia robotnika procesy ręcznego polerowania na szczotkach i tarczach flanelowych.

Posunięto naprzód sprawę wytwarzania aparatury do automatyzacji procesów produkcyjnych. Uruchomiono już produkcję urządzeń do automatyzacji zasilania i regulacji spalania w instalacjach kotłowych.

Znaczne postępy osiągnięto na polu rozpowszechniania potokowych metod obróbki i montażu. W Państwowej Fabryce Wagonów uruchomiono potokową produkcję wagonów nowego typu; podobna metoda wkrótce wprowadzona będzie przy wytwarzaniu wagonów osobowych w zakładach „ZISPO” w Poznaniu. Poważnym osiągnięciem jest opracowanie i uruchomienie potokowej produkcji samochodów „Star 20” oryginalnej, polskiej konstrukcji. W opracowaniu jest półautomatyczna linia obróbki korpusów typowych silników elektrycznych oraz taka linia dla obróbki wrzecionników tokarek. Osiągnięto wyraźne postępy na polu modernizacji i mechanizacji odlewnictwa.

Skonstruowano i uruchomiono produkcję setek nowych typów maszyn. Na szczególne podkreślenie zasługują wyniki w zakresie wytwarzania wysokowydajnych maszyn ciężkich: wykonano np. dla przemysłu gumowego prasę o nacisku 6000 ton, uruchomiono produkcję ciężkich młotów, silników elektrycznych do urządzeń górniczych o mocy 1250 i 1500 kW, wytwarza się czerparki kubełkowe o wydajności 800 m³/godz. W opracowaniu jest produkcja koparek łyżkowych 0,5 m³ i 1,0 m³. Będą one wypuszczone kolejno w 1953 i 1954 roku. Opracowuje się polskiej konstrukcji dźwig pływający o nośności 100 ton.

Uruchomiono produkcję szeregu ciężkich obrabiarzek jak: karuzelówki o średnicy stołu 2500 mm, ciężkie wytaczarki, tokarki o wzniosie kłów 500 i 625 mm, przy długości tocenia 1500 ÷ 3000 mm. Niebawem wprowadzone będą do produkcji karuzelówki ϕ 3200.

Poza resortem przemysłu maszynowego, ale niemniej przy decydującym udziale inżynierów i techników mechaników wykonano kombajny węglowe typu „Donbas” wg dokumentacji radzieckiej, urządzenia do zdalnego sterowania taśm przenośnikowych i dziesiątki innych maszyn i urządzeń dla mechanizacji wydobycia i transportu węgla. Ulepsza się i wykańcza prototyp tzw. łupacza węgla wg projektu inż. Popowicza.

Inż. Czachowski opracował ładowarkę zasięrzną na gaśienicach i sprzęgło automatyczne do ładowarki. Technik Antoni Dusza opracował ładowarkę zgrzeblową do ładowania na filarach i nową konstrukcję napędów taśmowych, technik Borowiec — maszynę urabiającą węgiel, przystosowaną do pracy w pokładach o trudnych warunkach zalegania.

W osiągniętych, znacznym podwyższeniu zdolności produkcyjnych naszych stalowni (w ostatnich latach o prawie milion ton) nie ostatnią rolę odegrały nowe, krajowymi siłami wykonane mechanizmy, a zwłaszcza suwnice złomowe i stalownicze.

W Zakładach Chemicznych im. Dzierżyńskiego zautomatyzowano dwa generatory, osiągając przez to wzrost wydajności o 25%. W zakładach chorzowskich uruchamia się pierwszy generator polskiej produkcji. Oddział ogromnego kombinatu paliw płynnych w Błachowni, zaprojektowany w kraju, zbudowany i uruchomiony w niespełna rok, obsługiwany jest przez 5 załadowców robotników, kontrolerów maszyn i urządzeń krajowej produkcji, w pełni zmechanizowanych i zautomatyzowanych.

Poważne osiągnięcia naszego przemysłu, a w tej liczbie i osiągnięcia budowy maszyn, których przykłady przytoczono powyżej, stały się możliwe dzięki zdobyciu władzy przez lud polski, dzięki uspołecznieniu podstawowych środków produkcji, dzięki gospodarce planowej, usuwającej marnotrawstwo sił i środków produkcji. Drugim czynnikiem, bez działania którego na osiągnięcia, jakich dziś jesteśmy świadkami, może musielibyśmy jeszcze czekać całe lata, jest braterska pomoc Związku Radzieckiego. Bez dostaw radzieckich, bez radzieckiej pomocy naukowo-technicznej, bez możliwości korzystania z radzieckich doświadczeń i studiowania radzieckich osiągnięć, nie byłoby możliwe rozwinięcie takiego tempa wzrostu produkcji i tak szybkiego podnoszenia się poziomu techniki.

Państwo ludowe wysoko ceni wkład i pomyślne wyniki pracy inżynierów i techników. Wyrazem tego są między innymi corocznie przyznawane nagrody państwowe za wybitne osiągnięcia w dziedzinie postępu technicznego. W przeddzień Kongresu odbyło się wręczenie nagród państwowych w dziedzinie nauki i postępu technicznego około 200 uczonym, inżynierom, technikom i racjonalizatorom, zaś podczas Kongresu nastąpiło wręczenie nagród państwowych kilkunastu odznaczonym, najbardziej związanym z ruchem stowarzyszeniowym. Nie od rzeczy będzie zaznaczyć, że spośród 17 laureatów, których Wicepremier Jędrzychowski udekorował na sali obrad Kongresu, 9 zostało odznaczonych za prace, dotyczące konstrukcji, budowy lub zastosowania maszyn i urządzeń mechanicznych, w tym 7 było bezpośrednio związanych z przemysłem maszynowym. Podkreśla to szczególną wagę i rolę budowy maszyn w rozwoju gospodarki socjalistycznej.

„Baza surowcowa, energetyczna, warunki glebowe, wodne i klimatyczne — mówi w swym referacie min. Szyr — stworzą ramy dalszego, potężnego rozwoju sił wytwórczych, których podstawową dźwignią jest przemysł maszynowy. Program przemysłu maszynowego wychodzi z ogólnych przesłanek maksymalnego wzrostu wydajności pracy przez zapewnienie środków

produkcji i urządzeń dla elektryfikacji, mechanizacji, automatyzacji i chemizacji procesów produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem szybkiego rozwoju produkcji rolnej, oraz zaopatrzenie energetyki, hutnictwa, górnictwa i wielkiej chemii w najbardziej wydajne urządzenia i maszyny²⁾

Krytyka dotychczasowej pracy inżynierów i techników-mechaników

Podstawowa rola przemysłu maszynowego tak wyraźnie podkreślona przez min. *Szyra* nakłada na ogół mechaników szczególne obowiązki i zmusza do szczególnie wnikliwej krytyki dotychczasowej pracy, do analizy błędów. Na tle tej analizy wytknięte zostają najważniejsze zadania na najbliższą przyszłość. Kongres dokonał takiej krytyki. Oto najważniejsze nasze niedociągnięcia:

1) W ramach wszechstronnego i wielkiego wysiłku inwestycyjnego nie umiano ustrzec się w pracy cech szturmowości i w wyniku tego nie zawsze udanej improvizacji.

2) Organizacja wewnętrzna przedsiębiorstw nie nadąża w wielu wypadkach za szybkimi zmianami i wzrostem programów produkcyjnych.

3) Mamy za sobą doniosłe osiągnięcia ilościowe, lecz niedostateczne osiągnięcia jakościowe.

4) Wysiłki w kierunku oszczędnego zużywania surowców, materiałów, paliwa i energii dają wciąż wyniki niedostateczne. Na przeszkodzie pełnej mobilizacji oszczędnościowej w gospodarce materiałowej stoją: biurokracizm, konserwacizm, brak dostatecznej śmiałości w rozwiązywaniu problemów technicznych. Brak jeszcze w wielu zakładach opracowanych i przestrzeganych norm zużycia.

5) Poważne braki wykazuje organizacja obsługi maszyn i urządzeń, ich konserwacji i remontu.

6) Mimo poważnych postępów niedostatecznie wykorzystywane są istniejące zdolności produkcyjne zakładów pracy. Niejednokrotnie planowane są nowe inwestycje dla pokrycia rosnącego zapotrzebowania na wyroby, które mogłyby być wytworzone w istniejących już zakładach, gdyby tylko włożono dostateczny wysiłek w modernizację i wykorzystanie starych maszyn, we właściwą organizację i uzupełnienie warsztatów produkcyjnych.

7) Na VII Plenum KC PZPR *Prezydent Bierut* zwrócił uwagę na podstawowe znaczenie mechanizacji pracy. Dotychczas nie potrafiliśmy stworzyć listy typowych niezbędnych sprzętów mechanizacyjnego ogólnego przeznaczenia - zorganizować jego programowej produkcji. Znajomość zagadnień mechanizacji i jej typowych rozwiązań nie jest na zakładach pracy rozpowszechniona; konserwacizm, zarozumiałość, zadowolenie z siebie, próżność i bezkrytyczny stosunek do własnych umiejętności i osiągnięć zagrażają drogę postępowi w tej dziedzinie.

8) Ruch racjonalizatorstwa i wynalazczości robotniczej rozwija się szybko. Możemy z dumą podkreślić, że przemysł maszynowy w tej dziedzinie przoduje, wykazując 1 projekt na 8 pracowników, wobec stosunku 1 : 13 dla całego przemysłu. Mimo to jednak

nie wszystkie pomysły są należycie wykorzystane. Racjonalizatorzy nie wszędzie otoczeni są należyłą opieką.

Zadania inżynierów i techników mechaników

Zadania inżynierów i techników polegają na usuwaniu dotychczasowych niedociągnięć:

1) Należy uporządkować sprawę inwestycji na wszystkich stadiach ich realizacji, walczyć uporczywie o ich potanie i ich wysoką jakość.

2) Trzeba zwrócić szczególną uwagę na ulepszanie i systematyczne wdrożenie właściwych metod operatywnego planowania wewnątrzzakładowego, właśnie szczególnie w przemyśle maszynowym, którego każde niedociągnięcie powoduje opóźnienie w wykonaniu planów inwestycyjnych i produkcyjnych zakładów odbiorców maszyn i sprzętu.

3) Należy zorganizować sprawną kontrolę techniczną jakości, zarówno międzyoperacyjną jak i końcową.

4) Wielki wysiłek musi być włożony w usprawnienie zaopatrzenia i gospodarki materiałowej. Związane jest to z jednej strony z ulepszeniem metod planowania produkcji i zaopatrzenia, z drugiej strony z nieustannym i nieustępliwym prowadzeniem akcji oszczędności materiałów zarówno w zakresie konstrukcji jak i technologii. Normy zużycia materiałów muszą być zrewidowane i zaostrzone tam, gdzie już istnieją, a opracowane i wprowadzone tam, gdzie ich jeszcze nie ma. Nowe, opanowane już technologicznie wysokowartościowe materiały muszą być przez konstruktorów wykorzystywane w pełni dla zmniejszenia przekrojów i ciężaru części maszynowych.

5) Wzorem inżynierów *Czerwińskiego i Ociepko*, którzy zrealizowali rekonstrukcję pieca obrotowego w cementowni Saturn powodując znaczne przekroczenie jego, poprzednio uważanej za szczytową, wydajności, wzorem elektrowni warszawskiej, która przez przebudowę podwyższyła wydajność starego kotła o 27%, należy dokonać skrupulatnej analizy zdolności produkcyjnej istniejących maszyn i urządzeń i doprowadzić do jej pełnego wyzyskania.

6) Jako szczególne zadanie dla mechaników, wyznaczone przez uchwałę VII Plenum KC PZPR, a spreycowane podczas obrad Kongresu występuje postawienie na właściwym torze zagadnienia małej mechanizacji, a zwłaszcza mechanizacji transportu wewnętrznego we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej. Trzeba wykorzystać dotychczas zgłoszone projekty racjonalizatorskie, dotyczące tej sprawy. Trzeba dokończyć opracowanie pełnej listy typowych maszyn, urządzeń i elementów służących do mechanizacji ogólnie spotykanych operacji transportowych. Trzeba wsząć programową produkcję tych maszyn, urządzeń i elementów w specjalizowanych zakładach w potrzebnym zakresie. Trzeba przeprowadzić szeroko zakrojoną akcję szkoleniowo-informacyjną, mającą na celu rozpowszechnienie znajomości problemów i rozwiązań technicznych z zakresu mechanizacji. Trzeba wydać zdecydowaną wojnę ciemnocie, konserwacizmowi i zacofaniu, stanowiącym groźne przeszkody, stojące na drodze szerokiemu wprowadzeniu mechanizacji pracy.

Te wszystkie zadania — to przykłady zaległości, które zostały do odrobienia z okresu poprzedniego. Dalszy, ciągle postępujący milowymi krokami rozwój

²⁾ Wydawnictwo: II Kongres Inżynierów i Techników Polskich, str. 36, PWT, 1952 r.

naszej gospodarki stawia jednak przemysłowi maszynowemu, a zatem także ogółowi inżynierów i techników mechaników liczne zadania nowe. Minister Szyr przedstawił przykładowe pozycje bogatej listy nowych maszyn, których produkcja musi być wkrótce opanowana i uruchomiona. Są to turbiny i kotły parowe o wielkich mocach oraz wysokich ciśnieniach i temperaturach pary, ciężkie silniki i transformatory, wielkie koparki, zgarniarki, równiarki, żurawie, traktory elektryczne, kombajny, aparatura sterująca i automatyzująca, liczne nowe typy obrabiarek, elementów przyrządowania, maszyn i urządzeń odlewniczych. Dalsze dezyderaty, dotyczące kierunku prac mechaników przedstawili liczni koledzy zabierający głos w dyskusji, jako rzecznicy najrozmaitszych branż i dziedzin działalności gospodarczej. I tak: przemysł naftowy słusznie domaga się intensywnych prac nad typizacją narzędzi i maszyn wiertniczych. Przemysł chemiczny podkreśla pilną konieczność znormalizowania aparatów chemicznych, ich armatury i elementów, a także ujednolicenia używanych w przemyśle budowy aparatury chemicznej, tworzyw. Energetyka żąda opracowania nowych typów maszyn i urządzeń dla mechanizacji wydobycia i transportu węgla brunatnego i torfu. Hutnictwo podkreśla konieczność stosowania w konstrukcjach, optymalnych pod względem ekonomicznym profili. Stale zwiększający się zasięg robót wodno-melioracyjnych wymaga produkcji maszyn i sprzętu do mechanizacji tych robót. Dotychczasowy stopień wyposażenia w maszyny tej tak ważnej dziedziny wynosi zaledwie 10%, a dojść winien w 1953 r. do 50%, zaś w 1960 do 75%. Czekają na opracowanie wielki plan kompleksowej mechanizacji prac w leśnictwie. Potrzebne są do jego mechanizacji piły mechaniczne i ostrzarki, plugi i sadzarki, komplety maszyn i urządzeń szkółkarskich, maszyny do karczowania, kolejki linowe, transport motorowy, przystosowany do warunków górskich. Ołbrzymie zadania stawia mechanikom problem dalszej mechanizacji prac w górnictwie. W roku 1955 mechanizacja urabiania osiągnąć ma 67%, ładowania 65%, transportu 95% ogólnej produkcji. Przemysł wełniany woła o ulepszenie parku maszynowego, umożliwiające zwiększenie szybkości pracy. Przemysł budowlany wysuwa konieczność usprawnienia i przyspieszenia realizacji prototypów maszyn i urządzeń, usprawniających budownictwo. Zupełnie nowe i liczne problemy z dziedziny przemysłu maszynowego wysuwa budowa metro. Niesposób wyliczyć wszystkich potrzeb naszego przemysłu i rolnictwa, które ujawniono w dyskusji, a w których realizacji praca inżyniera i technika mechanika odgrywać musi wiodącą rolę.

Warunki realizacji naszych zadań

Zarówno postawienie jak i realizacja tych wielkich zadań, wynikających z całości Planu 6-letniego i też programu wyborczego Frontu Narodowego stały się możliwe i konieczne dlatego właśnie, że technika, którą się posługujemy, jest techniką socjalistyczną. Różni się ona od kapitalistycznej odmiennym założeniem i odmiennym celem, co znajduje swój wyraz w konkretnych opracowaniach konstrukcyjnych i budowlano-inwestycyjnych. Celem socjalistycznej techniki jest dobro człowieka, podczas gdy technika kapitalistycz-

na służy wyłącznie tworzeniu coraz nowych, dodatkowych źródeł zysku dla nielicznych jednostek za cenę pogłębienia ucisku i wyzysku robotników, często za cenę ich zdrowia i życia. Technika kapitalistyczna posuwa się naprzód tylko wówczas, gdy zapewnia to fabrykantom doraźne zyski. W ten sposób kapitalizm staje się wrogiem istotnego postępu technicznego i w miarę postępującej monopolizacji kapitału coraz częściej zdarza się, że postęp techniczny umyślnie i celowo hamuje.

„Dlatego też — mówi Prezydent Bierut — walka o postęp techniczny jest realna i skuteczna tylko wtedy, gdy jest równocześnie walką o sprawiedliwość społeczną, walką ideologiczną o umocnienie władzy ludu pracującego, walką o pokój, przeciwko agresorom imperialistycznym, walką o wolność i niepodległość wszystkich narodów, walką o postęp ogólnoludzki i socjalizm“³⁾.

Szybki wzrost ilościowy i jakościowy kadr inteligencji technicznej, udział jej w rozwijającym się ruchu współzawodnictwa pracy, rosnąca jedność narodu w walce o Plan Sześcioletni i pokój, krytyka i samokrytyka jako metoda twórczego oddziaływania na przyspieszenie postępu społecznego i produkcyjnego, rozwój uczuć patriotycznych jako bodźca moralnego, wreszcie warunki i bodźce materialne stanowią czynniki nieustannego rozwoju inicjatywy, zapału i aktywności inteligencji technicznej. Dzięki tym cechom inteligencji technicznej, dzięki stale postępującemu zlewaniu się kadr starych z kadrami nowymi, wychowanymi już w Polsce Ludowej, staje się ona zdolną do skutecznego rozwijania i stosowania techniki socjalistycznej. Dzieło to jednak wielkie i wymagające stałego napięcia i stałego uzupełniania własnych kwalifikacji. Mówi o tym Prezydent Bierut:

„Podniesienie poziomu technicznego naszej gospodarki narodowej może być szybkie i skuteczne tylko w warunkach wyteżonej pracy nad pogłębieniem wiedzy i kwalifikacji zawodowej zarówno inteligencji technicznej jak i milionowych kadr robotniczych. Kto nie podnosi swych kwalifikacji, kto nie uzupełnia swej wiedzy, kto się ciągle nie uczy, nie tylko pozostaje w tyle, ale i ciągnie wstecz innych, a więc opóźnia i hamuje nasz postęp techniczny, nasz rozwój gospodarczy“.

* * *

Omówione tu na odcinku pracy inżynierów i techników mechaników osiągnięcia i zadania inteligencji technicznej ujęte zostały w 9 punktach rezolucji Kongresu. Najdobitniej jednak obowiązki te i zadania określili w swoim przemówieniu Prezydent Bolesław Bierut, mówiąc:

„Wasz Kongres odbywa się w okresie doniosłej dla rozwoju i siły naszego Państwa rewolucji technicznej, która nierozdzielnie związana jest z planami gospodarczymi... Fakt ten najwymowniej określa obecną rolę inteligencji technicznej w Polsce Ludowej, a zarazem nadaje szczególną wagę Waszym obradom i Waszej organizacji. Nigdy bardziej nie mogła być tak cenna, tak niezbędną i doniosłą inicjatywa twórcza wielkiego zespołu organizatorów i kierowników, pionierów i entuzjastów techniki — jak w obecnym przełomo-

³⁾ Wydawnictwo: II Kongres Inżynierów i Techników Polskich, str. 6, PWT, 1952 r.

wym okresie przebudowy polskiej gospodarki narodowej⁴⁾.

Rewolucja techniczna! To my właśnie musimy być dowódcami poszczególnych odcinków walki o jej zwycięstwo. Od celowości i sprawności naszego działania, ożywionego pełnym zrozumieniem politycznego sensu dokonywującej się przemiany zależy szybkie zwycięstwo.

Ala czy możemy twierdzić, że już dziś w pełni przygotowani jesteśmy do objęcia stanowisk naszych w tej walce? A zwłaszcza czy my, mechanicy, dostatecznie szeroko pojmujemy naszą rolę? Czy zdajemy sobie sprawę, że przez maszyny, które konstruujemy i których produkcją kierujemy, stajemy się współodpowiedzialni za postęp metod pracy we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej? Czyż nie zdarza się codziennie, że zajęci takim czy innym zagadnieniem

⁴⁾ Wydawnictwo: II Kongres Inżynierów i Techników Polskich, str. 5, PWT, 1952 r.

szczególnym zatracamy świadomość łączności tego zagadnienia z całością naszej gospodarki i z istotnym celem jej rozwoju — zapewnieniem maksymalnego zaspokojenia stale rosnących materialnych i kulturalnych potrzeb całego społeczeństwa? Czyż tego rodzaju, jakże częste jeszcze, niedociągnięcia nie są dowodem nie dość okrzepłej postawy ideologicznej? Wydaje się, że są; i pracować musimy usilnie nad sobą, ażeby zdobyć ten kręgosłup ideologiczny, który w oparciu o przodującą naukę *Marksa-Lenina* nadaje właściwy sens i kierunek naszej pracy.

Rewolucja techniczna to nie tylko walka z konserwatyzmem i zacofaniem technicznym, to nie tylko walka o nową technikę. To przewrót w umysłach i poglądach inżynierów i techników, którzy stają się nie tylko coraz lepszymi specjalistami w swoim zawodzie, lecz również aktywnymi współtwórcami nowego życia, świadomymi i pełnymi entuzjazmu działaczami gospodarczymi.

I. L.

Elastoptyka — cenne narzędzie konstruktora

Mgr inż. JERZY PINDERA

Znane są dobrze, częstokroć bardzo dotkliwe straty, wywołane nieprzewidywanymi pęknięciami pewnych elementów konstrukcji nieprawidłowo ukształtowanych. Poprawne kształtowanie wytrzymałościowe prototypów, a zwłaszcza urządzeń, maszyn i silników, poddanych obciążeniom zmiennym, decyduje o użyteczności ich konstrukcji. Dobranie ich składowych elementów tak, aby rzeczywiście występujące naprężenia nigdzie nie przekraczały wartości dopuszczalnej oraz aby materiał był wykorzystany maksymalnie możliwie we wszystkich przekrojach, umożliwiają badania elastooptyczne, które pozwalają na określenie wartości naprężeń we wnętrzu badanego ciała.

W artykule omówiono: zagadnienie kształtowania wytrzymałościowego; trudności wyznaczania naprężeń metodami teorii sprężystości, oraz przy stosowaniu współczynników kształtu, metody doświadczalne wyznaczania naprężeń; metoda pomiarów elastooptycznych; wykorzystanie zjawisk polaryzacji światła w obciążonych modelach badanych elementów; zasada konstrukcji polaryskopów, izokliny i trajektorie naprężeń głównych, izochromy; przykład opracowania obrazów elastooptycznych, zalety metody elastooptycznej.

1. Uwagi ogólne

Charakterystyczną cechą nowoczesnych konstrukcji, a zwłaszcza konstrukcji maszynowych, jest dążność do jak najmniejszego zużycia materiałów konstrukcyjnych. Często dążność ta jest specjalnie akcentowana — mówi się wówczas o **w a r u n k u l e k k o ś c i**. Z warunkiem lekkości wiąże się ściśle drugi warunek — **w a r u n e k n i e z a w o d n o ś c i** pracy konstrukcji pod założonym obciążeniem. Pozornie te dwa warunki wykluczają się wzajemnie. Wydawałoby się, że im mniej materiału użyjemy na daną konstrukcję, im przekroje będą mniejsze, tym wytrzymałość konstrukcji będzie niższa, a więc większe będzie niebezpieczeństwo nieprzewidywanych pęknięć.

W rzeczywistości pogląd taki byłby bardzo powierzchowny. Warunek lekkości konstrukcji postawiony konstruktorowi z tych czy innych względów, zmusza go przede wszystkim do szukania najpoprawniejszego kształtu opracowanej konstrukcji z punktu widzenia kształtowania wytrzymałościowego.

Z drugiej strony wymagania wytrzymałościowe stawiane konstrukcjom i ich elementom są coraz wyższe. Osiągnięcia współczesnego lotnictwa, przemysłu motoryzacyjnego, silnikowego i innych, umożliwiające

zostały między innymi dzięki stopniowemu opanowaniu zagadnień kształtowania wytrzymałościowego, będących jednym z głównych czynników wytrzymałości zmęczeniowo-kształtowej, które spowodowała się przede wszystkim do znalezienia rzeczywiście panującego rozkładu i wartości naprężeń w projektowanej konstrukcji lub w pewnych jej partiach pod założonym obciążeniem.

Ogólnie stosowane elementarne metody obliczeń wytrzymałościowych nie uwzględniają wpływu kształtu elementu na rozkład i wartość naprężeń, wpływu, który potwierdzają zależności otrzymane przy pomocy matematycznej teorii sprężystości oraz wyniki badań doświadczalnych. Rzeczywiście występujące naprężenia są często kilkakrotnie wyższe od naprężeń obliczonych przy pomocy elementarnych wzorów steomechaniki technicznej.

Obliczenia rozkładu naprężeń, wynikające ze ścisłego rozwiązania równań teorii sprężystości, nie zawsze dadzą się przeprowadzić, poza tym są na ogół zbyt skomplikowane dla celów praktycznych. Umożliwiają one jednak sprawdzanie, dla pewnych typowych kształtów, dokładności wyników metod doświadczalnych oraz są niezbędne przy wielu praktycznych zagadnieniach. Tym niemniej bezpośrednie obliczenie tą metodą rozkładu naprężeń w tak nawet zdawałoby się

prostym elemencie, jakim jest klucz do śrub, natrafiałoby na bardzo poważne trudności.

Z tych względów w zasadniczych obliczeniach wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji opieramy się o elementarne wzory obliczeniowe (na przykład $\sigma = \frac{P}{\Omega}$ lub $\sigma = \frac{M}{W}$) z tym, że

w miejscach nagłych zmian przekrojów, a więc dla wszelkiego rodzaju karbów, zatoczeń, zmian średnic wałków itd. otrzymane z obliczenia wartości naprężeń, zwane wartościami nominalnymi naprężeń, mnożymy przez odpowiednie dobrane współczynniki, zwane współczynnikami kształtu; w ten sposób uwzględniamy występujące w tych miejscach spiętrzenia naprężeń, nie obejmowane przez wzory elementarne. Ten sposób obliczania naprężeń słuszny jest w przypadkach obliczania naprężeń w elementach stosunkowo prostych, posiadających typowe karby, wycięcia czy typowe zmiany przekroju, scharakteryzowane stosunkiem wymiarów. Współczynniki kształtu podawane są dla takich typowych przypadków w formie znanych wykresów.

Kształtowanie wytrzymałościowe w wyżej podanych przypadkach polega na odpowiednim zmniejszeniu niekorzystnych spiętrzeń naprężeń, wywołanych działaniem karbu, przez odpowiednie ukształtowanie konstrukcyjne podyktowanego karbu, lub — w przypadku niemożliwości zmiany jego kształtu ze względów konstrukcyjnych — przez odpowiednie ukształtowanie jego najbliższego otoczenia.

W zastosowaniu do elementów o kształtach bardziej skomplikowanych, powyższa metoda postępowania zawodzi, ponieważ jest rzeczą praktycznie niemożliwą określenie i ujęcie w wykresy współczynników kształtu, dla wszystkich w praktyce stosowanych kształtów elementów oraz dla kombinacji tych kształtów; stanowiłoby to olbrzymią, bardzo kosztowną pracę. Poza tym na wartość naprężeń w miejscach spiętrzenia naprężeń, a więc i na wartość współczynnika kształtu, wpływa często rodzaj i sposób przyłożenia obciążenia, co dodatkowo komplikuje sprawę. Podkreślić zwłaszcza należy fakt, że sposób przyłożenia obciążenia posiada zasadniczy wpływ na wartość współczynnika kształtu. Wpływ ten może być znaczny; przy przeprowadzonym przez autora badaniu pewnego elementu maszynowego okazało się, że wartość współczynnika kształtu w pewnym charakterystycznym przekroju elementu wzrosła dwukrotnie przy zmianie sposobu przyłożenia obciążenia, przy czym w obu przypadkach były to obciążenia powodujące rozciąganie badanego przekroju. Dla elementów o kształtach bardziej skomplikowanych oraz elementów obciążonych w sposób, dla którego nie określono wartości przynależnego współczynnika kształtu, należy więc znaleźć rzeczywisty rozkład i wartość naprężeń w możliwie największej ilości punktów i przekrojów elementów, a przynajmniej w jego partiach poddanych największym naprężeniom, po czym przez odpowiednie kształtowanie eliminować spiętrzenia naprężeń przekraczających określoną wartość oraz usuwać ewentualne nadmiary materiału.

Wyróżnić można więc dwie główne grupy zagadnień kształtowania wytrzymałościowego.

Do grupy pierwszej należy kształtowanie wytrzymałościowe — nazwijmy je konwencjonalnym — polegające na tym, iż na podstawie znanych parametrów kształtu projektowanego elementu (np. na podstawie znanego stosunku promienia zaokrąglenia odsadzenia wału do mniejszej i większej średnicy wału po obu stronach odsadzenia) określa się przy pomocy wykresów lub tablic odpowiednie współczynniki kształtu, co umożliwi znalezienie maksymalnych wartości naprężeń w poszczególnych partiach modelu; jeśli wartości tych naprężeń przekraczają w pewnych partiach elementu wartości przyjęte jako maksymalne, wówczas zmienia się kształt tej partii (na przykład zwiększając promień zaokrąglenia lub stosując karby odciążające), albo zwiększa się dany przekrój (czego jednak należy na ogół unikać).

Do drugiej grupy zagadnień kształtowania wytrzymałościowego zaliczyć można wszystkie zagadnienia, nie dające się ująć przy pomocy współczynników kształtu, ze względu na niekonwencjonalny kształt elementu lub konstrukcji, albo ze względu na nietypowy sposób przyłożenia obciążenia. Zagadnienia te rozwiązuje się określając przy pomocy metod doświadczalnych rozkład i wartości naprężeń w projektowanym elemencie lub konstrukcji.

Do grupy zagadnień konwencjonalnych należy kształtowanie typowych elementów konstrukcyjnych jak: wałki, wały, ciągną, sworznie, śruby, itp., przy pomocy wykresów współczynników kształtu.

Do grupy zagadnień nietypowych zaliczyć można kształtowanie wytrzymałościowe elementów nowoprojektowanych maszyn czy urządzeń, bądź ulepszanie kształtu elementów powszechnie używanych jak np. łożów śrub maszynowych lub konturu wieńca kół zębatych.

Ze względów ekonomicznych doświadczalne badania rozkładu naprężeń przeprowadza się przede wszystkim dla konstrukcji oraz elementów, pracujących pod obciążeniem zmiennym, dla elementów przewidzianych do produkcji seryjnej lub masowej, dla elementów normalizowanych, dla konstrukcji pochłaniających duże ilości materiału, jak mosty, zapory i inne duże budowle inżynierskie ze stali, żelbetu lub betonu, oraz dla szczególnie ważnych i odpowiedzialnych elementów konstrukcyjnych. Krótko mówiąc, przeprowadza się takie badania w przypadkach, gdy specjalnie zależy na niezawodności działania danej części maszynowej, na jej lekkości, lub na zmniejszeniu ilości zużywanych materiałów konstrukcyjnych.

Współczynniki kształtu znajduje się częściowo na drodze teoretycznej, częściowo na drodze doświadczalnej. Matematyczna teoria sprężystości, na przykład, dostarcza zależności, pozwalających obliczyć współczynniki kształtu dla niektórych rodzajów karbów. Zasadniczo jednak współczynniki kształtu określa się przy pomocy metod doświadczalnych. Metodami doświadczalnymi znajduje się rzeczywistą wartość naprężenia na krawędzi badanej partii rozpatrywanego elementu; dzieląc tę wartość przez wartość naprężenia nominalnego otrzymuje się wartość współczynników kształtu.

Rozkłady i wartości naprężeń w projektowanych konstrukcjach czy elementach, o kształtach odbiega-

jących znacznie od kształtów, dla których słuszne są zależności podane przez stereomechanikę techniczną oraz od kształtów ujętych w wykresy współczynników kształtu, znajduje się prawie wyłącznie przy pomocy metod doświadczalnych.

Do najbardziej znanych metod doświadczalnych można zaliczyć metody pomiaru odkształceń (tensometriowanie), metodę kruchych pokryw, metody analogii (elektrycznej, błonowej) oraz elastooptykę. Metody te w znacznym stopniu dopełniają się. Każda z nich posiada swoje zalety i wady, szersze lub węższe granice stosowalności. Ogólnie jednak biorąc, elastooptyka przedstawia najpełniejszą i najwygodniejszą metodę, a właściwie zespół metod, przy czym jest ona jedyną metodą, pozwalającą na uchwycenie wartości charakterystycznych naprężeń jednocześnie dla wszystkich punktów badanego ciała.

2. Zasada pomiarów elastooptycznych

Pomiary elastooptyczne przeprowadza się na modelach badanych konstrukcji czy elementów konstrukcyjnych. Wyniki otrzymane na modelach przenosi się na rzeczywiste konstrukcje, korzystając z praw podobieństwa teorii sprężystości. W płaskim stanie napiecia, dla ciał izotropowych, w granicach praw Hooke'a, prawa podobieństwa dla ciał geometrycznie podobnych przedstawiają się następująco:

Dwa podobne geometrycznie ciała, wykonane z materiału sprężystego i jednorodnego oraz poddane jednakowym co do rodzaju i rozkładu obciążeniom, posiadają jednakowy rozkład naprężeń. W płaskim stanie napiecia mamy:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{\delta_2}{\delta_1} \cdot \frac{l_2}{l_1}$$

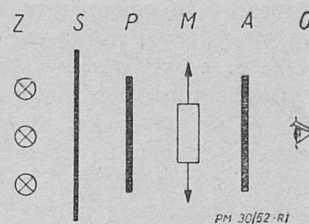
gdzie: P_1, P_2 — wartości odpowiadających sobie sił obciążających działających na oba ciała, δ_1, δ_2 — grubości obu ciał, l_1, l_2 — odpowiadające sobie wymiary w płaszczyźnie obu ciał, σ_1, σ_2 — odpowiadające sobie naprężenia normalne w odpowiadających sobie punktach obu ciał, τ_1, τ_2 — odpowiadające sobie naprężenia ścinające w odpowiadających sobie punktach obu ciał.

Jak wynika z powyższej zależności, rozkład naprężeń w dwu geometrycznie podobnych izotropowych ciałach, obciążonych w podobny sposób w granicach odkształceń sprężystych, nie zależy od stałych sprężystych materiału, zatem obraz rozkładu naprężeń w modelu jest miarodajny również dla rzeczywistego elementu (konstrukcji¹⁾).

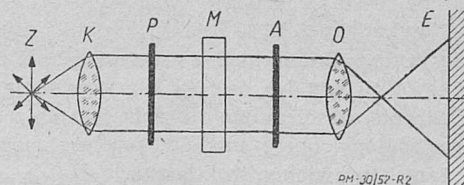
Modele badanych ciał wykonuje się z materiałów przezroczystych, najczęściej z odpowiednich plastików, rzadziej ze szkła. Tak wykonane modele poddane obciążeniom, a więc odkształceniom i naprężeniom, zachowują się pod względem optycznym w osobliwy sposób — a mianowicie występuje w nich wtedy zjawisko *dwójłomności wymuszonej*. Polega ona na tym, iż przezroczyste ciała, początkowo izotropowe, pod wpływem naprężeń i odkształceń nabierają anizotropowych własności optycznych — stają się quasikrystaliczne, czyli zachowują się jak zbiór elementarnych drobnitkich kryształków; osie ich są zorientowane w sposób zależny od rozkładu naprężeń w ciele.

¹⁾ Zaznaczyć jednak należy, że w pewnych przypadkach obciążenia ciał, stanowiących obszary wielospójne, na rozkład naprężeń wpływa liczba Poissona. Wpływ ten w zagadnieniach technicznych można na ogół pominąć.

Rys. 1. Schemat jednego z najprostszych typów polaryskopu elastooptycznego; Z — źródło światła białego oraz jednobarwnego, S — szkło mleczne lub matówka, P — polaryzator (filtr polaryzacyjny), polaryzujący światło naturalne wysyłane przez źródło światła, M — model zamocowany na urządzeniu obciążającym, A — analizator (filtr polaryzacyjny), O — obserwator lub obiektyw kamery fotograficznej.

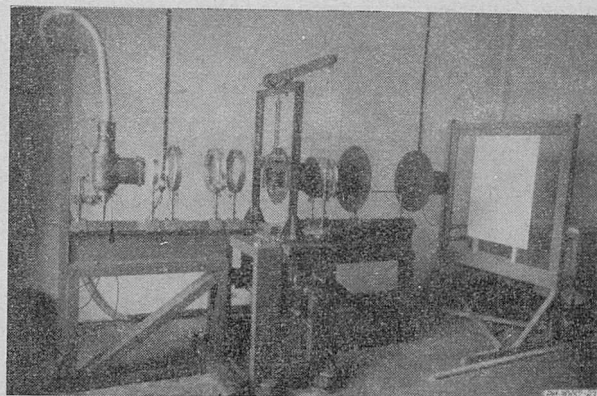


Zależność ta jest bardzo prosta — osie optyczne²⁾ hipotetycznych kryształków pokrywają się w każdym punkcie ciała z kierunkiem jednego z naprężeń głównych.



Rys. 2. Schemat często budowanego typu polaryskopu; Z — źródło światła jednobarwnego, K — kondensator, P — filtr polaryzacyjny zwany w tym układzie polaryzatorem, M — model, A — filtr polaryzacyjny, zwany w tym układzie analizatorem, O — obiektyw, E — ekran.

W płaskim stanie napiecia zależność ta pozwala na bardzo łatwe wyznaczenie w dowolnym punkcie powierzchni modelu kierunków naprężeń głównych,



Rys. 3. Polaryskop elastooptyczny do badań technicznych. Laboratorium Elastooptyki G.I.Lot. Konstrukcji autora.

a więc i trajektorii naprężeń głównych³⁾. Dokonuje się tego przy pomocy światła spolaryzowanego⁴⁾, w specjalnym przyrządzie, zwanym polaryskopem elastooptycznym. Rys. 1 przedstawia schemat układu

²⁾ Oś optyczną kryształu zwimy pewien charakterystyczny kierunek w kryształ, z którym związane są jego własności optyczne.

³⁾ Trajektoriami naprężeń głównych nazywamy układ linii na powierzchni ciała, mających tę własność, że styczne do tych linii w dowolnych punktach wyznaczają kierunki naprężeń głównych w tychże punktach.

⁴⁾ Światło spolaryzowane odróżnia się od światła naturalnego, iż przedstawia drgania uporządkowane; w przypadku światła spolaryzowanego liniowo wektor świetlny zachowuje swą płaszczyzną drgań. Przy drganiu spolaryzowanym eliptycznie koniec wektora świetlnego zakreśla linię śrubową na powierzchni walca eliptycznego. Przy świetle spolaryzowanym kołowo wektor świetlny zakreśla linię śrubową na powierzchni walca kołowego, przy czym wielkość wektora świetlnego pozostaje stała — światło spolaryzowane kołowo nie posiada więc uprzywilejowanego kierunku drgań.

Znane są różne sposoby otrzymywania światła spolaryzowanego; najczęściej stosuje się specjalne filtry tzw. filtry polaryzacyjne. Filtr taki przepuszcza drgania o jednym tylko kierunku (czyli polaryzuje światło liniowo); kierunek ten zwimy osią polaryzacji filtru.

Filtr polaryzacyjny umieszczony pomiędzy źródłem światła a przesłonięciem pomiarową zwimy polaryzatorem. Taki sam filtr umieszczony z drugiej strony przestrzeni pomiarowej zwimy analizatorem. Rolą polaryzatora jest polaryzowanie światła, pochodzącego ze źródła, rolą analizatora — przepuszczenie tylko drgań leżących w jednej płaszczyźnie.

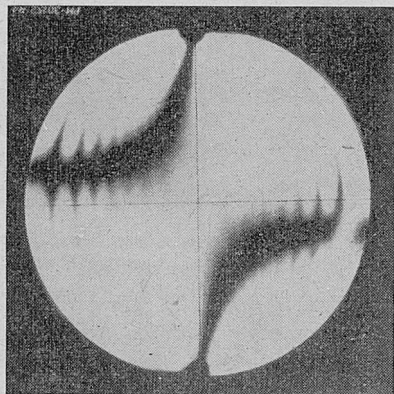
najprostszego polaryskopu elastooptycznego, umożliwiającego bezpośrednią obserwację modelu, rysowanie odręczne oraz wykonywanie zdjęć fotograficznych.

Schemat bardziej złożonego polaryskopu przedstawiony jest na rys. 2. Układ taki stosowany jest w większości budowanych polaryskopów elastooptycznych.

Rys. 3. przedstawia zdjęcie polaryskopu elastooptycznego Laboratorium Elastooptyki Głównego Instytutu Lotnictwa (opartego na układzie z rys. 2). Polaryskop ten przeznaczony jest do prac technicznych.

Chcąc znaleźć kierunki naprężeń głównych, rzucamy przy pomocy obiektywu obraz modelu M na ekran. Model zostaje obciążony w żądany sposób. Jeśli model wykonany jest ze szkła lub plexiglasu, oraz jeśli polaryzator i analizator są skrzyżowane względem siebie (czyli gdy ich osie są skrzyżowane), wówczas na ekranie, na ciemnym tle pola widzenia otrzymamy rozjaśniony obraz modelu, pokryty ciemnymi liniami. Linie te zwiemy *izoklinami*.

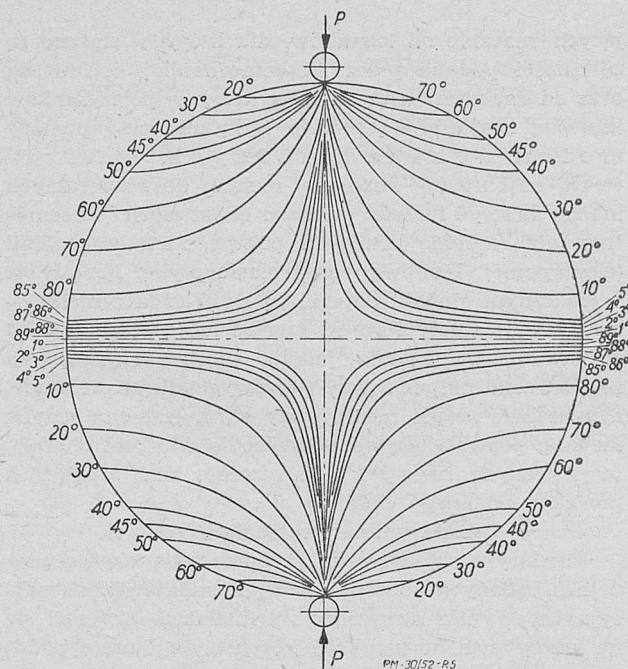
Wynika to stąd, że promienie spolaryzowane liniowo, padając na punkty modelu, w których kierunek jednego z naprężeń głównych leży w płaszczyźnie drgań, przechodzą przez model, zachowując swą płaszczyznę drgań. Promienie te zostają więc wygaszone przez analizator, wskutek czego odpowiadające punkty obrazu modelu na ekranie pozostają ciemne, natomiast promienie świetlne, przechodzące przez wszystkie inne punkty modelu, nie spełniając powyższego warunku polaryzują się — w ogólnym wypadku — eliptycznie, na skutek czego analizator nie wygasa tych promieni całkowicie; w wyniku tego odpowiadające punkty obrazu modelu są rozjaśnione.



Rys. 4. Zdjęcie izokliny 80° w okrągłej tarczy ściskanej dwiema skupionymi siłami (z prac. G.I.Lot.).

Punkty modelu, odpowiadające punktom obrazu, przez które przebiegają izokliny przy pewnym określonym położeniu polaryzatora (nachyleniu jego osi polaryzacji do obranego kierunku odniesienia) posiadają pewną wspólną cechę — kierunki naprężeń głównych w tych punktach są te same.

Wobec tego, że kierunki naprężeń głównych w każdym punkcie są do siebie prostopadłe, umożliwia to wykreślenie kierunków naprężeń głównych w każdym punkcie modelu. Pomiarów te wykonywać można w dwójaki sposób: albo obraca się model dookoła osi polaryskopu przy nieruchomym polaryzatorze i skrzyżowanym z nim analizatorze, a więc przy stałej płaszczyźnie drgań światła spolaryzowanego, albo obracamy jednocześnie polaryzator i analizator przy nierucho-

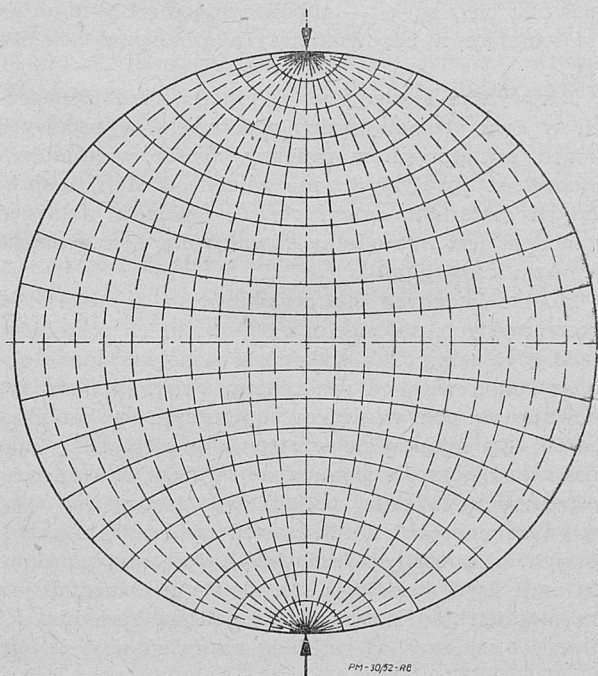


Rys. 5. Rysunek izoklin w okrągłej tarczy podanej na rys. 4, wykonany na podstawie zespołu zdjęć izoklin (z prac. G.I.Lot.). (oś odniesienia pozioma).

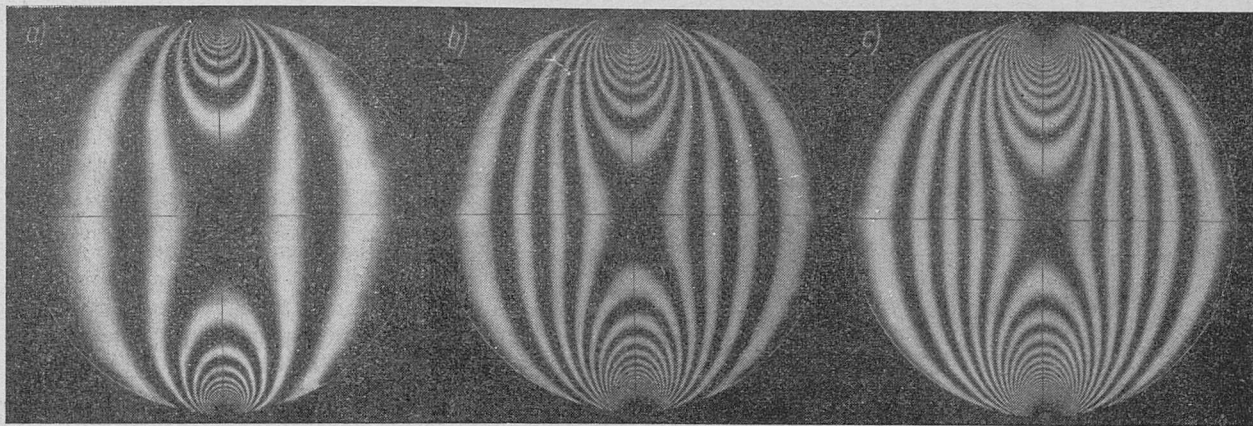
mych modeli. Otrzymamy wówczas na obrazie modelu obraz układów izoklin odpowiadających różnym położeniom modelu w stosunku do osi polaryzacji polaryzatora.

Cechą odróżniającą poszczególne izokliny między sobą jest przynależna do każdej izokliny wartość kąta zawartego pomiędzy obranym kierunkiem odniesienia, a odpowiadającym danej izoklinie kierunkiem osi polaryzacji polaryzatora. Wartość tę zwiemy *parametrem izokliny*.

Pełny układ izoklin o parametrach zawartych w granicach $0 \div 90^\circ$ umożliwia łatwe wykreślenie trajektorii naprężeń głównych badanego modelu.



Rys. 6. Doświadczalny przebieg trajektorii naprężeń głównych w tarczy podanej na rys. 4; przebieg doświadczalny otrzymano na podstawie rys. 5 (z prac. G.I.Lot.).



Rys. 7. Zdjęcia izochrom w okrągłej tarczy podanej na rys. 4, ściskanej wzdłuż średnicy dwiema skupionymi siłami P , a) $P = 16,45$ kG, b) $P = 32,95$ kG, c) $P = 41,5$ kG (z prac. G.I.Lot.).

Rys. 4 przedstawia zdjęcie izokliny o parametrze 80° w okrągłej tarczy, ściskanej wzdłuż średnicy dwiema skupionymi siłami, zaś rys. 5 przedstawia rysunek izoklin w tejże tarczy sporządzony na podstawie zespołu zdjęć. W oparciu o rysunek układu izoklin wykonany został rysunek trajektorii naprężeń głównych w wyżej wspomnianej tarczy przedstawiony na rys. 6.

Znajomość samych trajektorii naprężeń głównych nie jest wystarczająca. Konieczna jest również znajomość wartości naprężeń głównych. Wartości te możemy określić na podstawie dalszych zależności, wynikających ze zjawiska dwójłomności wymuszonej.

W pracach technicznych wykorzystujemy zależność pomiędzy różnicą naprężeń głównych ($\sigma_1 - \sigma_2$) a natężeniem światła padającego na ekran, czyli wykorzystujemy tak zwany efekt elastooptyczny. Zależność tę najlepiej jest obserwować na modelach, wykonanych z plastiku, posiadających wysoką wartość stałej elastooptycznej C , będącej współczynnikiem, charakteryzującym własności materiału.

Jeśli model wykonamy z plastiku o wysokiej wartości stałej elastooptycznej, na przykład z celuloidu, i obciążymy go odpowiednio, to na ekranie otrzymamy obraz modelu, poprzecinany nie tylko izoklinami, ale i drugim układem linii zwanych izochromami. Jeśli pracujemy światłem białym, izochromy przybierają postać barwnych linii. Przy pracy światłem jednobarwnym izochromy stanowią ciemne linie. Izochromy łatwo jest odróżnić od izoklin ze względu na związek pomiędzy ich położeniem a wartością obciążenia. Położenie izoklin przy zmianie obciążenia nie ulega zmianie.

W miarę wzrostu obciążenia izochromy „wędrują”; pierwsza izochroma pojawia się na ogół na krawędzi, w miejscu o najwyższej wartości naprężenia, przy wzroście obciążenia przesuwa się w głąb, na jej miejsce pojawia się druga, potem trzecia itd. Izochromy numerujemy w zależności od kolejności pojawienia się w danym punkcie. Numer kolejny pojawiającej się izochromy nazywamy *rzędem izochromy*.

Rys. 7 przedstawia zdjęcia izochrom w okrągłej tarczy, ściskanej wzdłuż średnicy dwiema skupionymi siłami, przy różnych wartościach sił obciążających. Jak łatwo zauważyć, rząd izochromy przechodzący przez określony punkt tarczy, np. przez środek, jest wprost proporcjonalny do wartości siły obciążającej.

Izochromy — przy pracy światłem jednobarwnym — łączą punkty na obrazie modelu, w których natężenie światła padającego na ekran osiąga wartość minimalną. W punktach położonych na jednej izochromie różnica wartości obu naprężeń głównych jest stała: $\sigma_1 - \sigma_2 = \text{const.}$

Istnieje prosta zależność pomiędzy rzędem izochromy, a wartością różnicy obu naprężeń głównych:

$$m = \frac{C}{\lambda} \cdot \delta (\sigma_1 - \sigma_2)$$

gdzie: m — rząd izochromy ($m = 0, 1, 2, 3, \dots$), C — stała elastooptyczna, λ — długość fali światła użytego do badań, δ — grubość modelu.

Zależność powyższa pozwala na łatwe i szybkie określenie wartości różnicy naprężeń głównych w dowolnym punkcie modelu, gdy znany jest obraz izochrom.

W obliczeniach praktycznych wzór powyższy stosujemy w postaci nieco przekształconej, wiążąc bezpośrednio wartość różnicy naprężeń głównych z rzędem izochromy jednym tylko współczynnikiem, zależnym oczywiście od grubości modelu i od barwy użytego światła. Współczynnik ten oznaczamy literą K i nazywamy *stałą modelową*:

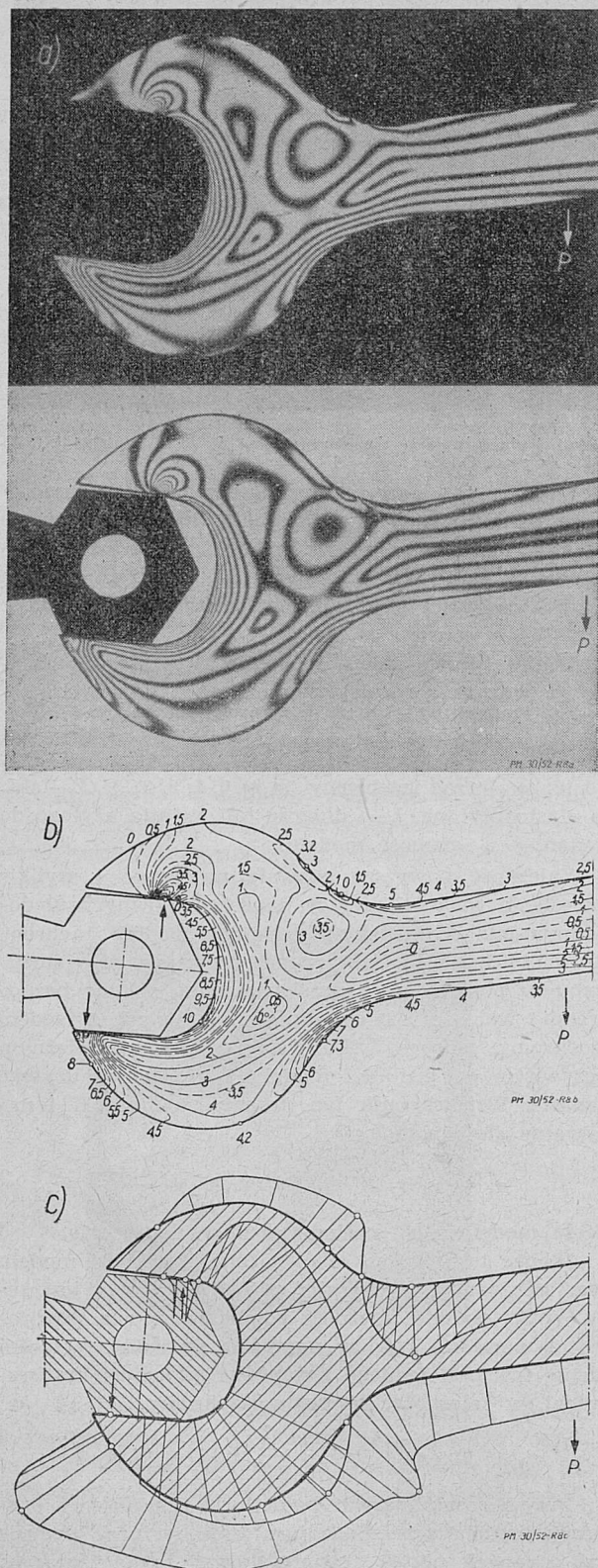
$$\sigma_1 - \sigma_2 = K \cdot m, \text{ gdzie: } K = \frac{\lambda}{C} \cdot \frac{1}{\delta}$$

Stała modelowa K posiada wymiar naprężenia.

Wobec tego, że na nieobciążonej krawędzi modelu wartość jednego z naprężeń głównych równa jest zeru, wyżej podana zależność pomiędzy rzędem izochromy a wartością różnicy naprężeń, pozwala na znalezienie wartości jednego z naprężeń głównych na krawędzi, w zależności od rzędu izochromy:

$$\sigma_2 = 0; \quad \sigma_1 = m \cdot \frac{\lambda}{C} \cdot \frac{1}{\delta}, \text{ lub: } \sigma_1 = m \cdot K$$

Przy dokładniejszych badaniach eliminujemy z obrazu modelu przeszkadzające izokliny, przy pomocy tak zwanych płytek ćwierćfalowych polaryzujących kołowo światło. Pozwala to na podwyższenie dokładności pomiarów oraz zaoszczędza dużo czasu. Po włączeniu w bieg wiązki świetlnej płytek ćwierćfalowych model prześwietlany jest światłem spolaryzowanym kołowo, które nie posiada kierunku uprzywilejowanego. Wobec tego, iż powstawanie izoklin związane jest z kierunkowością spolaryzowanej wiązki świetlnej, przechodzącej przez model, więc przy świetle spolaryzowanym kołowo izokliny muszą zniknąć.



Rys. 8. Wyznaczanie wartości i rozkładu naprężeń brzegowych w kluczu do śrub: a — zdjęcia izochrom przy ciemnym i jasnym polu widzenia, b — rysunek izochrom wykonany na podstawie zdjęć, c — wykres naprężeń brzegowych (z prac. G.I.Lot.).

Ponieważ różnica wartości naprężeń głównych równa jest podwójnej wartości maksymalnego naprężenia ścinającego: $\sigma_1 - \sigma_2 = 2\tau_{max}$, więc izochromy są jednocześnie liniami stałej wartości maksymalnych naprężeń ścinających.

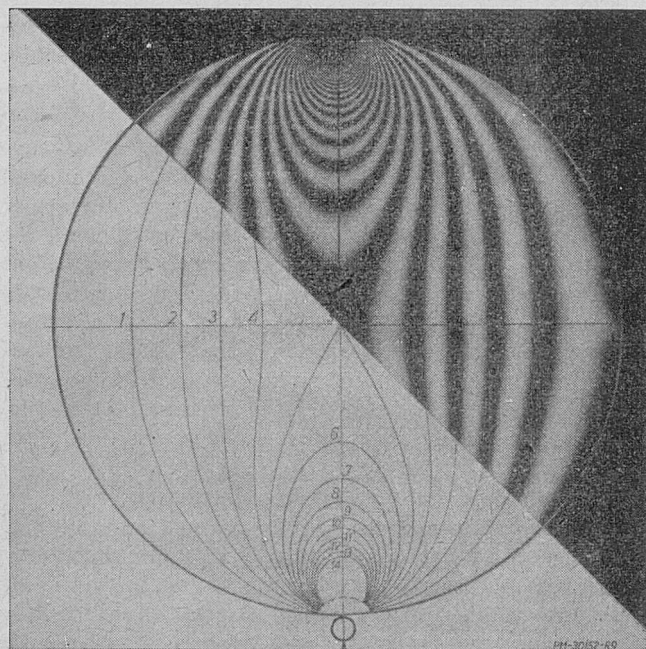
Rys. 8a ilustruje wyżej opisane zależności oraz ukazuje sposób opracowywania obrazów elastooptycznych. Przedstawia on zdjęcia izochrom w elemencie, wykonany na podstawie zdjęć rysunek izochrom (rys. 8b) oraz wynik końcowy — wykres naprężeń brzegowych (rys. 8c), otrzymany na podstawie rysunku izochrom.

Pomiary elastooptyczne przeprowadzamy przy ciemnym i jasnym polu widzenia. Ciemne pole widzenia przy polaryzacji liniowej otrzymujemy krzyżując osie polaryzacji polaryzatora i analizatora. Przy równoległych ustawionych osiach polaryzacji, polaryzatora i analizatora, pole widzenia jest jasne.

Gdy pracujemy światłem spolaryzowanym liniowo, wówczas obserwacje elastooptyczne dokonujemy zasadniczo przy ciemnym polu widzenia.

Przy pracy światłem spolaryzowanym kołowo, a więc przy obserwacji izochrom, badania przeprowadzamy zarówno przy ciemnym, jak i przy jasnym polu widzenia. Jasne pole widzenia przy polaryzacji kołowej otrzymujemy, obracając analizator względem ćwierćfalówki analizatora o 90° w stosunku do położenia dającego ciemne pole widzenia. Wykazać można, że izochromy widoczne przy jasnym polu widzenia posiadają rzędy połówkowe: $1/2, 1 1/2, 2 1/2, 3 1/2$ itd. Rys. 8a podaje zdjęcia tego samego elementu, podanego temu samemu obciążeniu, przy ciemnym i jasnym polu widzenia.

Bezwzględne i względne wartości samych naprężeń głównych w dowolnych (nie tylko brzegowych jak powyżej) punktach modelu wyznaczamy w elastooptyce przy pomocy metod czysto doświadczalnych lub doświadczalno-obliczeniowych. Znanych jest szereg



Rys. 9. Porównanie teoretycznego i doświadczonego przebiegu izochrom (z prac. G.I.Lot.).

metod. Omawianie ich wychodziłoby poza ramy artykułu. Wspomnieć tylko należy, że wartości obu naprężeń głównych w dowolnym punkcie modelu określić można przy pomocy samych metod optycznych.

Jak z powyższego wynika, elastooptyka pozwala na bezpośrednie obserwowanie pola naprężeń w modelu

badanego elementu. Szczególnie łatwo daje się określić już w trakcie przeprowadzania badań względną wartość naprężeń w stosunku do dowolnie obranego naprężenia, w dowolnym punkcie nieobciążonej krawędzi; dokonuje się tego bez obliczeń, przez proste porównanie rzędów izochrom przechodzących przez obserwowane punkty na nieobciążonej krawędzi, gdyż na nieobciążonej krawędzi wartości naprężeń w dwóch dowolnych punktach A i B mają się do siebie jak

$$\frac{\sigma_{1A}}{\sigma_{1B}} = \frac{K \cdot m_A}{K \cdot m_B} = \frac{m_A}{m_B}$$

W ten sposób można prosto i szybko przeprowadzać modelowanie wytrzymałościowe, to znaczy — w ramach ogólnego kształtu danej części, podyktowanego rozwiązaniem konstrukcyjnym całości — nadawanie projektowanej części takiego ostatecznego kształtu, aby rozkład naprężeń był możliwie równomierny. Polaryskopy elastooptyczne przeznaczone do takiego kształtowania elastooptycznego odznaczają się dużą prostotą budowy. Oparte są one o schemat podany na rys. 2.

Dokładność pomiarów metodą elastooptyczną obrazuje rys. 9. Dla uwypuklenia ekonomii metody elastooptycznej porównać ją można z metodą pomiaru wydłużeń, w jakimś konkretnym przypadku. Otóż uzyskanie mniej więcej równorzędnych wyników przy badaniu rozkładu i wartości naprężeń na przykład w prostym okucie, metodą pomiaru odkształceń, wy-

maga wykonania pomiarów wydłużeń w kilkuset punktach powierzchni, przynajmniej w trzech kierunkach. Jasną jest rzeczą, iż pomiar taki jest bardzo żmudny i kłopotliwy, poza tym zaś obarczony błędami, wynikającymi ze skończonej wielkości bazy tensometrow. Elastooptyka natomiast pozwala na znalezienie wartości naprężeń w każdym dowolnym punkcie pola naprężeń, bez względu na wartość gradientu naprężeń.

Stosując specjalne metody, możemy użyć elastooptyki do rozwiązywania zagadnień trójwymiarowego stanu napięcia.

Ze względu na swe szerokie możliwości zastosowań, względną prostotę, łatwość otrzymywania częściowych wyników (a zwłaszcza wartości naprężeń na krawędziach oraz trajektorii naprężeń głównych), dokładność pomiarów oraz swoistą elegancję, metoda elastooptyczna staje się coraz cenniejszym narzędziem w rękę badacza oraz konstruktora.

Literatura

- E. G. Coker, L. N. Filon. A Treatise on Photoelasticity. Cambridge University Press, 1931.
 R. U. Baud. Entwicklung und heutiger Stand der Photoelastizität und der Photoplastizität im Rahmen der Gesamt-Experimental-elastizität. E.M.P.A. Zürich, Bericht Nr 118, 1938.
 J. W. Podzłow. Rasszczot dopuskajemych naprjaženij dla czornych metalow. Oborongiz, Moskwa, 1947.
 Maszynostrojenije. Enciklopedičeskij Sprawocznik. T. I i III. Maszgiz, 1947.
 A. Pirard. La photoélasticité. Dunod, Paris-Liège, 1947.
 M. M. Frocht. Photoelasticity, T. I i II J. Wiley, N. York, 1941 i 1948.
 L. Föppl. Praktische Spannungsoptik, 1950.
 J. T. Pindera. Polarymetria. Por. Tech. „Mechanik“ t. I/2, PWT, Warszawa, 1951.

Pęknięcia składanych wałów korbowych

Problem wykonywania wałów korbowych całkowicie i częściowo składanych nie został dotychczas całkowicie wyjaśniony. Nie została np. dostatecznie wyjaśniona zależność między wielkością wcisku elementów składanych a ich gładkością powierzchniową, rodzajem tworzywa, współczynnikiem tarcia itp. Podobnie można uważać za nierozwiązany układ sił wywołany wciskiem w miejscach osadzenia, a w szczególności na krawędziach elementów składanych. Jedno natomiast można uważać za pewne — osiowe wiercenia wciskanych czopów nie osłabiają połączenia.

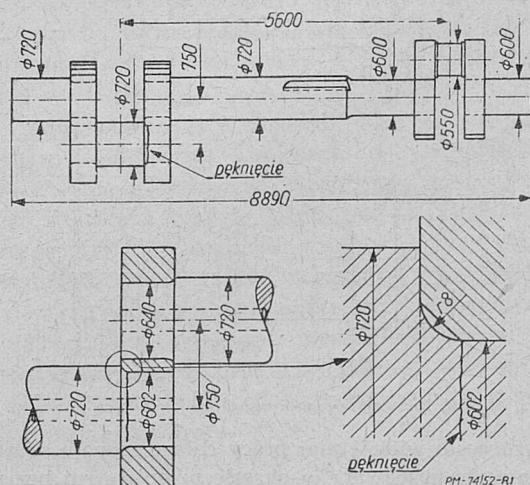
Artykuł niżej podany, opracowany na podstawie artykułu pt. „Dauerbrüche innerhalb der Schrumpfverbindungen von Kurbelwellen“ — Die Technik nr3/52, ma na celu naświetlić pewne szczegóły, które być może pozwolą w istniejących konstrukcjach wałów składanych zapobiedz powstawaniu pęknięć, bądź uniknąć ich w przyszłości przy budowie nowych jednostek.

1. Przypadki uszkodzeń wałów składanych

Autor był świadkiem pęknięcia całkowicie składanego wału korbowego wielkiego silnika gazowego. Jak wskazuje rys. 1, pęknięcie czopa nastąpiło w płaszczyźnie przechodzącej przez krawędź przejścia od powierzchni cylindrycznej otworu do powierzchni stożkowej — i to na całym obwodzie. Pęknięcie nastąpiło po ok. $233 \cdot 10^6$ obrotów wału tj. po ok. $48 \cdot 10^3$ godz. pracy. Przypuszczać można, że pęknięcie zostało przyspieszone na skutek powstawania przedwczesnych zapłonów w silniku, jednak główną przyczyną było bez wątpienia źle wykonane połączenie wciskowe, które w miejscu pęknięcia charakterystyczne jest ostrym przejściem działającym jak karb. Ponadto, jak widać z rysunku, w miejscu osadzenia występuje znaczna i raptownie zachodząca różnica średnic wciskanego czopa a mianowicie $\varnothing 720$ i $\varnothing 602$.

Prawidłowe osadzenie na wcisk w takim przypadku powinno spełniać warunki geometryczne podane na rys. 2. Siły, jakie tego rodzaju połączenie musi opa-

nować, są rzędu 270 000 kG, zaś w razie przedwczesnych zapłonów wzrastają do 400 000 kG. Docisk jed-



Rys. 1. Wał korbowy składany.

Technical drawing of a mechanical part, likely a flywheel or pulley, showing a cross-section with dimensions and material specifications.

Dimensions and features:

- Overall width: 32
- Distance from left edge to center of gravity: 48
- Radius of the main circular part: $r13$
- Radius of the smaller circular part: $r38$
- Radius of the larger circular part: $r50$
- Angle between the two circular parts: 90°
- Angle of the smaller circular part: 45°
- Angle of the larger circular part: 45°
- Distance from the center of gravity to the center of the larger circular part: 1
- Distance from the center of gravity to the center of the smaller circular part: 150
- Material specification: Wask 0,9%₆₀
- Material specification: Wask 1,4%₆₀
- Overall height: $\phi 720$
- Overall diameter: $\phi 602$

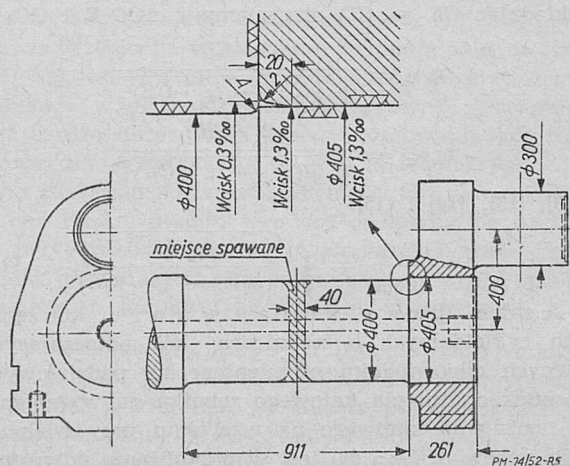
Technical drawing of a mechanical assembly, showing a shaft and a bracket. The shaft has a total length of 6000 mm and a central section of 4700 mm. It features a pulley with a diameter of 400 mm and a bracket with a diameter of 300 mm. The drawing includes dimensions for various sections and a note "pęknięcie" (crack) pointing to a specific area.

Technical drawing of a shaft assembly. The top view shows a shaft with a thread (gwint) at the right end. The shaft has a diameter of $\phi 320$ and a length of 5790. The thread has a diameter of $\phi 340$ and a length of 500. The bottom view shows a cross-section of the shaft with a welded joint (miejsce spawane) at the right end. The shaft has a diameter of $\phi 320$ and a length of 290. The welded joint has a diameter of $\phi 50$ and a thickness of 35. The drawing is labeled with dimensions and a reference code PM-74/SZ-R4.

spawania przedostawaniu się powietrza i powstawaniu pęcherzy w spoinie.

Odrzucone zakończenie drąga zastąpiono odcinkiem odpowiedniej długości pobranym z innego bezużytecznego drąga, w którym również przygotowano otwór dla osadzenia na kołku centrującym; wytworzona luka spoinowa wyniosła 35 mm. Po spojeniu kołek został wywiercony, drąg w miejscu dopawany normalizująco wyżarzony. Wodna próba przy ciśnieniu 12 atm wykazała, że w spojeniu istnieje jedna tylko nieznaczna promieniowa pora, ujawniająca się nieznacznymi jedynie wykroplinami. Od chwili wmontowania drąg łukowy już przebył ok. $45 \cdot 10^6$ suwów i pracuje nadal zadowolająco, mimo że spaw przenosi napężenia okresowo zmienne w granicach ± 310 kg/cm²; przy źle ustawionym zapłonie napężenia mogą wzrosnąć do 400 kg/cm².

Przy naprawianiu pękniętego czopa korby uwzględniono charakter jego obciążenia na zginanie i skręcanie i w tym celu dla częściowego odciążenia miejsca spawu spoinę przesunięto do środkowej płaszczyzny łożyska rys. 5 (porównaj rys. 3).



Rys. 5. Spawanie termitem uszkodzonego wału korbowego (porównaj rys. 3).

Przed spawaniem dokonano 2 prób na przecię $\phi 150$, składającym się z 2 odcinków po 500 mm z podobnego materiału co pęknięty wał korbowy. W celu zbadania wpływu większej ilości węgla na spojenie dla 3 próbki przyjęto materiał o nieco wyższej zawartości węgla i większej wytrzymałości. Wyniki prób podane są w tablicy II.

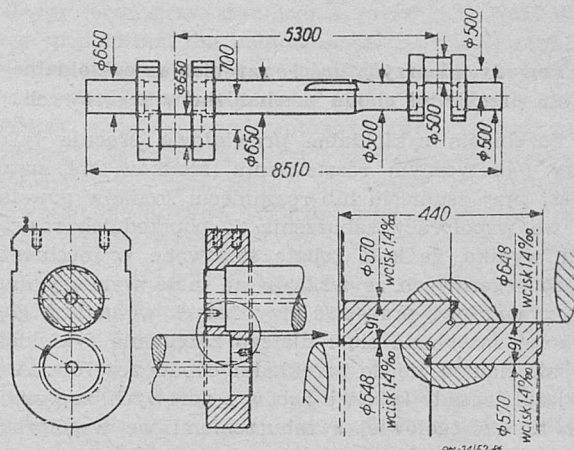
TABLICA II.

Wyniki prób spawania prętów stalowych o $\varnothing$ 150 mm.

Próbka nr	C	Si	Mn	D	S	Cu	Al	Średnio R _r kG/mm ²	A ^o / _o ×5
Skład materiałn									
I i 2	0,14	0,21	0,5	0,02	0,05			41,4	34
3	0,33	0,22	0,7	0,02	0,06			53,5	28
Analiza szwu									
1	0,11	0,76	0,64	0,05	0,038	0,2	0,66	43,0	26
2	0,14	0,74	1,06	0,05	0,06	0,29	0,86	43	22
3	0,18	0,66	0,67	0,05	0,045	0,88	0,61	53	5 ÷ 12

Przed badaniem próbki były poddawane określonym zabiegom cieplnym polegającym głównie na wyżarzaniu w odpowiednio dobranych temperaturach.

Sporna jest dotychczas sprawa racjonalności osadzania czopów wg rys. 2b w ramionach przy stosunkowo wąskim mostku, dzielącym oba otwory (rys. 6).



Rys. 6. Osadzenie czopów w ramionach przy wąskim mostku.

Doświadczenia dokonane na 10 wałach tego rodzaju nie przemawiają przeciwko takiej budowie, aczkolwiek jest ona trudniejsza w wykonaniu. Oczywiście zastosowanie w tym przypadku kołków ustalających byłoby całkowicie błędne.

W kilku przypadkach stwierdzono w wale korbowym zruszenie osadzenia czopa na skutek nadmiernego i nagłego obciążenia wału; przyczyną było zwykle poważniejsze uszkodzenie mechanizmu korbowego i zakleszczenie wykorbienia przez nadmiernie wysunięte elementy tego mechanizmu. Jedno ze zbadanych uszkodzeń nastąpiło po 32,10³ godz. pracy (150.10⁶ obrotów), przy czym raptowne zahamowanie wału spowodowało obrócenie się ramienia względem czopa na długości ok. 70 mm. Kołek zabezpieczający został całkowicie ścięty. W innym przypadku — na skutek zle ustawionego zapłonu w silniku gazowym — nastąpiło częściowe naruszenie osadzenia, lecz kołek został tylko nadcięty na głębokość ok. 10 mm. Wprasowanie czopa było dokonane jak zwykle z wciskiem równym 1,40‰. Po wyprasowaniu czopa stwierdzono, że wcisk nadal wynosi ok. 1,05‰, zaś średnica otworu w ramieniu korby w płaszczyźnie najwęższego mostku powiększyła się o 0,7 mm. Wał korbowy został naprawiony po elektrycznym zapawianiu otworu na kołek ustalający w czopie i przez wciśnięcie nowego ramienia korby; po wciśnięciu — kołka ustalającego już nie osadzano.

Stwierdzono, że uszkodzone wały korbowe, o obróconych nieznacznie ramionach na skutek uszkodzeń mechanizmu korbowego, mogą nadal pracować pomimo, że można było się spodziewać zatarcia powierzchni dolegania w osadzeniu. Osadzenie czopów pozostało po obrocie trwałe nawet pod obciążeniem momentem obrotowym półtorakrotnie większym od normalnego. Silnik pomimo przesunięcia faz w mechanizmie korbowym pracował dobrze, nie wykazując wyraźnego wpływu zwiększonego niewyrównoważenia układu korbowego.

Z. R.

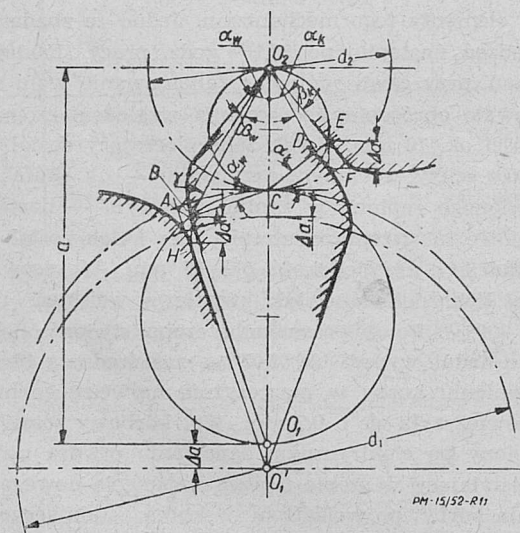
Zazębienia zegarowe (dokończenie)

Mgr inż. WŁADYSŁAW TRYLIŃSKI

5. Powody nieprzydatności zazębienia cykloidalnego do przekładni chodu mechanizmów zegarowych

Zazębienie cykloidalne prawidłowo pracuje tylko przy teoretycznym rozstawieniu środków kół, natomiast przy zsunięciu lub rozsunięciu środków powstają we współpracy zaburzenia. Z poprzednich rozważań wynika, że koła zębate stosowane w mechanizmach zegarowych ze względu na małe wymiary muszą prawidłowo pracować przy dużych wahaniach głębokości zazębienia się i dlatego zazębienia cykloidalne nie nadają się do przekładni chodu zegarów. Aby wyjaśnić zasady korekcji zębów zegarowych, zapoznajmy się szczegółowiej z zaburzeniami we współpracy kół cykloidalnych przy ich rozsuwaniu lub zsuwaniu.

Zazębienie cykloidalne ma stałe przełożenie tylko przy rozstawieniu nominalnym i najmniejsze zsunięcie lub rozsuniecie powoduje niestaość przełożenia. Jest to zagadnienie ogólnie znane, poruszane w kursach części maszyn i tam można znaleźć jego uzasadnienie. Stałość przełożenia nie jest konieczna dla prawidłowej pracy zegara i wielu drobnych mechanizmów, których mechanizm porusza się skokami, a zatem ta właściwość zazębienia cykloidalnego nie pozbawia go przydatności do tych mechanizmów.



Rys. 11. Wpływ rozsuwania lub zsuwania kół zębatych cykloidalnych na ich współpracę.

Aby zbadać wpływ rozsunienia i zsunięcia kół zębatych cykloidalnych na ich współpracę, na rys. 11 rozsunięto koła względem położenia teoretycznego o Δa . Wówczas:

z $\triangle O_2ED$ i $\triangle DEF$:

$$\beta_k = \frac{DE}{O_2E} = \frac{\Delta a \cdot \sin \alpha_k}{\frac{d_2}{2} \cdot \cos \alpha_k} = 2 \frac{\Delta a}{d_2} \operatorname{tg} \alpha_k \quad [9]$$

z $\triangle BCO_2$:

$$\sin \gamma = \frac{O_2C}{O_2B} \sin (90^\circ + \alpha_w) = \frac{\frac{d_2}{2}}{\frac{d_2}{2} \cos \alpha_w} \cos \alpha_w = \frac{1}{\cos \alpha_w} \cos \alpha_w \quad [10]$$

z $\triangle ABH$:

$$AB = BH \frac{\sin \alpha_w}{\sin \gamma} = \Delta a \frac{\sin \alpha_w}{\sin \gamma} \quad [11]$$

Podstawiając [10] do [11]:

$$AB = \Delta a \frac{\frac{d_2}{2} \sin \alpha_w}{\frac{d_2}{2} \cos \alpha_w} = \Delta a \frac{d_2}{d_2} \operatorname{tg} \alpha_w \quad [12]$$

z $\triangle BAO_2$: i z [12]:

$$\beta_w = \frac{BA}{\frac{d_2}{2}} = 2 \frac{\Delta a}{d_2} \operatorname{tg} \alpha_w \quad [13]$$

Zakładając $CE = CD$ otrzymamy z $\triangle CO_2E$ i CO_1B :

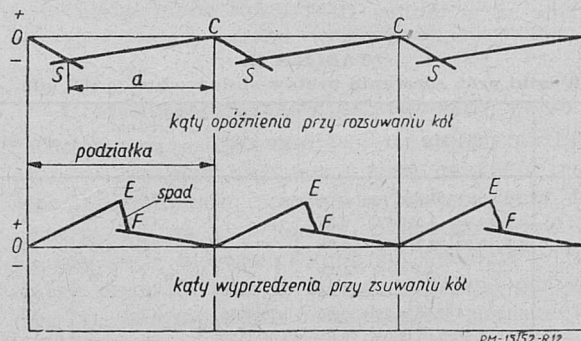
$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{2 \cdot CE}{\sqrt{(d_2)^2 - (2 \cdot CE)^2}} \quad [14]$$

$$\operatorname{tg} \alpha_w = \frac{2 \cdot CE}{\sqrt{(d_1)^2 - (2 \cdot CE)^2}} \quad [15]$$

z [9], [13], [14] i [15]:

$$\frac{\beta_k}{\beta_w} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_k}{\operatorname{tg} \alpha_w} = \sqrt{\frac{(d_1)^2 - (2 \cdot CE)^2}{(d_2)^2 - (2 \cdot CE)^2}} \quad [16]$$

A zatem przy rozsuwaniu kół zębatych cykloidalnych o średnicach kół odtaczających równych odpowiednim promieniom kół podziałowych stosunek opóźnienia kąтового zębownika na wyzębieniu do opóźnienia kąтового na wżębieniu przy większej ilości zębów ($CE \ll d_2$) jest w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalny do ilości zębów kół, a przy małej ilości zębów staje się jeszcze niekorzystniejszy. Przy zsuwaniu kół zębatych zjawisko przybiera charakter odwrotny. Aby uwypuklić jego skutki, wykonano schematyczny wykres wyprzedzeń kątowych zębownika w funkcji kąta obrotu koła napędzającego, przy czym przyjęto, że w punkcie środkowym nie ma ani wyprzedzenia, ani opóźnienia (rys. 12).



Rys. 12. Schemat wpływu rozsuwania i zsuwania kół zębatych cykloidalnych na kąt wyprzedzenia lub opóźnienia zębownika.

Na tym wykresie na osi odciętych odmierzone kąty odpowiadające podziałce zębownika w obie strony od

punktu środkowego C . Rzędne, odpowiadające kątowym wyprzedzeniom lub przyspieszeniom zębniaka (względem jego położenia kątowego przy zachowaniu stałości przełożenia) odmierzano z obu stron punktu C dla odpowiednich odciętych. Dla następnego zęba te same rzędne odmierzono przesunięte o kąt podziałki. W ten sposób otrzymano szereg powtarzających się krzywych, które ilustrują przebieg współpracy kół. Dla uproszczenia, zgodnie z poprzednimi wywodami, krzywe zastąpiono prostymi o współczynnikach kątowych odwrotnie proporcjonalnych do przełożenia.

Analizując wykres rys. 12 widzimy, że dla rozsuwania kół przebieg ich współpracy jest następujący: od punktu C na prawo zębniak wykazuje opóźnienie, które w miarę wyzębienia się bardzo prędko wzrasta. Równocześnie opóźnienie ze strony wżębienia dla następnego zęba maleje w miarę obrotu zębniaka i punkt przecięcia się S oznacza, że w tym momencie zaczyna pracować następny ząb, gdyż jego opóźnienie staje się w tym miejscu mniejsze od opóźnienia następnego zęba. Od punktu S opóźnienie następnego zęba maleje do zera w punkcie C i dalej przebieg powtarza się.

Jak już poprzednio wykazano (wzór [16]), opóźnienie na wżębieniu w stosunku do opóźnienia na wyzębieniu jest odwrotnie proporcjonalne do przełożenia. Ponieważ w mechanizmach zegarowych przełożenie jest bardzo duże, punkt S przy rozsuwaniu kół bardzo prędko przesuwa się w lewo (α rośnie). Jak wiemy z rozważań na temat sprawności chwilowej, maleje ona bardzo prędko w miarę oddalania się początku przyporu od punktu C . A zatem rozsuwanie zazębienia cykloidalnego powoduje bardzo szybki spadek sprawności chwilowej na początku wżębienia.

Podobna analiza krzywych (rys. 12) dla zsuwania kół wykazuje, że od punktu C zębniak bardzo prędko wyprzedza w kierunku wyzębienia. Natomiast następny ząb wykazuje równocześnie bardzo małe wyprzedzenie. Z tego powodu przypór zęba wyzębającego kończy się i zaczyna on pracować ostrym wierzchołkiem (krzywa EF), aż do zrównania się wyprzedzenia zęba wyzębającego się z zębem wżębającym się. To zjawisko nazwano popularnie w zegarmistrzostwie „spadem”. Podczas spadku ząb zębniaka prawie zatrzymuje się, lub nawet może cofać się. Takie cofanie się może być bardzo niekorzystne ze względu na pracę mechanizmu. Ponadto praca zęba wierzchołkiem (ostrzem) ma cechy skrobienia i może spowodować szybkie zniszczenie obu współpracujących zębów.

A zatem zarówno przy rozsuwaniu, jak i przy zsuwaniu zazębienia cykloidalne wykazuje takie usterki pracy, które czynią je nieprzydatnym do mechanizmów chodu zegarów, jak również do mechanizmów drobnych w ogóle.

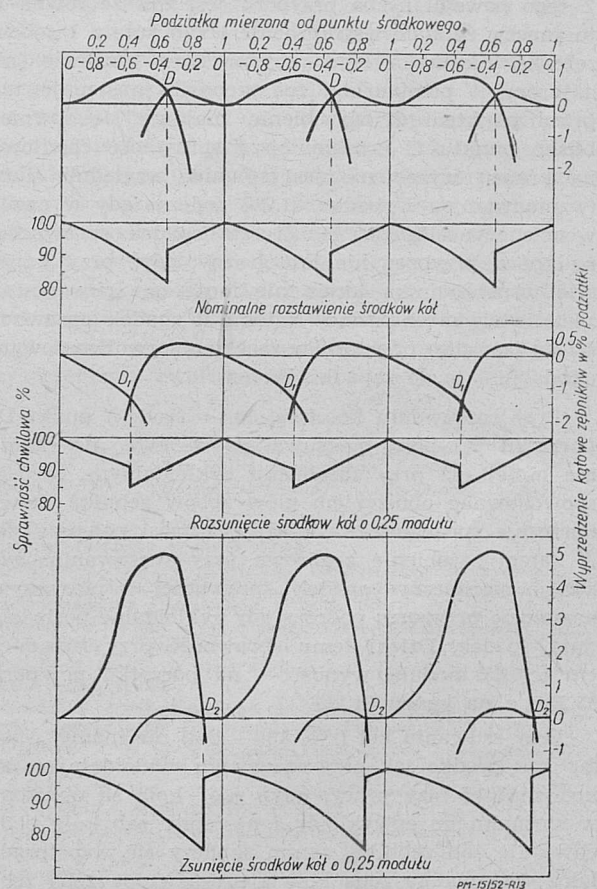
6. Zazębienie zegarowe szwajcarskie NHS

Zazębienie zegarowe szwajcarskie NHS-56702 i 56703 (rys. 1, 2 i 3) jest skorygowanym zazębieniem cykloidalnym. Korekcję wykonano tak, aby usunąć wady zazębienia cykloidalnego i równocześnie ułatwić wykonanie.

Rozważmy kolejno, w jaki sposób usunięto poszczególne wady zazębienia cykloidalnego.

Na rys. 13 pokazano dla porównania wykresy przyspieszeń i opóźnień kątowych oraz sprawności chwilowych dla zazębienia NHS przy rozstawieniu nominalnym oraz przy zsuwaniu i rozsuwaniu kół. Wykres sporządzono dla koła zębatego $z_1 = 48$ i zębniaka $z_2 = 6$, przy czym koło jest czynne, a zębniak bierny. Celowo założono takie same ilości zębów jak przy badaniu zazębienia ewolwentowych, aby ułatwić porównanie. Metody obliczeń nie podano, gdyż jest ona matematycznie zawikłana i nie wnosi do dalszych rozważań nic nowego. Wykres został sporządzony wg zasad wyjaśnionych przy rys. 12.

Dla rozstawienia nominalnego (rys. 13 — wykres górny) współpraca zębów o zarysie zegarowym NHS jest następująca: Przed punktem środkowym C zębniak wykazuje bardzo duże opóźnienie prędko wzrastające w miarę oddalania się początku przyporu od punktu C w lewo. Jest to spowodowane utworzeniem wierzchołka zęba zębniaka przez łuk kołowy znacznie niższy od odpowiedniej epicykloidy. Przed punktem C opóźnienie maleje i przechodzi w nieznaczne wyprzedzenie, przy czym dla profilu A opóźnienie 0 zostaje osiągnięte w punkcie C , dla profilu B nieco na lewo od punktu C , a dla profilu C , którego dotyczy wykres rys. 13, jeszcze dalej w lewo od punktu C .



Rys. 13. Wyprzedzenia (lub opóźnienia) kątowe zębniaka i sprawności chwilowa dla zazębienia zegarowego szwajcarskiego NHS. $z_1 = 48$; $z_2 = 6$. Współczynnik tarcia międzyzębnego 0,2. Zębniak bierny.

Jak widać z rys. 1, łuk, którym zatoczono wierzchołek zęba koła zębatego, przecina po raz drugi teoretyczną epicykloidę nieco powyżej koła podziałowego i dalej tworzy nieznaczne wybrzuszenie na zewnątrz

zarysu epicykloidalnego. To wybrzuszenie pracuje na prostej, stanowiącej dokładnie hipocykloidę zęba zębniaka i powoduje widoczne na wykresie dosyć znaczne (do 0,87% podziałki) wyprzedzenie zębniaka, rozpoczynające się nieco na prawo od punktu C (rys. 13-góra). Następnie zaczyna się współpraca dalszej części łuku kołowego koła zębatego z prostą hipocykloidy stopy zęba zębniaka. Ta część łuku znajduje się już jednak wewnątrz teoretycznej epicykloidy głowy zęba koła (rys. 1), co odbija się na rysunku 13 jako zmniejszanie się wyprzedzenia i przejście jego w opóźnienie. Trwa ono do chwili, gdy zrówna się z opóźnieniem następnego zęba (rys. 13 punkt D), który w tym momencie przejmuje pracę.

Zauważmy, że z powodu znacznego obniżenia wierzchołków zębów zębniaka (w stosunku do zarysu epicykloidalnego) punkt D znajduje się blisko punktu środkowego C. Dzięki temu sprawność chwilowa zazębienia zegarowego na początku przyporu jest bardzo bliska 100% (w naszym przykładzie — rys. 13 — sprawność wynosi w tym punkcie 91,3% — co widać z wykresu).

Należy podkreślić, że przełożenie zazębienia zegarowego szwajcarskiego przy rozstawieniu nominalnym zarysów w różnych momentach przyporu nie jest stałe. Z tego powodu liczba przyporu jest zawsze równa 1, to znaczy, że stale współpracuje 1 ząb koła z 1 zębem zębniaka. Skutkiem tego przypór trwa możliwie jak najkrócej i pomimo to, że wżębienie następuje tuż przed punktem C, wyżębienie znajduje się również blisko punktu C i najmniejsza sprawność chwilowa na krańcu wyżębienia jest również względnie duża (w omawianym wypadku 81,7% podczas gdy w ewolwencji wynosiła 89,5%). Zresztą spadek sprawności na końcu przyporu nie jest groźny, gdyż przy wzroście współczynnika tarcia nie może on spowodować zacięcia się mechanizmu. Natomiast spadek sprawności na początku przyporu w zazębieniu ewolwentowym upodabniał je do zapadki czarnej.

Przy rozsuwaniu kół (rys. 13 — środek) punkt D₁ początku przyporu przesuwa się w lewo, ale znacznie mniej niż przy zazębieniu cykloidalnym, co jest spowodowane obniżeniem głów zębów zębniaka. Równocześnie sprawność na końcu przyporu polepsza się. A zatem zazębienie zegarowe przy rozsuwaniu wykazuje nieznaczny spadek sprawności w pierwszym momencie przyporu; podczas gdy cykloidalne posiadało duży spadek. Dzięki temu sprawność przy rozsunieciu o 0,25 modułu wynosi — na początku przyporu 85,2%, a na końcu 91,1%.

Przy zsuwaniu kół (rys. 13 — dół) nie mamy „spadu“ tak prędko jak przy zazębieniu cykloidalnym jako ostatniej fazy pracy, gdyż zęby koła są obniżone w stosunku do epicykloidy i następny ząb koła podchwytuje ząb zębniaka, zanim skończy się współpraca łuku wierzchołka zęba koła z prostą stopy zęba zębniaka. Pokazane na rys. 13 zsuniecie jest duże i praca zębów ma cechy spadku.

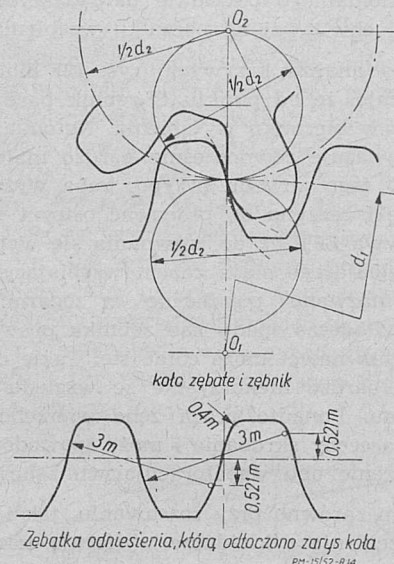
Jak wynika z powyższych rozważań, w zazębieniu zegarowym szwajcarskim NHS usunięto wady zazębienia cykloidalnego (spadek przy zsunieciu i duże zmniejszenie sprawności chwilowej na początku przyporu przy rozsuwaniu).

Wykonanie zarysów zazębienia zegarowego jest proste przy metodzie podziałowej, gdyż zarys freza dla koła i dla zębniaka składa się z prostej i łuku kołowego. Koła zębate zegarowe jednak najczęściej frezuje się obwiedniowo, przy czym z dostatecznym przybliżeniem zarys zębów freza ślimakowego jest zbudowany z 2 łuków kołowych. Wadą zazębienia jest to, że teoretycznie dla każdej ilości zębów koła potrzeba odrębnego freza o różnym zarysie zarówno dla metody podziałowej, jak i obwiedniowej. W praktyce z dostateczną dokładnością można stosować ten sam frez dla grupy kół nieznacznie różniących się ilościami zębów.

7. Inne typy zazębienia zegarowych

Metodę korekcji zębów cykloidalnych omówiono na przykładzie zazębienia zegarowego szwajcarskiego NHS, jako najbardziej rozpowszechnionego. W podany sposób opracowano inne zazębienia zegarowe, jak np. szwarcwaldowskie. Wszystkie zazębienia zegarowe powstałe z korekcji cykloidalnego charakteryzują się:

1. Niestalością przełożenia (w przypadku zazębienia NHS przy zsunieciu o 0,25 modułu niestalości przełożenia dochodzi do około 5% podziałki).
2. Liczbą przyporu równą 1.
3. Wydatnym obniżeniem wierzchołków zębów zębniaka celem uniknięcia niebezpieczeństwa spadku sprawności chwilowej na początku przyporu przy rozsuwaniu kół.
4. Obniżeniem końcowej partii wierzchołków zębów koła i stworzeniem wybrzuszenia u podstawy głowy zęba celem uniknięcia spadku przy zsuwaniu.



Rys. 14. Zazębienie zegarowe „z dwu łuków kołowych“, $z_1 = 48$, $z_2 = 6$. Koło zębate czynne, zębniak bierny. Linia przerywana oznacza teoretyczny zarys cykloidalny odczytany kołami o równej średnicy dla obu zarysów.

W Anglii podczas ostatniej wojny wprowadzono na okres wojenny zazębienie zegarowe „z dwu łuków kołowych“ (British Standard 978/1941 rys. 14). Ponieważ odbiega ono znacznie od wszystkich dotychczasowych zazębienia zegarowych, pokrótce je omówimy. Jest ono bardzo korzystne pod względem obróbkowym, gdyż dla frezowania obwiedniowego kół przewiduje 1 frez ślimakowy bez względu na ilość zębów, a więc tak

jak przy ewolwencji. Jest to ząbienie zbliżone kształtem do ząbienia cykloidalnego o obu kołach odtaczających jednakowej średnicy. Średnica obu kół odtaczających równa się promieniowi koła podziałowego zębniaka. I tutaj również dla uniknięcia spadku przy zsuwaniu kół zastosowano zaokrąglenie zarysu zęba koła u wierzchołka widoczne na rysunku, oraz obniżono zęby zębniaka celem uniknięcia spadku sprawności na początku przyporu. Ząbienie posiada nie stałe przełożenie i liczbę przyporu równą 1. Posiada ono niższe zęby niż zegarowe szwajcarskie i z tego powodu prawdopodobnie jest bardziej czułe na zsuwanie i rozsuwanie. Wymaga ono większej dokładności wykonania zarówno średnicy kół, jak i rozstawień otworów łożyskowych, co jest specjalnie niekorzystne przy małych modułach, gdzie już i przy ząbieniu szwajcarskim tolerancje wykonawcze muszą być bardzo ciasne.

Były również próby zastosowania do przekładni zegarów ząbienia ewolwentowych o bardzo dużym kącie przyporu (przy 6 zębach — 320°)⁵). Dotychczas jednak nie dały one pozytywnych wyników, dlatego że posiadają niskie zęby i podobnie jak angielskie ząbienia z dwóch łuków kołowych wymagają większych dokładności wykonania. Spotyka się je tylko w mechanizmach większych z modułami ponad ok. 0,4, gdzie dokładność względna może być większa niż przy modułach mniejszych bez podwyższenia trudności technologicznych.

Na zakończenie należy wspomnieć o ząbieniu „latarkowym“. Jest to ząbienie, w którym zęby zębniaka zastąpiono kołkami. W początkach powstawania techniki zegarowej, kiedy jeszcze obróbka mechaniczna nie istniała, było ono bardzo chętnie stosowane ze względu na prostotę wykonania zębniaków. Obecnie stosuje się je niekiedy w zegarach popularnych i budzikach. W najtańszych rozwiązaniach zębniaki wykonuje się jako odlewy pod ciśnieniem ze stopu cynkowego, z zalanymi kołkami z drutu stalowego, w lepszych — w postaci kołków stalowych z drutu, wstawionych w otwory wiercone w 2 tarczach mosiężnych. Jest to korygowane ząbienie punktowe cykloidalne. Analizę jego działania można znaleźć w wielu starszych podręcznikach omawiających ząbienia. Kształt zębów koła może być taki sam, jak zębów ząbienia zegarowego NHS. Ząbienie to jest mało czułe na zanieczyszczenia i rdzewienie, gdyż podczas pracy nawet duże cząstki zanieczyszczeń zostają zepchnięte z kołków do pustego wnętrza zębniaka. Ponadto mała powierzchnia styku kołków z zębami koła przez stałe tarcie oczyszcza się szybko nawet z rdzy.

Poważną wadą ząbienia są duże naciski jednostkowe na zęby koła, które zwykle wykonuje się z mosiądzu. Skutkiem tego zęby szybko wyrabiają się, co zmniejsza trwałość mechanizmu. O ile wykonanie zębniaków latarkowych odlewanych pod ciśnieniem jest technicznie uzasadnione, o tyle wykonanie ich z mosiądzu nie ma uzasadnienia i przetrwało dotychczas w budzikach i tańszych zegarach produkcji niemieckiej. Prawdopodobnie zostało to spowodowane zain-

westowaniem znacznych kapitałów przez ten przemysł w bardzo skomplikowane i udoskonalone automaty do wykonywania zębniaków latarkowych.

8. Wnioski

1. Ząbienie ewolwentowe z kątem przyporu 20° nie nadaje się do przekładni przyspieszających zegarowych przy ilości zębów zębniaka mniejszej od około 13 zębów, ze względu na małą sprawność chwilową na początku przyporu.

2. Zarys ewolwentowy o kącie przyporu 20° należy stosować w drobnych mechanizmach wszędzie, gdzie to jest możliwe, to znaczy w przekładniach przyspieszających dla ilości zębów zębniaka począwszy od około 13 zębów, a przy przekładniach zwalniających dla dowolnej ilości zębów zębniaka (nawet dla 6). Stosowanie w tych przypadkach ząbienia zegarowych, droższych wykonawczo, technicznie jest nieuzasadnione.

3. Ząbienie cykloidalne nie nadaje się do mechanizmów zegarowych z powodu jego czułości na zsuwanie (spad) i na rozsuwanie (mała sprawność na wejściu).

4. Ząbienia zegarowe szwajcarskie lub inne oparte na korekcie cykloidalnych należy stosować tylko do przekładni przyspieszających o ilości zębów zębniaka małej (poniżej około 13). Ze względu na małe chwilowe opory tarcia międzyzębnego na początku przyporu i nieczułość na rozsuwanie, te ząbienia są szczególnie przydatne do mechanizmów o ograniczonym zapasie momentu napędowego (np. napędzanych sprężyną), poruszających się skokami, jak np. mechanizm chodu zegarów sprężynowych i mechanizmy pomiarowe i wskazujące (np. lotnicze). Przy mechanizmach pomiarowych należy jednak każdorazowo sprawdzać, czy niestałość przełożenia nie spowoduje przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych błędów wskazań i czy te błędy nie będą większe od błędów spowodowanych większymi chwilowymi oporami tarcia przy ząbieniu ewolwentowym.

Bibliografia

1. Akselrod Z. M. „Czasowe mechanizmy“ Moskwa 1947.
2. Arcay G. P. — „Les huiles en horlogerie“. Bienne, 1930.
3. Davis W. O. — „Horological Gearing“ — Horological Journal — 1950 2, 3, 4.
4. Degallier E. — „Les engrenages droits cycloïdaux et à développement“ (Besançon et Bienne 1923).
5. Gittinger P. Prof. — „Vorschläge zur Einführung der Evolventenverzahnung in die Uhrmacherei“. Schriftenreihe der Gesellschaft für Zeitmessung und Uhrentechnik. 6 Band. 1935.
6. Gittinger P. Prof. — „Die Geradflankenzykloidalverzahnung der Uhrmacherei“. Zeitschrift der Feinmechanik und Präzision 1937/1.
7. Grenda H. — „Skrót pracy Gittingera P. poz. 5“ — Uhrmacherkunst 1934/5, 6, 8, 9.
8. Grodziński P. — „Herstellung von Zahnräder für die Feinwerktechnik“ Zeitschrift für Feinmechanik und Präzision 1936/9 i 1937/8.
9. Gwarilow A. N. — „Technologia awiacionnawo priborostrojenja“ Moskwa 1951.
10. Jachin A. B. Małow A. N. i inni — Technologija tocznawo priborostrojenja“. Moskwa 1949.
11. Lewitan E. I. — „Czasowe mechanizmy dystancjonnych trubok“. Moskwa 1944.
12. Reutenbuch R. — „Verschlag der Normung der Verzahnungen in der technischer Feingeraeteindustrie“. Uhrmacherzeitung 1949/12 i 13.
13. British Standard 978/1941 z uzupełnieniem Nr 1 z XII 1942 „War emergency British Standard specification for gears for clockwork mechanisms“.
14. NHS—56702 i 56703. — Normes de l'industrie horlogère Suisse“.
15. Bez autora. — „Vorschläge zur Einführung der Evolventenverzahnung in die Uhrmacherei“. Zeitschrift für Feinmechanik und Präzision. 1935 str. 152.
16. Bez autora. — „Die Zahnformen der Kleinstzahngetriebe“ — Feinwerktechnik 1950/5, 6.
17. Bureau des Normes u Commontre. — Normy kamieni zegarkowych.

⁵) Gittinger P. — „Vorschläge zur Einführung der Evolventenverzahnung in die Uhrmacherei“ ogłoszona w tomie „Schriftenreihe der Gesellschaft für Zeitmessung u. Uhrentechnik 1935“.

O racjonalizacji jednostek kąta¹⁾

Dr inż. ZDZISŁAW RAUSZER

Artykuł streszcza historię usiłowań przyswojenia stopniowi podziału dziesiętnego na tle obecnego międzynarodowego ruchu oraz obrazuje polski udział w tym kierunku.

Decymalizacja stopnia, racjonalizując go, pośrednio doprowadzi do tego, że w powszechnym użyciu pozostałyby tylko dwie jednostki: obrót i stopień. Znacznie ułatwione będzie odczytywanie wskazań różnych przyrządów, a konstrukcja urządzeń do odczytywania wyników pomiarów znacznie się uprości i potanieje. Zwraca się uwagę na pilną potrzebę wydania tablic zamiany miar kątów oraz tablic funkcji trygonometrycznych w dziesiętkowym podziale stopnia. Wreszcie omawia się niektóre kwestie dotyczące jednostek szybkości kątowej.

Dookoła systemu metrycznego popularyzatorowie utworzyli gęstą mgłę dymów kadzidlanych, przez którą niełatwo jest rozeznaczyć jego istotną wartość. Każdy jednak musi przyznać mu wysoką zaletę zgodności tworzenia jego jednostek wielokrotnych i podwielokrotnych z dziesiętkowym systemem rachowania. Tej wartości nie można nie doceniać. Ona, łącznie z uniwersalnością światową tego systemu i doskonałym skojarzeniem wzajemnym jego jednostek, czyni z niego dzieło trwałości wiekowej. W dwuchsetletniej próbie czasu odpadło jednak inne znamię, które zachwycało jego twórców, mianowicie „naturalność jednostek“.

Zapewne, gdybyśmy dzisiaj mieli tworzyć światowy system jednostek, może niejedno udałoby się zrobić lepiej. W czasie, gdy system powstawał, istniały dwie grupy ludzi, dla których mierzenie było doniosłą sprawą życiową: szeroki ogół stosujący pomiary w obrocie publicznym i uczeni, oddający się naukom ścisłym. Ten pierwszy obóz, choć tak liczny, nie był przez nikogo reprezentowany i sam nie zdawał sobie sprawy z własnych potrzeb w tym względzie. Głos mieli więc tylko uczeni, fizycy, astronomowie, geofizycy i in. Nie było jeszcze wówczas inżyniera mechanika, ani elektryka, którzy w przyszłości mieli się stać najpoważniejszymi „odbiorcami“ najbardziej „wymyślnych“ jednostek miar. Gdyby te debaty odbywały się w dzisiejszych czasach, nie zabrakłoby oświeślenia sprawy z punktu widzenia potrzeb techniki, a głos ogółu mierzącego w życiu codziennym mógłby być zgodnie z jego pożytkiem reprezentowany przez umiejętnie prowadzoną administrację miar, która najbliższej się z tym ogółem styka.

Gdyby ze zdobytym już dzisiaj doświadczeniem zaistniało, co w systemie metrycznym można by zrationalizować, to taka analiza zaprowadziłaby nas nieoczekiwanie daleko. Dziś już zrozumieliśmy jasno powody daremności prób udoskonalenia systemu jednostek miar w okresie rewolucji francuskiej przez wysiłki decymalizacji jednostek czasu i kąta i może spostrzeżelibyśmy, że ta niedoskonałość systemów jednostek miar bierze początek w naszym dziesiętkowym systemie rachowania. Wtedy może pożałowalibyśmy, że nas natura obdarzyła pięcioma a nie sześcioma palcami u każdej ręce.

Dziś dziedzictwo wiedzy po przodkach naszych wyrażone w *Liczbie* (dziesiętkowej) i *Jednostce* (metrycznej) jest tak gigantyczne, że szalonym pomysłem byłaby chęć przebudowania go od podwalin. Żadna dająca się przewidzieć korzyść nie opłaciłaby ani trudu takiego przedsięwzięcia ani chaosu, który by trwał dziesiątkami lat. Owszem, byli tacy i zapewne są jeszcze, którzy mówili, że nie przyjmujemy waszego systemu jednostek, choć wiemy, że nasz jest gorszy, bo i na waszym są skazy, ale zabierzemy się do pracy, aby utworzyć system prawdziwie doskonały. Tym naiwnym nawet w głowie nie powstało, że taką pracę trzeba by zaczynać od zmiany systemu rachowania.

Śmiało więc można twierdzić, że dziesiętkowy system rachuby, że metr i kilogram jako jednostki długości i masy i jednostki pochodne na nich oparte są na wieki niewzruszalne.

Ale jednostki czasu (z wyjątkiem sekundy), praktyczne jednostki kąta (poza teoretycznym radianem) nie są jednostkami metrycznymi. Posługujemy się niektórymi z nich od wielu tysięcy lat.

W artykule tym chcemy rozpatrzyć, co można i należy uczynić, aby jednostki kąta a właściwie jednostkę najpowszechniej stosowaną, mianowicie stopień, upodobnić do jednostek metrycznych.

Stopień kątowy ze swoim podziałem na 60 minut, minutą na 60 sekund i sekundą na 60 teryj jest zapewne najstarszą jednostką z tych, którymi do dzisiaj się posługujemy. Zawdzięczamy go jeszcze Chaldejczykom. Ma więc za sobą więcej niż 5000 lat. Podział jest charakterystyczny dla chaldejskiego systemu rachowania: naprzód do dziesięciu, potem na sześćdziesiątki. Utrzymywanie tego podziału przy naszym dziesiętkowym systemie liczenia było i jest szkodliwym przeżytkiem.

Oczywiście, nie brakło usiłowań, aby zastąpić owe podwielokrotne sześćdziesiątkowe jednostki przez dziesiętne ułamki stopnia. Bodaj pierwszym rzecznikiem był holenderski matematyk *Stevin* (1548 — 1620), jeden z twórców ułamków dziesiętnych. Pierwsza tablica logarytmów funkcji trygonometrycznych wydana była przez *H. Brigga* w r. 1633 i podawała je dla kątów w 0,01 d (więc w centistopniach). Ale w tym samym roku pojawiła się już druga tablica (*A. Vlac'a*) o kroku 10-sekundowym, więc szczegółowsza.

Za pierwszą czynną próbę decymalizacji kąta można uważać podział kąta prostego na 100 części tj. 100

¹⁾ Artykuł dyskusyjny.

gradusów, obmyślony w dobie rewolucji francuskiej. Niestety, próba nie tylko nie poprawiła sytuacji, ale jeszcze bardziej ją pogmatwała, wprowadzając dodatkową jednostkę, która dla wielu dziedzin metrologicznych okazała się nieodpowiednia. Na początku wieku XIX pod wpływem *Bessela* zostały ponieczone trzeci i od tego czasu zastępowane są przez dziesiętne części sekundy. W końcu tego wieku wzmożyły się znacznie tendencje do zastąpienia minut i sekund przez dziesiętne części stopnia. W literaturze obcojęzycznej istnieją obecnie w dziesiętnym podziale stopnia doskonałe tablice tak naturalnych funkcji trygonometrycznych jak i logarytmów tych funkcji. Podziałem dziesiętnym stopnia posługuje się od dawna średnia szkoła w Niemczech. U nas zalecał go gorąco *prof. A. Witkowski* i przyjął go w swoich *Tablicach Matematyczno-Fizycznych* (Warszawa 1901). W r. 1947 U. N. J. (Ente Italiano di Unificazione) wystosowało do wybitnych fachowców włoskich ankietę w sprawie zastąpienia sześćdziesiątkowych podwielokrotnych stopnia przez jego części dziesiętne. Odpowiedzi w sposób zdecydowany przychyliły się do takiej reformy. W sierpniu 1951 r. z inicjatywy Gł. Urzędu Pomiarów Kraju odbyło się przy udziale wybitnych polskich astronomów, przedstawicieli szkolnictwa geodezyjnego, delegatów Głównego Urzędu Miar, Głównego Urzędu Pomiarów Kraju i Gł. Instytutu Mechaniki i wybitnych fachowców specjalnie poświęcone tej sprawie posiedzenie Komisji Metrologicznej Polsk. Kom. Normalizacyjnego. Zapadła jednomyślna uchwała, która wносиła o wydanie obowiązującej normy, nakazującej możliwie wyłącznie stosowanie miary kąta stopnia i jego części dziesiętnych z zastrzeżeniem, że minuty i sekundy mogą być stosowane tylko wyjątkowo np. w niektórych przyrządach astronomicznych. Norma taka została opracowana, przyjęta przez Komisję i złożona w PKN w początku roku bieżącego.

Wspomniano już wyżej, że utrzymywanie sześćdziesiątkowego podziału stopnia jest szkodliwym przeżytkiem. Komplikuje on noniusze przyrządów goniometrycznych, zmuszając do rachunków pamięciowych, utrudnia odczytywanie wskazań tych przyrządów i powoduje przez to omyłki. Natomiast podziałka dziesiętna nie tylko upraszcza konstruowanie urządzeń odczytaniowych, ale zarazem upodabnia je do tych, które znajdują szerokie zastosowanie w przyrządach do pomiaru innych wielkości. Każdy, kto umie się posługiwać noniuszem do pomiaru długości, bez uprzednich wyjaśnień czy rozmyślań odczyta bezbłędnie wskazanie przyrządu goniometrycznego. Ta dogodność podziałki dziesiętnej ma szczególne znaczenie dla tych, którym przypada tylko sporadycznie mierzyć kąty teodolitem, jak to np. ma miejsce przy sprawdzaniu prawidłowości wykonania kół zębatych.

W Polsce wykonujemy dotychczas oprócz najprostszych narzędzi goniometrycznych wzorce kątów (kątniki), ekierki rysunkowe, przenośniki i teodolity mniejszej dokładności. Natomiast teodolity wyższych do-

kładności zamawiamy za granicą. Dostawcy zagraniczni (*H. Wild*, ZSRR i NRD), zapytywani w tej mierze przez Gł. Urząd Pomiarów Kraju, wyrazili zupełną gotowość dostarczania wszelkich przyrządów goniometrycznych z dziesiętnym podziałem stopnia. Dane te upoważniają do przeświadczenia, że zastosowanie podziału dziesiętnego stopnia w narzędziach goniometrycznych metrologii warsztatowej i metrologii technicznej nie spotka także żadnych trudności. Norma francuska FDX 02 010 z r. 1948 uznaje, że dla mechaniki podział dziesiętny stopnia jest dogodniejszy od sześćdziesiątkowego.

Jednomyślność powyżej omówionej uchwały Komisji Metrologicznej, w której reprezentowane były wszystkie władze i organizacje mające bliską styczność z goniometrią, przy udziale w tym posiedzeniu wybitnych astronomów polskich, a także wyżej przytoczone dane historyczne świadczą o dojrzałości i celowości tej napraszającej się reformy.

Dodać trzeba, że zastąpienie minut i sekund przez dziesiętne części kąta posiada dalsze poważne zalety prócz wyżej wymienionych. Aby to wyjaśnić, musimy zastanowić się nad zakresem stosowania ogółu jednostek kąta.

S t o p n i e m z jego podwielokrotnymi mierzy wyłącznie kąty: geometria, astronomia, geografia, fizyka, krystalografia, elektrotechnika, budowa maszyn, inżynieria budowlana, marynarka na wszystkich większych jednostkach pływających, geofizyka i w znacznej części geodezja, jednym słowem prawie wszystkie dyscypliny, które w znacznej mierze posługują się goniometrią. **G r a d u s e m** mierzy tylko niższa geodezja i to wcale nie powszechnie. Nawet tam, gdzie istnieje pewna presja prawna, wchodzi on w użycie bardzo opornie. **O b ó t**, czyli kąt pełny, jest jedną z najważniejszych jednostek w budowie maszyn. Jest on również bardzo ważną jednostką elektrotechniki. **K ą t p r o s t y** nie jest używany do mierzenia w tym znaczeniu, aby w nim wyrażać inne kąty poza nim samym, choć wzorce jego znajdują szerokie zastosowanie przy konstruowaniu materialnych linii i powierzchni wzajemnie prostopadłych i przy sprawdzaniu ich prostopadłości. Jako jednostką mierzy się nim inne kąty tylko na papierze²⁾. Czysto teoretyczną jednostką jest **r a d i a n**.

Poza wymienionymi jednostkami istnieją jeszcze: godzina goniometryczna ($h_g = 1/24 P$), minuta chrono-goniometryczna ($min_{xg} = 1/60 h_g$), sekunda chrono-goniometryczna ($sec_{xg} = 1/60 min_{xg}$) stosowane w astronomii, rumb ($1/32 P$) ze swoją ćwiercią rumba (w marynarce na mniejszych jednostkach pływających i częściowo w meteorologii) i trzy rodzaje tysięcznych stosowane w artylerii, przy czym jedna z nich (tysięczna prawdziwa) jest jednostką teoretycz-

²⁾ Nie można wiązać go w jedną całość z gradusem, w stosunku do którego jest on dziesiątkową wielokrotnością, a to dlatego, że pojęcie kąta prostego jest bez porównania ogólniejsze od gradusa. Zresztą i w przypadku, gdy wyrażamy kąty w gradusach, nie posługujemy się kątem prostym jako wielokrotną jednostką. Dlatego musimy go traktować jako jednostkę samodzielną.

ną. Jak widzimy, jednostki te są praktykowane w wąskich dziedzinach zawodowych i na ich dalsze w tym zakresie istnienie nawet najbezwzględniejszy normalizator może spoglądać beztrudnie.

Jakiż wtedy skutek będzie miało zastąpienie minut i sekund kątowych przez dziesiętny podział stopnia? Przede wszystkim racjonalizuje ono jednostki kąta, przyswajając najważniejszą z nich, mianowicie stopniowi, najistotniejszą zaletę systemu metrycznego tj. zgodność rachuby jednostek miary z systemem liczenia. Ale, racjonalizując, jednocześnie znormalizuje jednostki kąta w sensie zmniejszenia ich ilości. Praktycznie, o ile chodzi o stosunki gospodarcze, z większości dyscyplin naukowych pozostaną w przyszłości w ogólnym użytkowaniu tylko dwie jednostki: mianowicie obrót i stopień, gdyż gradus ze względu na swe strony ujemne nie wytrzyma konkurencji ze stopniem, obciążonym od swego historycznego balastu podwielokrotnych sześćdziesiątkowych. Co prawda pozostaną jednostki chronogniometryczne, rumby i tysięczne, ale one stosowane są tylko w szczególnych dziedzinach zawodowych, gdzie integralnie zaspokajają potrzeby goniometryczne (tzn. bez potrzeby porównywania z innymi miarami) i są tam uzasadnione i celowe. Ze względu na sporadyczność ich użytkowania nie może ono budzić zastrzeżeń z punktu widzenia ekonomii sił i środków. Do podobnie ograniczonego zakresu przejdą minuty i sekundy (w niektórych przyrządach astronomicznych) i gradusy, o ile one nie odejdą ostatecznie do historii.

Z punktu widzenia prawnego nie może też być żadnych zastrzeżeń. Każde bowiem prawo o miarach dopuszcza stopień (jeżeli tylko włącza jednostki kąta do jednostek legalnych), a skoro go dopuszcza, to nic nie może stać na zawadzie, aby miarę wyrażać w jego częściach dziesiętnych a nawet i w przypadku, gdy podane są jako legalne minuty i sekundy kątowe, tak jak jest legalne wyrażać długość w dziesiętnych częściach metra, choć w prawie figurują obok niego centymetry, milimetry i inne.

W tej sprawie powyższe odpowiada dążeniom inicjatorów praktycznego urzeczywistnienia na gruncie polskim tej dawno dojrzałej racjonalnej myśli. W ich rękach leży jej wprowadzenie w życie. Do tego potrzebna przede wszystkim, i na to wskazuje druga uchwała wspomnianego posiedzenia Komisji Metrologicznej, wydania odpowiednich tablic:

1) zamiany miar kątów w różnych jednostkach, 2) pięciocyfrowych tablic logarytmów funkcji trygonometrycznych, 3) takichże tablic naturalnych funkcji trygonometrycznych i 4) siedmioznacznymi tablic naturalnych funkcji trygonometrycznych. Najpilniejszymi są te pierwsze, bo ułatwią sprowadzenie miar otrzymanych w różnych jednostkach (w zależności od wzorcowania przyrządu) do miar w stopniach. Tablice takie wyczerpująco opracowane są już gotowe i były przedstawione na wspomnianym posiedzeniu Komisji Metrologicznej. Co do pozostałych, to opracowanie jest uproszczone przez to, że istnieją takie tablice w literaturze obcokrajowej. Główny Urząd Pomiarów

Kraju (obecnie Centralny Urząd Geodezji i Kartografii), który pięknie wydał już dwie tablice typu 3 (w gradusach i stopniach z podwielokrotnymi sześćdziesiątkowymi) zapewne jako inicjator sprawy przystąpi jak najprędzej do wydania pozostałych.

Aby jak najprędzej odczuć błogosławione skutki tej reformy, nie można poprzestać na wydaniu tablic i zamawianiu przyrządów wzorcowanych w stopniach z podziałem dziesiętnym. To musi wejść w krew i kości społeczności mierzącej. Podział ten powinien być praktycznie stosowany w szkole średniej przy rozwiązywaniu zadań trygonometrycznych, w nim powinny być wyrażone miary kątów w literaturze technicznej tak w podręcznikach, poradnikach jak i w czasopiśmiennictwie technicznym³⁾. Tu się otwiera wdzięczne pole do aktywności naszej młodej Sekcji Metrologii i Mechaniki Precyzyjnej.

*
* *
*

Przy tej sposobności chciałbym po krótko omówić pewien przesąd metrologiczny wiążący się z jednostkami kąta, któremu ulegają niektórzy fizycy i technicy bardzo ubocznie zajmujący się metrologią. Przesąd polega na tym, że uważa się, że szybkość kątową można wyrażać tylko w jednostce radian na sekundę. Jeżeli natomiast mierzy się ją w obrotach (P) na jednostkę czasu, to już jest liczba obrotów, a nie miara wielkości. Odkądże to wielkość zmienia nazwę w zależności od jednostki, którą się ją mierzy? Czyżby podobnie szybkość liniową wolno było tylko wyrażać w cm/sec, a wynik mierzenia w km/h byłby nie szybkością, a liczbą kilometrów na godzinę? Nie sądzę, aby ktokolwiek kwestionował następujące równania wyrażające szybkość kątową ω wskazówki minutowej zegarów i zegarków:

$$\omega = 1 \frac{P}{h} = 4 \frac{D}{h} = 0,2 \frac{d}{\text{sec}} = 6,383 \frac{\text{rd}}{h} = 1,745 \cdot 10^{-3} \frac{\text{rd}}{\text{sec}} = 24 \frac{h_g}{h}$$

gdzie symbole jednostek oznaczają: P — obrót, D — kąt prosty, d — stopień kątowy, rd — radian, h_g — godzina kątowa, h — godzina (czasu), sec — sekunda (czasu). Jeżeli tak, to już jest dowód, że jednostki P/h, D/h, d/sec, rd/h, rd/sec, h_g/h są jednostkami tej samej wielkości. Proszę także zwrócić uwagę, że Kaye, Laby⁴⁾ podają dosłownie „Angular velocity: Units: 1 radian per sec; 1 revolution per seconds“.

Tu równorzędne zestawienie obu jednostek w najpopularniejszym zbiorze danych fizycznych nie pozostawia żadnych wątpliwości co do jednorodności tych jednostek. Norma francuska FDX 02.002 wyrażnie formułuje pod tytułem „Angle (pag. 8) tour vaut 4 D“ i pod tytułem: Vitesse angulaire (pag. 10): „tour par seconde“ i „tour par minute“. Tablice liczbowe M. Bolla⁵⁾ (pag. 234 ÷ 239; 287 ÷ 291 i 760 ÷ 764) podają już funkcje trygonometryczne dla kątów w obrotach (tours) (co 0,001 P) i zamianę stopni na obroty. To także dla tych, którzy uważają, że kąt pełny nie może być nazywany obrotem.

³⁾ Jest ważne, aby wyrażać kąty w stopniach tak jak to jest przyjęte dla ogółu jednostek metrycznych. Więc np. 53, 2835 d, a nie 53d 283 ani 53° 28' 35" ulegając przeżytkom przeniesionym z układów niecziesiętnych.

⁴⁾ Tables of Phys. a. Chem. Constants X wyd. r. 1948 pag. 5.

⁵⁾ Boll M. Tables numeriques universelles Paris 1947.

TECHNIKA CIEPLNA

Wpływ ilości stopni sprężarki odśrodkowej na kształt jej charakterystyki CZĘŚĆ II

Mgr inż. STANISŁAW DĄBROWSKI

Badania trzystopniowej sprężarki promieniowej w Laboratorium Turbin Wodnych Politechniki Gdańskiej

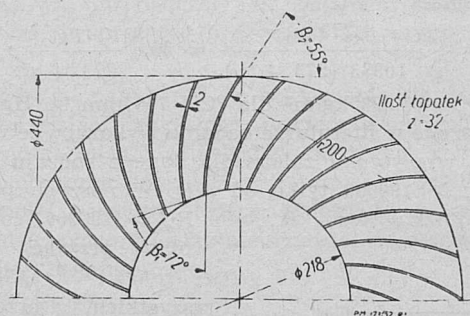
Pomiary 3-stopniowej sprężarki promieniowej miały w pierwszym rzędzie na celu sprawdzenie wysuniętych poprzednio wniosków odnośnie wpływu ilości stopni sprężarki odśrodkowej na kształt jej charakterystyki.¹⁾

Pomiary potwierdziły, że z ilością stopni charakterystyka sprężarki staje się coraz bardziej stroma, to znaczy V_{max} przesuwa się ku mniejszym, zaś punkt pompowania ku większym wydajnościom. Brak dostatecznie dużej mocy napędowej nie pozwolił sprawdzić przebiegu linii pompowania w dostatecznie szerokim zakresie.

Przy okazji wyciągnięto wnioski odnośnie zapotrzebowania mocy do napędu sprężarki przy regulacji na $p_2 = \text{const}$ metodą dławienia na wlocie, dławienia na wylocie i zmianą obrotów.

1. Opis badanego zespołu

Pomiary dotyczyły 3-stopniowej sprężarki odśrodkowej, którą w założeniu skonstruowano jako ssawę o parametrach: wydajność $V = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, ciśnienie wylotowe $p_2 = 1,0 \text{ ata}$, obroty ssawy $n = 9500 \text{ obr}/\text{min}$.

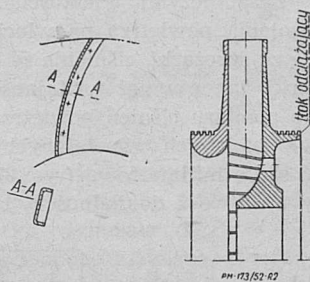


Rys. 1. Kształt łopatek wirnikowych.

Do napędu użyto silnika elektrycznego na prąd stały bocznikowego. Moc nominalna silnika $N_1 = 125 \text{ kW}$, obroty silnika wynosiły $n_{e1} = 1500 \text{ obr}/\text{min}$. Kształt łopatek wirnikowych wszystkich trzech kół pokazano na rys. 1. Ilość łopatek wirnikowych wynosiła $z = 32$. Łopatki te zamocowano w tarczy głównej i przykrywającej przy pomocy nitów oraz dalszego zgrzania powierzchni stykowych. Wszystkie wymiary trzech kół wirnikowych były takie same. Łopatki dyfuzorowe wykonano z blachy 3,5 mm i zamocowano każdą łopatkę jednostronnie na trzech czopach. Ilość łopatek dyfuzorowych wynosiła $z = 10$. Wszystkie tarcze międzystopniowe odlano oddzielnie i wpasowano suwliwie w osłonę górną i dolną. Taka konstrukcja pozwoliła obrobić powierzchnię kanałów przepływowych wewnątrz sprężarki.

Uszczelnienia wewnętrzne i zewnętrzne sprężarki były typu grzebieniastego. Luzy między grzebieniami a wałem wynosiły od $0,4 \div 0,8 \text{ mm}$. Wał sprężarki pracował na dwóch łożyskach ślizgowych, w kierunku zaś osiowym ustalało go łożysko oporowe.

Luz osiowy w łożysku oporowym wynosił 0,3 mm. Łożysko oporowe, jak stwierdzono, nie przenosiło żadnych sił poosiowych, ponieważ siły te działały na zęby przekładni daszkowej, której jedno z kół zębatych posiadało ograniczenie w kierunku osiowym. Każde koło wirnikowe obciążone było osobnym tłokiem odciążającym odkutym razem z tarczą główną, jak pokazuje to rys. 2. Łożyska silnika elektrycznego miały osobne smarowanie przy pomocy pierścieni samo-smarujących. Łożyska zaś sprężarki oraz przekładnię smarowano obiegowo pod ciśnieniem.



Rys. 2. Kształt kół wirnikowych.

Do smarowania obiegowego użyto z powodu braku przepisowego oleju turbinowego Nr 4 rzadszy olej Nr 3. Podczas pracy sprężarki nie dopuszczano z tego powodu przewidzianej regulaminem ruchu temperatury łożyska 60°C , lecz pracowano przy temperaturze 45°C . Temperaturę łożysk regulowano dławieniem wody chłodzącej przepływającej przez chłodnicę olejową. Zbiornik oleju o pojemności około 400 l znajdował się pod sprężarką, zaś chłodnica olejowa oraz pompka główna olejowa typu zębatego znajdowały się w osłonie przekładni. Przy rozruchu i zatrzymywaniu zespołu, kiedy obroty sprężarki były za niskie i ze względu na bezpieczeństwo ruchu uruchamiano pomocniczą ręczną pompkę olejową typu tłoczkowego. Minimalne ciśnienie tłoczne oleju wskazywane przez manometr winno wynosić $1,3 \text{ ata}$.

2. Cel i zakres pomiarów

Pomiary opisanej trzystopniowej sprężarki promieniowej miały przede wszystkim na celu sprawdzenie wysuniętych w poprzednim artykule wniosków odnośnie wpływu ilości stopni na kształt charakterystyki sprężarki. Należałoby zatem zdjąć charakterystyki sprężarki przy obrotach poniżej i powyżej no-

¹⁾ Przegląd Mechaniczny, zeszyt 6/52 St. Dąbrowski „Wpływ ilości stopni sprężarki odśrodkowej na kształt jej charakterystyki” — część I.

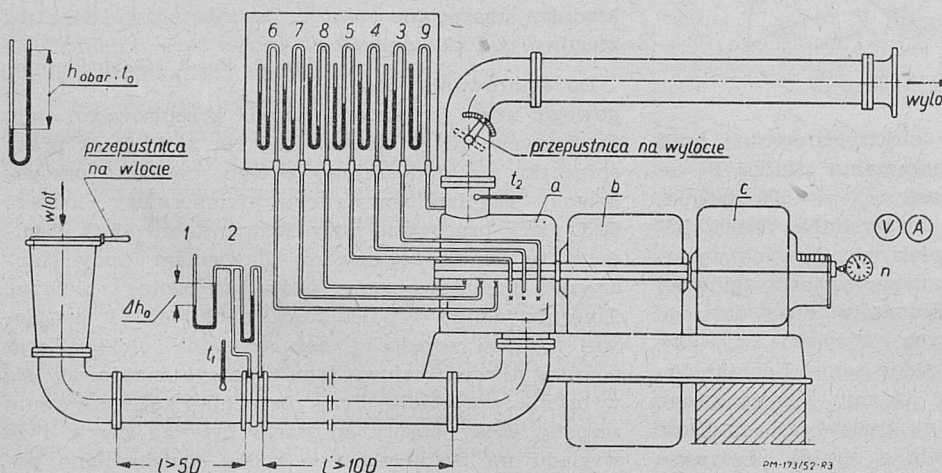
minalnych. Zespół badany, jak już zaznaczyliśmy, zaprojektowano jako ssawę tzn. na końcowe ciśnienie powietrza $p_2 = 1,0$ ata.

Ta sama maszyna tłocząca na ciśnienie wyższe od 1,0 ata, czyli pracująca jako sprężarka, zużywa znacznie więcej mocy niż w przypadku ssawy, gdyż ciężar właściwy powietrza zasysanego jest większy, a więc i G_{sek} znacznie wzrasta. Moc silnika dostosowana była do ssawy, zatem sprężarka pracować mogła tylko w obszarze obrotów niższych od nominalnych. Obroty sprężarki regulowano, zmieniając opornikiem napięcie prądu na zaciskach silnika bocznikowego. Starano się niezależnie od wydajności utrzymywać stałe następujące obroty: 7600, 6960, 6330, 5700 obr/min. Jak pokazują dalsze wykresy, niedostateczna moc silnika dla wysokich n pozwoliła zdjąć tylko odcinki charakterystyk dla małych wydajności.

Aby wykazać wpływ ilości stopni na kształt krzywej PV sprężarki mierzono ciśnienie nie tylko końcowe, lecz zarazem za każdym stopniem sprężarki. W tym celu należało sprężarkę dostosować do tego rodzaju pomiarów, tzn. powiercić w jej osłonie odpowiednie otwory i podłączyć w nich manometry. Korzystając z koniecznego przy tym demontażu osłony górnej powiercono również odpowiednie otwory wewnątrz sprężarki, pozwalające mierzyć również ciśnienie szczelinowe za każdym kołem wirnikowym.

3. Punkty pomiarowe i przyrządy pomiarowe

Zasadniczymi wielkościami, które mierzono, były ciśnienia powietrza na wlocie do sprężarki, na wylocie ze sprężarki, ciśnienie za kolejnymi stopniami sprężarki, jak również wydajność sekundowa oraz obroty. Do pomiaru ciśnień powietrza użyto cienkich U — rurtek szklanych napełnionych rtęcią i zaopatrzonych w skalę milimetrową (rys. 3). Odczyty słupa rtęci były możliwe z dokładnością 1 mm.



Rys. 3. Schemat stoiska badawczego; a — 3-stopniowa sprężarka, b — przekładnia 9500 ÷ 1500, c — silnik elektryczny. Miejsca pomiarów ciśnień, 1 — ciśnienie powietrza przed dyszą mierniczą, 2 — spadek ciśnienia w dyszy, 3 — ciśnienie na wlocie do I stopnia, 4, 6, 8 — ciśnienie w szczelinach I, II i II stopnia, 5, 7 — ciśnienie za I i II stopniem, 9 — wylocie ze sprężarki.

Wydajność sprężarki zmieniano położeniem przepustnicy zainstalowanej na wylocie ze sprężarki. Do pomiarów wydajności posłużyła dysza miernicza normalna, dla której współczynnik wypływu wzięto z literatury. Celem wyznaczenia wydajności mierzono manometrem wodnym spadek ciśnienia w dyszy mierniczej oraz temperaturę powietrza przed dyszą.

Zgodnie z normami dyszę mierniczą zainstalowaną na wylocie umieszczono w odległości większej od 10 D za kroćcem kątowym sprężarki (D — średnica wewnętrzna rurociągu) i co najmniej 5 D przed kolankiem rurociągu. Wpływ bowiem zaburzeń przepływu w kolanku rurociągu nie wpływa przy tych odległościach na zmianę współczynnika wypływu.

Prócz wielkości wyżej wymienionych mierzono jeszcze temperaturę powietrza na wylocie, przy pomocy termometru wmontowanego w osłonę sprężarki.

Pomiary ze strony silnika elektrycznego obejmowały obroty silnika, które mierzono obrotomierzem na końcówce wału silnika oraz natężenie i napięcie prądu. Odczyty natężenia i napięcia obciążone mogły być błędem najwyżej 2%. Ponadto odczytywano temperaturę powietrza i ciśnienie barometryczne.

4. Opracowanie wyników pomiarowych

Wydajność sekundową sprężarki, mierzoną dyszą mierniczą na wylocie, określa się wzorem:

$$G_{sek} = \varepsilon \cdot \alpha \cdot F \cdot g \sqrt{2g \cdot \Delta p \cdot \rho} \text{ kg/sek};$$

gdzie: α — współczynnik wypływu z dyszy, $\alpha = f(d/D) = f(0,7) = 1,078$; d — średnica wewnętrzna dyszy w m, D — średnica wewnętrzna rurociągu w m, Δp — spadek ciśnienia w dyszy w kg/m^2 , względnie wysokość słupa wody w mm, g — przyspieszenie ziemskie $g = 9,81 \text{ m/sek}^2$, ρ — γ/g — $\text{kg sek}^2/\text{m}^4$. Wartość ρ dla każdego pomiaru obliczono z równania:

$$\rho = \frac{\gamma_o}{g} \frac{273 \cdot p_1}{10333 (273 + t_1)} = 34,8 \frac{p_1}{273 + t_1};$$

gdzie: $\gamma_o = 1,293 \text{ kg/m}^3$ dla 0°C i 760 mm st. Hg.

Ogłoszone w literaturze badania wykazały, że współczynnik wypływu α zależy dla danego rodzaju dyszy przy $R_e > 190000$ tylko od d/D . W naszych pomiarach najniższa liczba R_e była $R_e > 190000$, co pozwoliło przyjąć $\alpha =$

$\alpha = \text{const} = 1,078$ we wszystkich przeliczeniach wydajności.

Współczynnik ε uwzględnia ściśliwość gazów w dyszy,

$$\varepsilon = f\left(k, \frac{p_1 - p_2}{p_1}, \frac{d}{D}, p_1\right).$$

Odczytany współczynnik ε wyniósł około 0,99 i zmiana jego przy różnych warunkach nie była uchwytana.

Mała stosunkowo szczelina między kołem wirnikowym a łopatkami dyfuzorowymi (20 mm) powodowała głośny hałas podczas pracy sprężarki przy wydajności mniejszej od nominalnej.

Z tego powodu porozumiewanie się wzajemnie personelu odczytującego wielkości mierzone było możliwe jedynie przy pomocy tablicy, na której uzgadniano liczbę kolejną odczytu oraz gongu, który w odstępach czasu około 5-minutowych sygnalizował moment odczytu. Każdy nowy odczyt następował po uregulowa-

niu obrotu na określoną wielkość i po uprzedniej zmianie położenia przepustnicy na wylocie.

Nastawienie jednak obrotu, każdorazowo na stałe obroty, było stosunkowo trudne i często obroty rzeczywiste n odbiegały w granicach od $0 \div 4\%$ od obrotów nominalnych n_o . Redukując wyznaczone wielkości ciśnień i wydatków na obroty n_o , posłużono się równaniem:

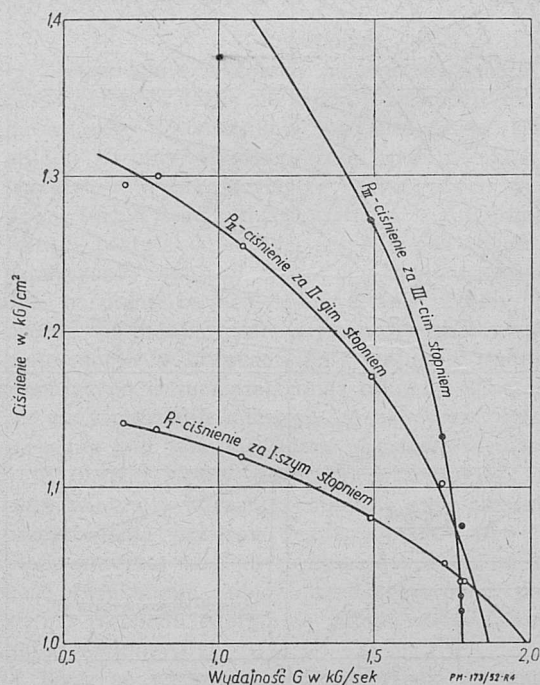
$$p_o = p \left(\frac{n_o}{n} \right)^2 \text{ kG/cm}^2; \quad V_o = V \left(\frac{n_o}{n} \right) \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Powyższe zależności redukcyjne zgodne są w przypadku sprężarki jednostopniowej. Stosowanie takiej redukcji do sprężarki wielostopniowej da wynik napewno mniej dokładny.

5. Uwagi odnośnie punktów pomiarowych

Pomiary wielkości opisanych poprzednio objęły pracę maszyny jako sprężarki i jako ssawy. Wszystkie punkty pomiarowe, jak wykazują otrzymane wykresy, nie odbiegają zbyt od wyciągniętych krzywych i należy sądzić, że pomiary przeprowadzono poprawnie. Opracowane wyniki pomiarów dowodziły, że jedynie odczyty temperatury na wylocie ze sprężarki obciążone były nadmiernym błędem. Termometr bowiem przylegał, poprzez oprawę tekturową w otworze, do osłony żeliwnej sprężarki. Pojemność cieplna osłony była przy tym tak duża, że zmiany temperatury żeliwa nie nadążały za zmianami temperatury powietrza w sprężarce przy odczytach czynionych co 5 minut.

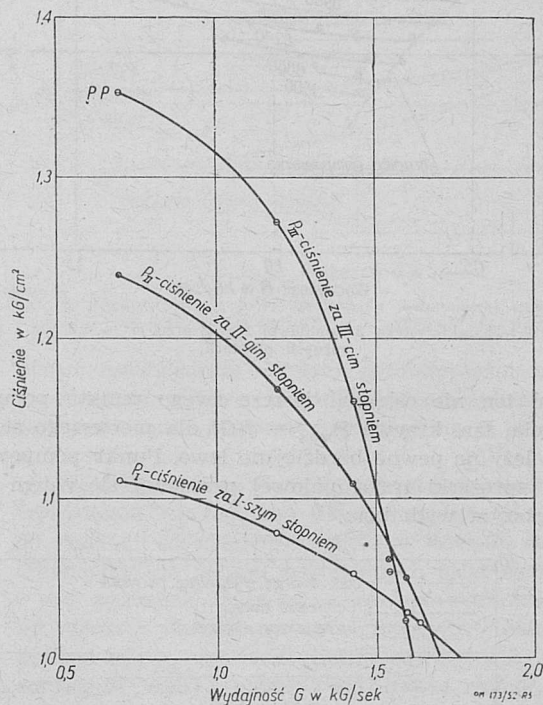
Należy tu nadmienić, że ochładzanie się powietrza od zimnych ścianek osłony, względnie ogrzewanie się od gorących ścianek żeliwa przy zmiennych warunkach pracy, obciążało wyznaczone później współczynniki sprawności pewnym błędem. Należałoby zatem przeprowadzić pomiary znacznie rzadziej w odstępach co najmniej 10-minutowych.



Rys. 4. Charakterystyka 3-stopniowej sprężarki odśrodkowej, uzyskana z pomiarów przy $p_1 = 1,0$ ata, $n = 5700$ obr/min.

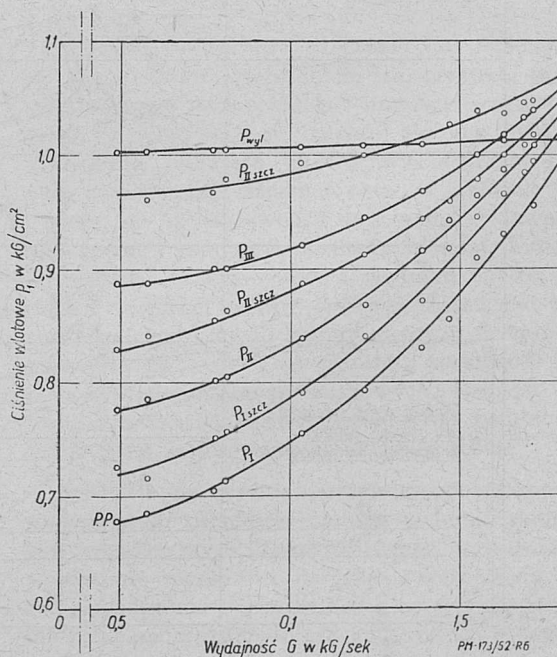
6. Wyniki doświadczeń

Wpływ ilości stopni sprężarki odśrodkowej na kształt jej charakterystyki pokazują rys. 4 i 5. Rysunki te wykazują, że istotnie wydajność maksymalna sprężarki zmalała z ilością stopni. Przy obrotach

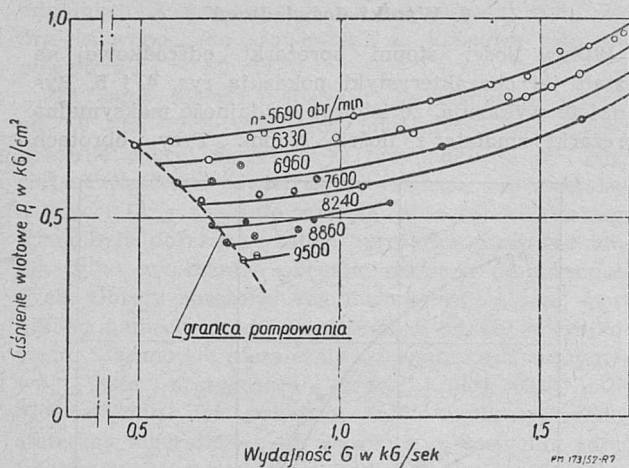


Rys. 5. Charakterystyka 3-stopniowej sprężarki odśrodkowej uzyskana z pomiarów, przy $p_1 = 1,0$ ata, $n = 5055$ obr/min.

$n = 5700$ obr/min jednostopniowa sprężarka miałaby $G_{max} \approx 2,0$ kG/sek. Dwustopniowa sprężarka przy tych samych obrotach miałaby $G_{max} \approx 1,87$ kG/sek., zaś trzystopniowa sprężarka wykazała $G_{max} \approx 1,79$ kG/sek. Rys. 4 dowodzi podobnego zjawiska. Charakterystyka sprężarki jednostopniowej wykazuje, że sto-



Rys. 6. Charakterystyka 3-stopniowej ssawy uzyskana z pomiarów przy $p_2 = 1,0$ ata, $n = 5690$ obr/min.



Rys. 7. Charakterystyka 3-stopniowej ssawy przy $p_2 = 1,0$ ata i przy różnych obrotach.

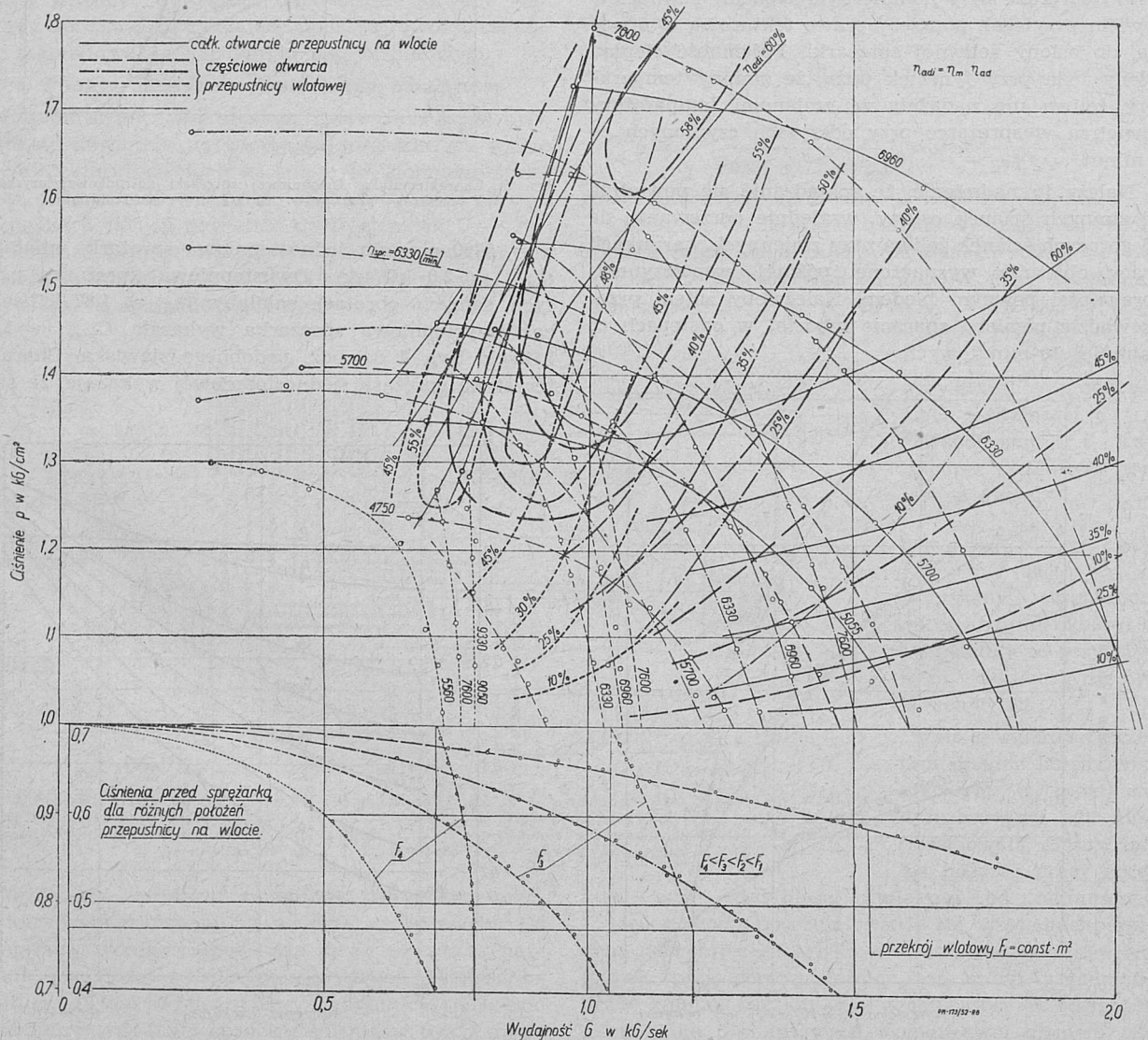
pień ten nie osiągnął jeszcze swego punktu pompowania, tzn. krzywa $P_{max} = f(G)$ dla pierwszego stopnia leży na pewno bardziej na lewo. Punkt pompowania sprężarki trzystopniowej przesunął się zatem ku większym wydatkom.

Dwa powyższe zjawiska znalazły uzasadnienie teoretyczne w poprzednim artykule. Nie ulega więc wątpliwości, że wysunięte w pierwszej części tego artykułu wnioski odnośnie wpływu ilości stopni na kształt charakterystyki były prawdziwe. Wykresy rys. 4 i 5 wykazują, że im większa będzie ilość stopni sprężarki tym bardziej zżęzać się będzie obszar pracy statecznej.

Charakter otrzymanych wykresów bardzo mocno przypomina krzywe otrzymane na drodze teoretycznej pierwszej części tego artykułu.

Jeżeli chodzi o linię pompowania dla sprężarki wielostopniowej, przy zmiennych obrotach, to przeprowadzone doświadczenia nie dały ilościowo dostatecznego materiału ze względu na małą ilość odczytów.

Wpływ ilości stopni ssawy na kształt jej charakterystyki wykazuje rys. 6. Obszar pracy statecznej ssawy z ilością stopni, odwrotnie niż w sprężarce, ulega powiększeniu. Punkt pompowania ssawy wielostopniowej wydaje się nie ulegać zmianie. Wykres na rys. 7 pokazuje wykresy charakterystyczne ssawy dla różnych obrotów. Brak mocy napędowej nie pozwolił zdjąć całych krzywych przy obrotach nominalnych względnie bliskich nominalnych.



Rys. 8. Charakterystyka 3-stopniowej sprężarki odśrodkowej z regulacją dławieniem na wlocie.

7. Regulacja sprężarki na $p_2 = \text{const}$

Mierzone wielkości nie pozwoliły na wyznaczenie sprawności mechanicznej przekładni zębatej, sprężarki oraz silnika elektrycznego. Z mocy elektrycznej zużywanej przez zespół oraz ze stosunku sprężania można było podać jedynie sprawność adiabaticzną wewnętrzną $\eta_{adi} = \eta_{ad} \cdot \eta_m$ gdzie η_m uwzględniała sprawność mechaniczną zespołu, zaś $\eta_{ad} = \frac{H_{ad.}}{H_{rzecz.}}$. Sprawność silnika

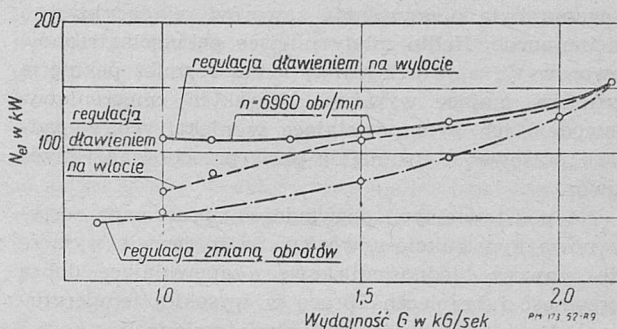
elektrycznego, zmienną z mocą, przyjęto z badań dla podobnych silników podanych w literaturze.

Błędne pomiary temperatury czynnika na wylocie ze sprężarki uniemożliwiły wyodrębnienie linii stałych sprawności adiabaticznych $\eta_{ad} = \text{const}$, będących właściwym obrazem pracy sprężarki. $\eta_{ad} = \frac{\Delta T_{ad.}}{\Delta T_{rzecz.}}$

dawało błędne wartości, gdyż $\Delta T_{rzecz.}$ obarczone było, jak powiedzieliśmy poprzednio, dużym błędem. Niemniej wyznaczenie linii $\eta_{ad} = \text{const}$ na rys. 8 pozwoliło nam ocenić zapotrzebowanie mocy sprężarki przy regulacji jej na $p_2 = \text{const}$. Zbadano przy okazji trzy stosowane ogólnie sposoby regulacji na $p_2 = \text{const}$: regulację dławieniem na wlocie, regulację dławieniem na wylocie oraz regulację zmianą obrotu.

Aby móc porównać sprawność regulacji dławieniem na wlocie i wylocie, należało H_{ad} przy regulacji dławieniem na wlocie odnieść do ciśnienia początkowego $p_1 = 1,0$ ata. Ma to swoje uzasadnienie, gdyż uzyskiwanie podciśnienia na wlocie do sprężarki przy dławieniu jest złem koniecznym, bowiem z założenia sprężarka winna nam dostarczyć jedynie powietrza

o pewnym nadciśnieniu. Tak obliczone sprawności $\eta_{adi} = \text{const}$, przy różnych położeniach przepustnicy na wlocie, tzn. podczas regulacji dławieniem na wlocie oraz przy pełnym otwarciu przepustnicy na



Rys. 9. Zapotrzebowanie mocy do napędu 3-stopniowej sprężarki odśrodkowej przy regulacji na stałe ciśnienie wylotowe, przy $p_2 = 1,4$ ata.

wlocie czyli podczas regulacji obrotami względnie dławieniem na wylocie, pozwoliły wyznaczyć na rys. 9 zapotrzebowanie mocy przy regulacji na $p_2 = \text{const} = 1,4$ ata.

Regulacja zmianą obrotów okazała się znacznie korzystniejsza od regulacji dławieniem na wlocie oraz od regulacji dławieniem na wylocie. Również regulacja dławieniem na wlocie prócz innych zalet okazała się i pod względem zapotrzebowania mocy korzystniejsza od regulacji dławieniem na wylocie. Przy wyborze regulacji na $p_2 = \text{const}$ należy uwzględnić ponadto sprawność silnika napędowego, której zmienność będzie funkcją nie tylko liczby obrotów, mocy, ale również rodzaju silnika (turbina, silnik elektryczny).

Niektóre zagadnienia budowy nowych typów turbin parowych w ZSRR¹⁾ (dokończenie)

Regulacja

Zastosowanie wysokich parametrów początkowych pary wpłynęło także na rozwój koncepcji układu regulacyjnego i konstrukcję jego elementów. Układ regulacji turbiny wysokoprężnej spełniać musi szereg postulatów wynikających ze specyficznych warunków pracy turbin tego rodzaju. Jednym z najważniejszych jest tu postulat znacznego zwiększenia prędkości oddziaływania regulacji na zmiany stanu ruchu turbiny. Jak wiadomo bowiem, nowoczesne turbiny wysokoprężne, posiadając małe wymiary wirników (a zatem małe momenty bezwładności i momenty oporów, występujących w turbinie), mogą osiągnąć znacznie wyższe przyspieszenia kątowe, co zwiększa wymagania stawiane pod tym względem układowi regulacji.

Z drugiej strony jednak przy wysokim ciśnieniu pary wlotowej wzrastają znacznie siły, potrzebne dla przestawienia zaworów regulacyjnych. Oba wymienione powyżej względy wpływają z kolei na konieczność zwiększenia mocy serwowatorów i powodują wzrost rozchodu energii na pompę olejową, zasilającą układ regulacyjny.

Wraz ze wzrostem mocy głównych serwowatorów wprowadzających w ruch zawory regulacyjne, zachodzi

najczęściej konieczność włączenia do układu regulacji serwowatorów pośrednich, tzn. przejścia do wielostopniowego wzmocnienia impulsu regulacyjnego, przez co układ staje się bardziej złożony. Jednocześnie wytwórnie, budujące turbiny wysokoprężne zastosowały zwiększenie ciśnienia oleju w układzie regulacyjnym do 12 ata (wobec stosowanych dawniej ciśnień rzędu 7 ata), co umożliwiło znaczne zmniejszenie wymiarów serwowatorów i wydatku, a co za tym idzie i wielkości pompy olejowej. Zarzucono również stosowanie do napędu pompy olejowej przekładni ślimakowej, ze względu na jej niską sprawność i częste powodowanie trudności ruchowych. Zamiast niej w turbinach, posiadających mechaniczne regulatory obrotów LMZ zastosowano przekładnię zębatą.

Przejście na wyższe parametry początkowe pary spowodowało zasadnicze zmiany w konstrukcji zaworów regulacyjnych. Dwusiedliskowa konstrukcja zaworów nie mogła już sprostać zwiększonym wymaganiom odnośnie ich szczelności, co powodować mogło niebezpieczeństwo zbyt dużego zwiększenia obrotów turbiny przy jej odciążeniu; wystąpiły również trudności w uszczelnieniu trzona zaworowego.

¹⁾ Patrz ur. 10/52, str. 382.

Pierwsze doświadczenia ruchowe z turbiną LMZ na parę o wysokich parametrach wykazały cały szereg słabych stron zaworów, zaprojektowanych wg dotychczas stosowanych zasad. Najtrudniejsza do opanowania była nieuszczelnność zaworów regulacyjnych i odcinających. Nadto miały miejsce pęknięcia trzonów zaworowych, a w jednym wypadku również pęknięcie dyfuzora, mające wyraźny charakter zmęczeniowy. Powodem ich było powstające w niektórych wypadkach pulsowanie strumienia pary, przechodzącej przez zawór.

Na podstawie tych doświadczeń opracowane zostały nowe konstrukcje zaworów. Są to prawie wyłącznie zawory jednosiedliskowe, zapewniające dobrą szczelność i bezpieczną pracę w wysokiej temperaturze, jak również przy jej nagłych zmianach.

Turbiny wytwórni LMZ o mocy 50 MW i 100 MW, wyprodukowane w pierwszych latach powojennych zaopatrzone są w układ regulacyjny z odśrodkowym regulatorem obrotów. Cztery zawory regulacyjne jednosiedliskowe poruszane są przez serwomotor tłokowy za pośrednictwem dźwigni z zębatką, napędzających wał krzywkowy. Usytuowanie zaworów pokazuje rys. 4. Napęd pompy olejowej z wału turbiny odbywa się poprzez koła zębate o zębach skośnych: regulator obrotów napędzany jest z wału pompy olejowej poprzez dalszą przekładnię ślimakową. Ciśnienie oleju regulacyjnego wynosi 12 ata.

Regulacja bezpieczeństwa odstawia turbinę przez zamknięcie zaworu odcinającego w przypadku powiększenia liczby obrotów o ok. 11%, spadku ciśnienia oleju smarowego, pogorszenia się próżni lub przesunięcia osiowego wirnika; w tym ostatnim przypadku impuls przekazywany jest poprzez wyłącznik elektromagnetyczny na suwak rozrządcy regulacji bezpieczeństwa.

Turbiny wytwórni ChTGZ nie posiadają odśrodkowego regulatora obrotów; funkcję jego spełnia

pompa odśrodkowa (tzw. *pompa impulsowa*), napędzana bezpośrednio z wału turbiny. Oprócz niej układ posiada główną pompę olejową, również typu odśrodkowego. Zmiana ilości obrotów turbiny powoduje tu zmianę ciśnienia oleju za pompą impulsową; impuls ten ulega następnie wzmocnieniu w przemienniku hydraulicznym tzw. *transformatorze ciśnienia* i służy do przestawiania suwaka rozrządczego głównego serwomotoru typu tłokowego, otwierającego lub przyamykającego zawory regulacyjne za pośrednictwem układu dźwigniowego i wału krzywkowego.

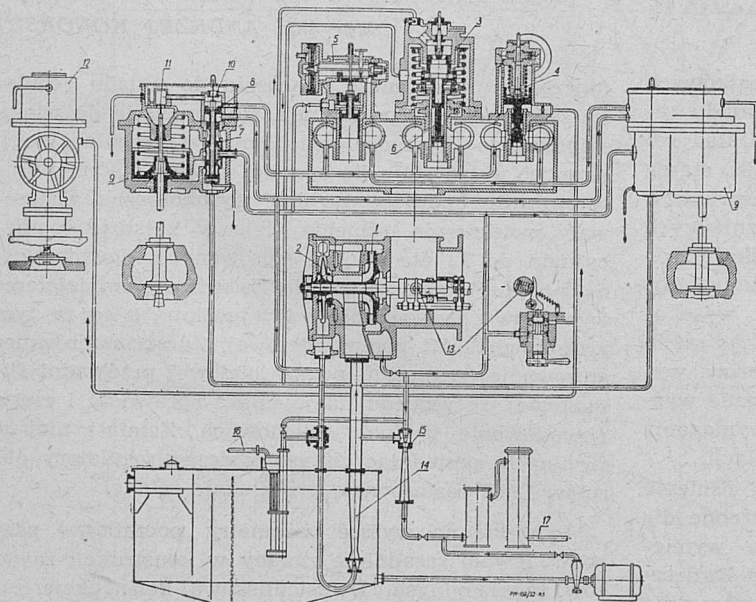
Dalszym krokiem na drodze postępu technicznego są opracowane w ostatnich latach i wprowadzane obecnie do użycia układy regulacyjne hydrodynamiczne, całkowicie bezdźwigniowe. Rys. 5 przedstawia jeden z najnowszych wariantów bezdźwigniowego hydrodynamicznego układu regulacji, opracowany przez Wszechzwiązkowy Instytut Techniki Ciepłej dla wysokoprężnych turbin czołowych 25 MW, produkowanych przez Zakłady w Leningradzie.

Układ posiada podobnie jak opisywany poprzednio 2 pompy olejowe typu odśrodkowego: pompę główną 1 oraz pompę impulsową 2. Dla uzyskania zwartej konstrukcji są one umieszczone we wspólnej obudowie, na wspólnym wale połączonym sprzęgłem kłowym z wałem turbiny. Pompa główna oprócz zasilania układu olejowego regulacji podaje smar do łożysk, zasysając go ze zbiornika za pośrednictwem dwustopniowego eżektora, w którym jako czynnik pracujący służy olej ciśnieniowy z pompy głównej.

Zmiany ciśnienia oleju za pompką impulsową, powodowane zmianą jej liczby obrotów, działają na tłok transformatora ciśnienia 3, którego dolna część wykonana jest jako suwak 6. Suwak ten zmieniając swe położenie, zmienia jednocześnie stopień odsłonięcia okienek spływowych, umożliwiających wypływ oleju z przewodów pierwszego stopnia przekładni hydraulicznej (z serwomotoru pośredniego 8); tym samym zmieniają się więc ciśnienia w tych przewodach i ciśnienie nad tłokiem serwomotoru pośredniego 8 służy do poruszania suwaka rozrządczego 7, z którym jest wykonany jako jedna część. Pod tłok serwomotoru pośredniego doprowadzany jest olej z pompki impulsowej 2; poprzez skośne przewiercenia w tłoku serwomotoru pośredniego przedostaje się on ponad tłok, skąd istnieją następujące możliwości wypływu:

- przewodem do okienek spływowych transformatora ciśnienia lub okienek spływowych regulatora przeciwcisnienia;
- wpływ przez otwór 10 w cylindrze serwomotoru pośredniego, przesłaniany stożkiem dławicowym, połączonym z tłokiem serwomotoru pośredniego;
- wpływ przez otwór 11, przesłaniany stożkowym zakończeniem trzona tłokowego głównego serwomotoru.

Rozpatrzmy dla przykładu przypadek, gdy na skutek spadku obciążenia wzra-



Rys. 5. Schemat bezdźwigniowego układu regulacji turbiny przeciwnieprężnej. 1 — główna pompa olejowa, 2 — pompa impulsowa, 3 — transformator ciśnienia, 4 — urządzenie rozruchowe, 5 — regulator przeciwcisnienia, 6 — suwak transformatora ciśnienia, 7 — suwak rozrządczy głównego serwomotoru, 8 — serwomotor pośredni, 9 — serwomotory główne, 10 — stożek dławicy suwaka rozrządczego, 11 — stożek dławicy głównego serwomotoru, 12 — zawór odcinający i rozruchowy, 13 — regulator bezpieczeństwa, 14 — eżektor I stopnia, 15 — eżektor II stopnia, 16 — doprowadzenie oleju do turbopompy olejowej.

stają obroty turbiny. Pod wpływem wzrostu ciśnienia oleju, tłoczonego przez pompę impulsową, tłok transformatora ciśnienia opuszcza się, przy czym suwak 6 zwiększa odsłonięcie okienek spływowych, co powoduje spadek ciśnienia nad tłokiem serwowym pośrodkowego 8. Na skutek spadku ciśnienia nad tłokiem a równocześnie wzrostu ciśnienia oleju, tłoczonego przez pompę impulsową pod tłok następuje ruch tłoka 8, a z nim i suwaka rozrządczego 7 ku górze, wpuszczenie oleju ciśnieniowego z głównej magistrali nad tłok serwowym głównego 9 i przymknięcie zaworu regulacyjnego przez serwowym. Równocześnie jednak z odbywaniem ruchu ku górze przez tłok serwowym pośrodkowego i ruchu ku dołowi przez serwowym główny, połączone z nim stożki dławiące przymykają otwory wypływowe 10 i 11, co z kolei spowoduje wzrost ciśnienia oleju nad tłokiem serwowym pośrodkowego 8 i powrót jego wraz z suwakiem rozdzielczym 7 do położenia neutralnego. Otrzymujemy nowe położenie równowagi przy nieco wyższych obrotach turbiny i bardziej przymkniętych zaworach regulacyjnych.

Turbina przeciwna oprócz transformatora ciśnienia, działającego pod wpływem zmiany ilości obrotów turbiny posiada regulator przeciwcisnienia 5, przekazujący impuls regulacyjny na układ serwowym w sposób podobny do opisanego wyżej.

Tak np. zwiększenie przeciwcisnienia powoduje zwiększenie wypływu oleju spod tłoczka regulatora i ruch jego ku górze, a za tym odsłonięcie otworków spływowych i zmniejszenie ciśnienia oleju nad tłokiem serwowym pośrodkowego 8 — prowadzi to do przymknięcia zaworu regulacyjnego.

Przy wybicciu regulatora bezpieczeństwa 13 następuje zatrzaśnięcie zaworu rozruchowego 12, jednocześnie suwak urządzenia rozruchowego 4 całkowicie odsłania otwórki spływowe w przewodzie, prowadzą-

cym do serwowym pośrednich, co powoduje zamknięcie wszystkich zaworów regulacyjnych. Urządzenie rozruchowe 4 może także służyć do zmiany ilości obrotów.

Opisany powyżej układ regulacji posiada znaczną przewagę nad systemami, stosowanymi dotychczas. Nie posiada on żadnego rodzaju przekładni mechanicznej pomiędzy wałem turbiny a wałem obu pomp; zastosowanie przekładni hydraulicznej z dwustopniowym wzmocnieniem impulsu regulacyjnego pozwala na całkowite uniknięcie wszelkich drążków i przegubów, co w połączeniu z brakiem mechanicznego regulatora obrotów prawie usuwa możliwość zużywania się elementów regulacji. Również znacznie zredukowano liczbę sprężyn w układzie, dzięki zastosowaniu mechanizmu odwodzenia, działającego na zasadzie hydraulicznej (działanie stożków dławiących wpływ). Zastosowanie układu całkowicie bezdrążkowego oraz impulsowej pompy typu odśrodkowego, dającej przy zmianie ilości obrotów większe zmiany ciśnienia niż pompa zębata, zwiększyło znacznie czułość i prędkość zadziałania regulacji. Do zwiększenia czułości przyczynia się także fakt, że suwaki układu znajdują się w stałym ruchu obrotowym ze względu na skośne wykonanie przewierceń przepływowych w tłoczkach. Odpada więc konieczność pokonywania tzw. tarcia spoczynkowego, wpływającego ujemnie na czułość regulacji.

Należy tu wspomnieć także o jednym jeszcze systemie regulacji, polegającym na zastosowaniu bezprzegubowego regulatora obrotów, ulegającego przy zmianie obrotów turbiny odkształceniom elastycznym. Odkształcenia te działają na układ hydrauliczny regulacji przez dławienie przepływu oleju i w ten sposób sterują ruchami zaworów regulacyjnych. Konstrukcja tego układu została wykonana przez Moskiewski Instytut Energetyczny i wypróbowana w r. 1949 w jednej z elektrowni moskiewskich. Próby wykazały bardzo korzystne własności tego typu regulacji.

Nowoczesne nawęglanie elektrowni

Mgr inż. STANISŁAW ANDRZEJEWSKI

Wzrost wielkości elektrowni parowych, których moce sięgają już miliona kilowatów, wysuwa konieczność właściwego rozwiązania transportu setek ton paliwa na godzinę, w sposób najtańszy i wymagający jak najmniejszej obsługi.

Poniżej omówiono szczegółowo zasadnicze etapy nowoczesnego nawęglania elektrowni jak: wyładunek z barek i wagonów kolejowych, transport wewnętrzny, składowanie i obsługę składu paliwa, oraz fragmentarycznie urządzenia dodatkowe: kruszarki, sortownice, wagi automatyczne itp.

Wstęp

Konieczność wykorzystywania w elektrowniach parowych paliwa o gorszej jakości energetycznej powoduje, że mimo malejącego zużycia ciepła na wyprodukowaną kWh, ilości węgla spalane w elektrowniach rosną stale, dochodząc przy wielkich siłowniach do paru milionów ton rocznie.

Zużycie roczne w tonach oblicza się według wzoru:

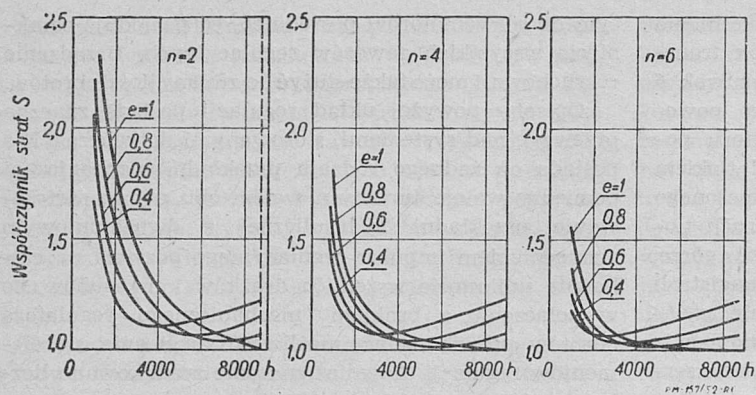
$$z = \frac{N_i \cdot t \cdot w}{W_u \cdot S};$$

gdzie: N_i — moc instalowana w MW, t — roczny czas użytkowania mocy instalowanej w godzinach, W_u — wartość opałowa (dolna) kcal/kg, w — najkorzystniejsze zużycie ciepła kcal/kWh, S — współczynnik strat.

Współczynnik strat określa pogorszenie zużycia ciepła, jakie wynika wskutek pracy elektrowni przy obciążeniu zmiennym, różnym od najekonomiczniejszego. Jest on funkcją czasu użytkowania t , ilości maszyn n oraz stosunku obciążenia ekonomicznego do maksymalnego e .

Wykresy przedstawione na rys. 1 podają (według Musila) wartość współczynnika strat w zależności od wyżej podanych zmiennych.

Rzecz jasna, że wobec tego zagadnieniu rozwiązaniu nawęglania poświęca się obecnie wiele uwagi, żądając aby transport setek ton paliwa na godzinę był jak najtańszy, wymagał jak najmniej obsługi i odbywał się w warunkach zapewniających załozde naj-

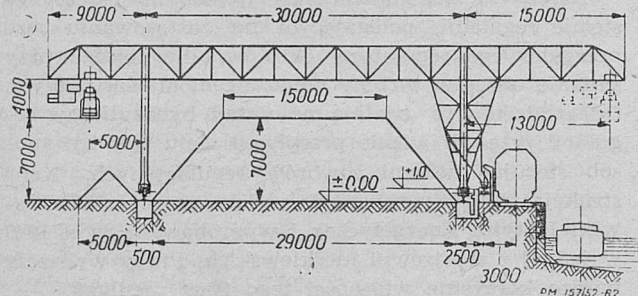


Rys. 1. Zależność współczynnika strat od rocznego czasu użytkowania, ilość maszyn n oraz stosunku obciążenia ekonomicznego do maksymalnego e .

lepsze warunki pracy. Aby to osiągnąć, transport węgla odbywać się musi w sposób całkowicie zmechanizowany, a nawet o ile możliwości zautomatyzowany.

1. Wyładunek

O ile elektrownia znajduje się w niewielkiej odległości od kopalni, węgiel jest dostarczany bezpośrednio do kotłowni za pomocą przenośników taśmowych lub kolejki linowej. W takiej sytuacji znajduje się jednak niewielka ilość siłowni, natomiast do większości węgla przychodzi drogą wodną lub koleją.



Rys. 2. Most przeładunkowy dla obsługi składu oraz wyładowania barek.

Wyładunek z barek odbywa się prawie wyłącznie przy pomocy żurawi lub mostów przeładunkowych (rys. 2). Ten drugi rodzaj jest dogodny zwłaszcza wtedy, gdy pozwala na równoczesny wyładunek z wagonów oraz obsługę składu. Jednakże wyładunek z wagonów chwytakami jest coraz rzadszy, ponieważ przy stosunkowo niewielkiej wydajności są one kosztowne, niszczą wagony oraz dla dokładnego opróżnienia wagonu wymagają dodatkowej pracy ręcznej dla wygarnięcia łopatom węgla z kątów wagonu pod chwytak. Niska wydajność żurawia przy opróżnianiu wagonów wynika stąd, że chwytak tylko przy kilku pierwszych chwytach wypełnia się całkowicie. Z chwilą zaś, gdy w wagonie

jest niewiele węgla chwytak wypełnia się tylko częściowo.

W mniejszym stopniu niszczą wagon przenośniki kubelkowe zaopatrzone w ślimaki nagarniające węgiel z boków wagonów pod kubelki. Jednakże i one nie są w stanie bez ręcznego wygarniania kątów opróżnić całkowicie wagonu.

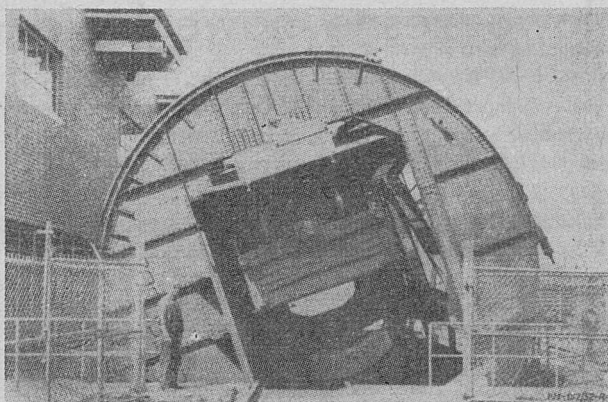
Najwygodniejsze są *wywrotnice wagonowe*. Przy nieskomplikowanej obsłudze posiadają one wielką wydajność, pozwalają na całkowite opróżnienie wagonu i nie niszczą go. Wywrotnice czołowe (rys. 3) są proste i tanie, jednakże ich zastosowanie jest ograniczone do wagonów o pojemności około 20 t z odmykanymi ścianami czołowymi, jak np. nasze węglarki typu Wdd.

Jednakże i tych wagonów nie można wyładować, o ile mają one budkę hamulcową od strony zasobnika.

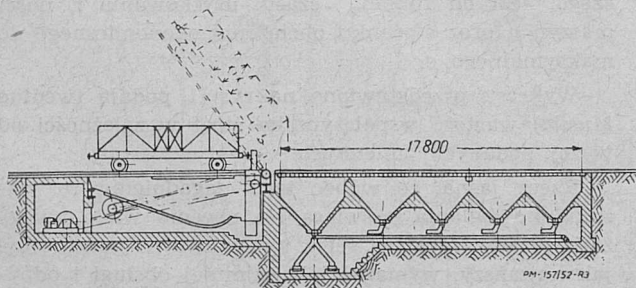
Wywrotnice czołowe mogą wykonać 8 do 10 wyładunków na godzinę, a zatem ich wydajność wynosi do 200 t/h. Gdy potrzebna jest wydajność większa, instaluje się na 2 równoległych torach 2 wywrotnice czołowe zwrócone ku sobie i opróżniające wagony do jednego zasobnika. W takim układzie budki hamulcowe nie stanowią przeszkody, gdyż wagon można zawsze opróżnić na jednej z dwóch wywrotnic.

Przy bardzo dużym zapotrzebowaniu paliwa znajdują zastosowanie *wywrotnice boczne* (rys. 4), które mogą wyładować każdy wagon i posiadają znacznie większą wydajność. Mogą one opróżnić 20 do 30 60-tonowych wagonów na godzinę, co stanowi 1200 do 1800 t/h. Wadą ich jest to, że przy wyładunku należy usuwać smar z maźnic¹⁾. Nie ma tego kłopotu, gdy wagony wyposażone są w łożyska toczne.

Wygodnym środkiem dostawy węgla są *wagony samowyładawcze*, ale i one nie mogą się obejść bez specjalnych urządzeń do wyładunku, jak np. umożliwiających równoczesne opróżnianie co najmniej kilku



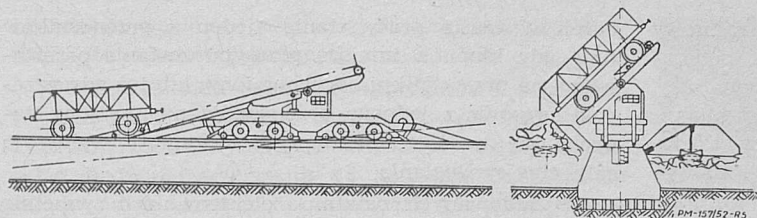
Rys. 4. Wywrotnica boczna.



Rys. 3. Wywrotnica czołowa.

wagonów. Wymaga to albo kosztownego długiego zasobnika zagłębionego albo estakady, z której węgiel spada na boki i następnie jest zgarniany skreperami do zasobnika nadającego na przenośnik do kotłowni lub na skład. Zasobniki zagłębione są wygodniejsze od estakad, lecz bardzo kosztowne: wymagają głębokich wykopów, co podraża budowę, zwłaszcza przy

¹⁾ Przy zwykle stosowanych rodzajach maźnic.



Rys. 5. Wywrotnica przewoźna.

często spotykanym wysokim poziomie wód gruntowych (elektrownie przeważnie są budowane na terenach nadbrzeżnych).

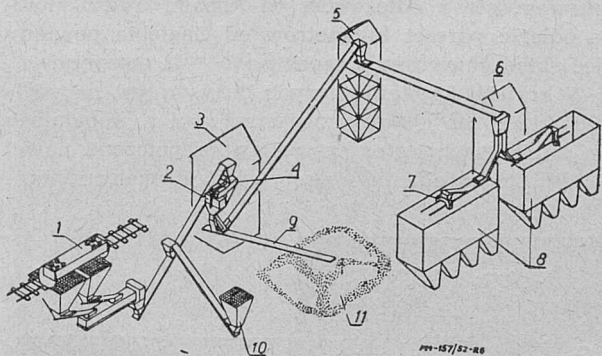
Dla umożliwienia wyładowania na estakadzie wagonów zwykłych (nie samowyładowczych) stosuje się czasem *przewoźną wywrotnicę wagonową* (rys. 5), która za pomocą wciągarki wtacza na siebie wagon, po czym następuje obrót o 90° , przechylenie (wywrócenie) oraz powrotne ustawienie wzdłuż toru i sprowadzenie wagonu z wywrotnicy na tor. Jest to jednak urządzenie bardzo złożone, wyposażone w wiele mechanizmów i silników, a zatem kosztowne zarówno pod względem nakładów inwestycyjnych jak i eksploatacji.

Przyśpieszenie wyładunku oraz dokładne opróżnienie wagonów, zwłaszcza przy wilgotnym, lepiałym się do ścian paliwie, można osiągać dzięki zastosowaniu *wytrząsaczy* (rodzaj wibratorów), które przyłożone do wagonu wytrząsają z niego resztki węgla. W przypadku przymarzniętego do ścian wagonu paliwa stosuje się różnego rodzaju urządzenia ogrzewane parą bądź ropą.

Przy wyładunku paliwa drobnego i suchego jak np. pył, dla uniknięcia zakurzenia otoczenia, urządzenia wyładownicze są obudowane, zaopatrzone w szczelne drzwi i przewietrzane wentylatorami wytłaczającymi powietrze przez filtry workowe.

2. Transport wewnętrzny

W starych kotłowniach najpopularniejszym przenośnikiem był okrężny przenośnik kulekowy umożliwiający tak transport poziomy jak i podnoszenie węgla z poziomu toru czy składu na wysokość zasobników. Przenośniki te wykazywały tak dużą pewność ruchu, że stanowiły niejednokrotnie jedyny środek transportu bez dodatkowych urządzeń rezerwowych. Jednakże wysoki koszt omawianych przenośników

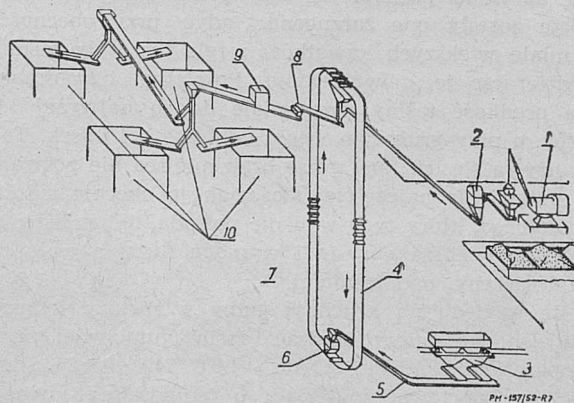


Rys. 6. Schemat nawęglania elektrowni złożonej z 2 bloków 150 i 200 MW. Wydajność nawęglania 630 t/h; A — podajnik szerokości 1220 mm, wydajności 160–320 t/h, B, C, D, F, G — przenośnik taśmowy 1070 mm, 630 t/h, E — przenośnik podający węgiel na skład 1070 mm, 630 t/h, H — przenośnik nad zasobnikami 1220 mm, 630 t/h; 1 — wywrotnica boczna (obrotowa), 2 — kruszarki walcowe, 3 — łańcuch, 4 — sito wibracyjne, 5 — wieża przesypowa, 6 — przesyp nad zasobnikami, 7 — wózek zrzutowy, 8 — zasobniki nadkotle o pojemności 2200 t (dla kotła bloku 150 MW i 2700 t dla kotła bloku 200 MW), 9 — przenośnik podający na skład, 10 — zasobnik zagłębiony przyjmujący węgiel transportowany z składu ładowarkami, 11 — skład węgla.

w połączeniu ze znacznymi kosztami obsługi spowodował, że spotyka się je w nowoczesnych elektrowniach coraz rzadziej.

Obecnie do transportu pionowego w elektrowniach częściej stosowane są *przenośniki kulekowe* (elewatory). Są one tańsze od przenośników okrężnych, ale mają znacznie mniejszą pewność ruchu, to też są niezbyt chętnie widziane przez eksploatację. Ich zastosowanie ogranicza się do siłowni średnich wielkości i to tam, gdzie chodzi albo o rzadko używane urządzenia rezerwowe, dla których niski koszt jest ważniejszy niż pewność i taniość ruchu, względnie gdzie wskutek trudności terenowych nie ma możliwości zainstalowania pochylego przenośnika taśmowego (rys. 6).

Przy małym zapotrzebowaniu paliwa stosowane są *przenośniki skrobakowe rynnowe* tzw. „redlery”. Zaletą ich jest niewielki koszt, bardzo małe wymiary



Rys. 7. Schemat nawęglania elektrowni 330 MW o dziennym zużyciu 3300 t; 1 — żuraw elektryczny wydajności 320 t/h, 2 — łańcuch, 3 — zasobnik zagłębiony i podajniki na przenośnik, 4 — rezerwowe nawęglanie wydajności 320 t/h, 5 — przenośnik spod zasobnika zagłębionego, 6 — łańcuch o wydajności 360 t/h, 7 — przenośnik okrężny, 8 — oddzielacz magnetyczny (separator), 9 — waga taśmowa, 10 — zasobniki nadkotle o pojemności po 900 t.

nawet przy dużej wydajności oraz to, że rozwiązują one sprawę transportu zarówno poziomego jak i pionowego, co umożliwia za pomocą jednego przenośnika dostarczyć węgiel z poziomu terenu do zasobników kotłów. Wadą „redlerów” jest kłopotliwe utrzymanie, gdyż zarówno łańcuchy jak i koryta z czasem wycierają się i wymagają wymiany. Poza tym przenośnik ten, doskonały przy transporcie jednorodnych sypkich materiałów, jak zboże, jest mniej pewny w ruchu przy transporcie węgla, gdyż znajdujące się często w węglu kawałki drzewa czy metalu powodują rwanie się łańcuchów. Takie przerwy w ruchu były bardzo częste i kłopotliwe a nawet niebezpieczne. Częściowo zaradzano temu, wprowadzając zabezpieczenie stosowane już od dawna w prasach odśrodkowych polegające na tym, że dwie połówki sprzęgła są połączone ze sobą za pomocą hartowanego sworznia stalowego o wytrzymałości na ścinanie mniejszej niż siła zrywająca łańcuch. Przenośniki te jednak nie znalazły powszechnienia w większych siłowniach.

W nowoczesnych elektrowniach o średniej wielkości do największych najpopularniejszym środkiem transportu jest *przenośnik taśmowy*. Jego prostota, wielka wydajność, duża pewność ruchu i niskie koszty utrzymania spowodowały,

że jest on powszechnie stosowany. Przenośnik taśmowy jest uniwersalnym środkiem transportowym, podającym węgiel od miejsca wyładunku do zasobników, przy czym transport do góry odbywa się przy nachyleniu (dla węgla) pod kątem 18 do 20°. Przy wysokości poziomu zasobników kotłowni średnio 20 m wymaga to pochyłego pomostu długości około 50 m. O ile warunki terenowe nie pozwalają na tak znaczne oddalenie zasobnika nadającego od kotłowni, przenośnik bywa załamany najczęściej pod kątem prostym. W miejscu załamania jest przesyp z jednej taśmy na drugą. Gdy potrzeba załamywania linii i przesypywania nie zachodzi, można stosować długie taśmy podające węgiel ze składu bezpośredniego do zasobników. Wytwarzana ostatnio taśma przenośnika wzmocniona linkami nylonowymi lub stalowymi jest tak mocna, że pozwala na budowę bardzo długich odcinków (rys. 7).

Dla zsypywania węgla z taśmy w dowolnym miejscu używano początkowo *zgarniaczy* (pługów). Jednakże zostały one zarzucone, gdyż przy obecności w miale większych kawałków węgla niszczyły taśmę, rozdzierając jej powierzchnię. Poza tym ograniczały one prędkość taśmy przy miale do co najwyżej 1,6 m/sék, a przy grubszym węglu do $1,0 \div 1,4$ m/sék. To też używa się ich tam, gdzie brak miejsca nie pozwala na ustawienie najczęściej stosowanego obecnie *wózka zrzutowego*, który tych wad nie posiada, natomiast ma znacznie większe obrysy i wymaga dużej wysokości pomieszczenia nad taśmami.

Ze względu na kruchość gumy w niskich temperaturach nie należy używać taśm gumowych przy temperaturze poniżej -12 do -14°C . Nie należy również transportować materiału o temperaturze ponad 60°C , co się może zdarzyć przy rozładowaniu nagrzanego składu węgla. Wydajność przenośników taśmowych jest ogromna. W urządzeniach odkrywkowych kopalń węgla brunatnego spotyka się taśmy o szerokości do 2,5 m, prędkości 5 m/sék i wydajności do 7000 m³/h. Duża pewność ruchu powoduje, że nawęglanie przenośnikami taśmowymi buduje się w pojedynczej linii bez drugiej rezerwowej. Wydajność takiej pojedynczej linii nawęglania obliczona jest wtedy na ruch do 8 godzin dziennie, tzn. że w tym czasie musi pokryć 24-godzinne zapotrzebowanie paliwa. Pożądane jest przy tym, aby zasobniki nad kotłami zawierały zapas ponad 24 h, co zwiększa pewność ruchu i pozwala na pokrycie małego zużycia niedzielnego bez konieczności uruchomienia nawęglania i angażowania kosztownej obsługi świątecznej.

Przy suchym paliwie powodującym pylenie, miejsca przesypu z taśmy na taśmę oraz przy zsypie do zasobnika przeważnie należy szczelnie obudować; w obudowie utrzymuje się niewielkie podciśnienie za pomocą wentylatorów. W ten sposób zapewnia się czystość pomieszczeń.

Praca kolejnych przenośników, a przy 2 liniach równoległych również i położenia klap w miejscach przesypu kierujących węgiel na jedną lub drugą linię, jest zabezpieczona *blokadą*, która nie pozwala na uruchomienie przenośników w niewłaściwej kolejności.

Jeżeli w czasie pracy stanie jeden z przenośników linii, gdy kłapa w miejscu przesypu zostanie przestawiona na przenośnik unieruchomiony, lub też gdy przewód zsypany z jednego przenośnika na następny zapycha się węglem, elektryczne automaty wyłączają cały ciąg nawęglania.

W budowanych ostatnio elektrowniach wszelkie przenośniki uruchamiane są zdalnie. Również zdalnie są otwierane i przestawiane zasuw i kłapy. Na centralnej tablicy odpowiednie świetlne symbole obrazują położenie zasuw, kłap, stan napełnienia zasobników i wskazują, które urządzenia są w ruchu. W ten sposób (stosowany zresztą od dość dawna w elewatorach zbożowych) jeden człowiek z jednego miejsca prowadzi ruch nawęglania. Daje to nie tylko dużą pewność ruchu, ale także i poważne oszczędności na obsłudze.

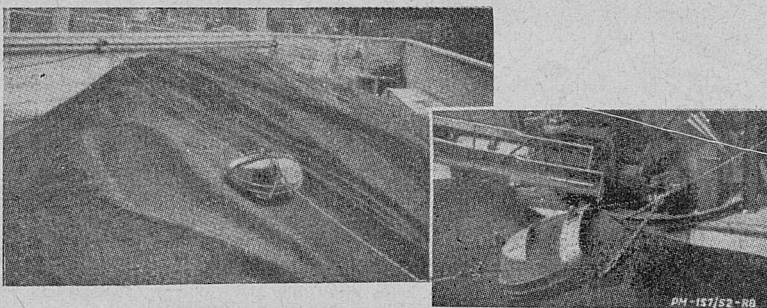
3. Obsługa składu

Nawęglanie musi dostarczyć dużej kotłowni kilka tysięcy ton węgla dziennie, co przy ruchu 8-godzinnym wynosi do 1000 t/h. Rzecz jasna, że te wielkie ilości paliwa nie przychodzą do elektrowni z tą samą równomiernością, z jaką są zużywane. W jedne dni przychodzą ilości znacznie większe, w inne zaś mniejsze od zapotrzebowania. Nawęglanie zatem musi być zdolne do rozładowania w przepisany czas zwiększonej dostawy i do odłożenia nadmiaru na skład, z którego pokrywa się niedobory w okresach zmniejszonych dostaw w dni poświęteczne czy też w czasie zaburzeń transportu. Elektrownie muszą więc mieć skład i to dwojakiego rodzaju.

Skład podręczny, zwany też czasem *bilansowym*, służy do wyrównania parudniowych różnic pomiędzy dostawą a zużyciem, które powstają wskutek świątecznych przerw w wydobywaniu kopalń, wskutek kumulowania transportów na stacjach węzłowych itp. Skład taki musi pomieścić kilkunastodniowy zapas paliwa.

Oprócz tego elektrownia musi się liczyć z dłuższymi przerwami w dostawie, wynikłymi wskutek poważniejszych zaburzeń. W naszych warunkach głównym czynnikiem powodującym przerwy są zaburzenia ruchu kolei wskutek złych warunków atmosferycznych w zimie. Prawdopodobieństwo dłuższych przerw rośnie z odległością od kopalń. Toteż siłownie odległe paręset kilometrów od Zagłębia powinny mieć skład zawierający zapas na $1 \div 2$ miesięcy.

W krajach kapitalistycznych duży wpływ na wielkość składu ma obawa przed strajkami w kopalniach czy na kolejach, toteż tam siłownie położone nawet w bliskości kopalń nierzadko posiadają wielomiesięcz-



Rys. 8. Skreper.

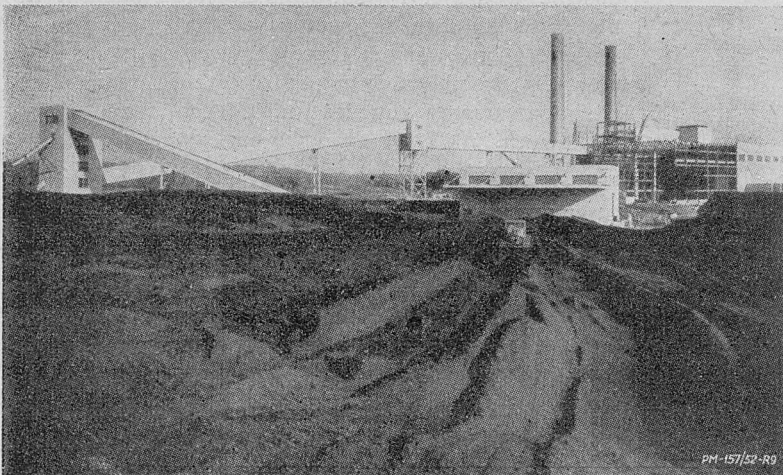
ne zapasy węgla, co przy dużych elektrowniach prowadzi do składów sięgających miliona ton.

Obsługę składu stanowiły początkowo wyłącznie różnego rodzaju żurawie oraz mosty przeładunkowe. Zapewniały one wyładunek wagonów lub barek na skład bądź na przenośnik do kotłowni, bądź też ze składu na przenośnik do kotłowni. W razie samozapłonu można było w dowolnym miejscu wybrać tłący się węgiel i zlikwidować ognisko pożaru. Wadą tych urządzeń jest bardzo wysoki koszt.

Z czasem żurawie i mosty przeładunkowe zostały zastąpione przez urządzenia skreperowe (rys. 8). Są one wprawdzie tańsze, ale mają tę wadę, że kruszą węgiel, co jest niekorzystne przy palenisku rusztowym, oraz nie pozwalają na dowolne rozlokowanie węgla, który musi być ciągnięty czerpakiem aż do końca składu. W razie samozapłonu trudno usunąć gniazdo ognia. Zużycie mocy jest duże, koszty utrzymania szybko zdzierających się czerpaków i lin też dość poważne.



Rys. 11. Ładowarka wyładuje węgiel zabrany ze składu do zasobnika zagłębionego służącego także do wyładunku wagonów samowyładowczych.



Rys. 9. Skład paliwa obsługiwany przez spychacze. Z wieży przesypowej widocznej na lewo wychodzi rura sypiąca kopiec, skąd spychacz zabiera węgiel na skład.

Przed kilku laty zaczęto stosować do obsługi składu zwykle maszyny do robót ziemnych. Początkowo były to spychacze (buldożery), które pełniły właściwie rolę skreperów (rys. 9). Miały one jednak tę wadę,



Rys. 10. Ładowarka transportuje węgiel na skład.

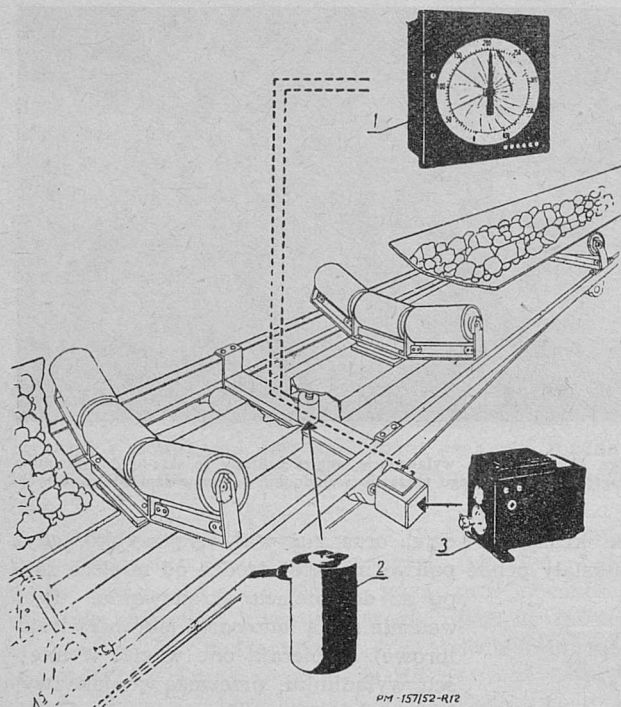
że kruszyły węgiel oraz zużywały się szybko, gdyż musiały pchać paliwo na całej drodze od miejsca zsypu aż do miejsca składowania. Tych wad nie mają ładowarki (skrepery traktorowe). Nabierają one węgiel w miejscu wyładunku, przewożą go jak zwykły samochód na dowolną odległość z prędkością do 50 km/h i wyładują w potrzebnym miejscu.

Wprowadzenie ładowarek niezmiernie uprościło urządzenie składu. Zamiast torowiska ograniczającego skład, ciężkiego mostu, przenośników taśmowych itp. potrzebny jest tylko krótki przenośnik spod wywrotnicy, sypiący mały kopiec oraz odpowiednie ilości ładowarek. Zabierają one węgiel z kopca pod przenośnikiem, przewożą go na miejsce składowania, które może mieć dowolny kształt. Węgiel ze składu pobierają te same maszyny i wysypują go do zasobników przy wywrotnicy (rys. 10 i 11).

Według danych zagranicznych, urządzenie składu z ładowarkami kosztuje o połowę mniej niż przy żurawiu mostowym. Koszty transportu węgla liczone od tony są również o połowę niższe. Zaletą tych maszyn jest to, że mogą one być w razie potrzeby przerzucane z jednej elektrowni do drugiej. Obecnie są w eksploatacji wielkie składy obsługiwane wyłącznie ładowarkami i np. skład o pojemności 900000 t węgla jest obsługiwany przez 10 ładowarek o pojemności 27 t każda.

4. Urządzenia dodatkowe

Nawęglanie, poza urządzeniami do transportu, zawiera również urządzenie dodatkowe jak kruszarki, magnesy, wagi automatyczne itp. Do większości siłowni w kraju węgiel dostarczany jest w postaci przerosów, mułów, pyłu lub miału otrzymanych z sortowania. Za granicą natomiast, gdzie większość wydobycia jest zużywana przez przemysł, nie opłaca się sortowanie i wzbogacanie, elektrownie więc otrzymują węgiel niesortowany. Toteż większość siłowni, posiadających obecnie kotły prawie wyłącznie pyłowe, musi być zaopatrzona w łamacze dla pokruszenia grub-



Rys. 12. Waga taśmowa dająca pomiar ciągły zdalny; 1 — przyrząd rejestrujący, wskazujący i liczący, 2 — nadajnik impulsu obciążenia taśmy, 3 — nadajnik impulsu prędkości taśmy.

szych kawałków na drobny miał celem zmniejszenia pracy młynów. Również dla ochrony młynów stosuje się magnesy (separatory), służące do usunięcia z węgla przypadkowych części stalowych.

Właściwa gospodarka siłowni wymaga poza tym **m i e r z e n i a** ilości paliwa idącego do kotłowni. Wagi wagonowe nie rozwiązują zagadnienia, wobec stałego ruchu paliwa na skład i ze składu. Najwygodniejsze są wagi zabudowane bezpośrednio w taśmie przenośnika. Kilka wałków jest osadzonych na ramie, stanowiącej jedną dźwignię wagi i za pomocą me-

chanizmu zegarowego wskazania są całkowane w funkcji czasu. Wskazania byłyby dokładne, gdyby prędkość taśmy była stała, jednakże waha się ona zależnie od obciążenia (poślizgu silnika asynchronicznego) oraz zależnie od wahań częstotliwości. Ostatnio konstruowano wagi, które eliminują te błędy i dają wyniki bardziej dokładne (rys. 12). Dolny wałek podtrzymujący napędza mały generator, dający napięcie proporcjonalne do prędkości taśmy. Ciężar węgla na taśmie naciska na drugi przyrząd, powodując tam zmianę oporu elektrycznego. Zmiany tych dwóch wielkości elektrycznych zmierzone dokładnym przyrządem dają pomiar ilości węgla. Zaletą tej metody jest nie tylko dokładność i możliwość przenoszenia wskazań na odległość, ale także łatwość zabudowania przyrządów w dowolnym miejscu przenośnika.

5. Wnioski

Analizując omówienie najczęściej obecnie stosowanych urządzeń do nawęglania, można stwierdzić, że większość podstawowych urządzeń jest wytwarzana obecnie w kraju. Najpoważniejszy brak stanowi konieczność importu ładowarek, co jest powodem, że większość budowanych i projektowanych u nas składów jest obsługiwana przez drogie żurawie mostowe. Nie wytwarzamy również niektórych urządzeń dodatkowych, jak wagi taśmowe czy wytrząsacze.

Literatura

1. T. H. Carr — Electric Power Stations — London 1947.
2. T. S. Fetter — Modern coal handling systems for steamelectric plants. Electric Light and Power N. 3 1952.
3. Horst Mey — Fliessarbeit und Förderung von Massengütern — Halle 51.
4. P. S. Kozmin — Maszyny nieprerywnego transportu — Moskwa 1948.
5. L. J. Kercelli i W. A. Ryżkin — Tępiłowye elektryczeskie stancji Moskwa 1949.
6. Maszynostrojienie tom 9, rozdział XXIX i XXXII, Moskwa 1950.
7. L. Musil — Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken — Berlin 1948.
8. I. B. Nierosławskij — Gruzopodjemnyje i transportnyje ustrojstwa — Moskwa 1950.
9. E. J. Romm — Kotelnyje ustanowki T. II. Moskwa 1946.
10. A. O. Spiwakowski — Rudniczyj transport — Moskwa 1949.
11. N. W. Wasilliew i W. A. Olewski — Transport na obogatitielnych fabrikach — Moskwa 1949.

Pękanie i grafityzacja rur kotłowych

Mgr inż. WŁADYSŁAW PAC

Duże obciążenia cieplne powierzchni ogrzewalnych, a zwłaszcza wysokie ciśnienia i coraz wyższe temperatury pary przegrzanej postawiły rury kotłowe w obliczu zadań, do których one nie były przygotowane. Tu i ówdzie zaczęły występować uszkodzenia rur, których przyczyna nie zawsze była zrozumiała. Stało się więc konieczne głębsze wnikięcie w nowe warunki pracy rur i zapewnienie im w tych warunkach dalszej bezpiecznej pracy.

Poniżej omówiono: zjawisko pęknięcia i grafityzacji stali oraz środki zaradcze jak: rodzaj i jakość materiału, prawidłowe gięcie rur, spawanie, stałość temperatury, kontrola okresowa.

Od wielu już lat rury stosowane są do budowy kotłów parowych. Ale czy jako płomieniówki w kotłach parowozowych lub lokomobilowych, czy jako opłomki w kotłach wodnorurkowych dawnej konstrukcji, czy wreszcie jako węzownice przegrzewaczy pracujących przy temperaturach pary $320 \div 350^{\circ}\text{C}$, nie sprawiały one większych kłopotów w ruchu kotła i nie wymagały specjalnej uwagi.

Wielki kocioł nowoczesny zmienił zupełnie tę sytuację. Po wypchnięciu walczaika poza strefę spalin rura stała się najważniejszym elementem kotłowym.

Rury są główną częścią składową nie tylko bardzo rozbudowanych podgrzewaczy wody i dwustopniowych przegrzewaczy pary, ale również ekranowych powierzchni wielkich palenisk pyłowych.

I. Pękanie

Charakterystycznym zjawiskiem, występującym w stali przy pracy jej w wysokiej temperaturze, jest pękanie. Pękaniem nazywamy powolne ale stałe odkształcanie się materiału, mimo że naprężenie w materiale pozostaje niezmiennie. Jeżeli podwyższymy na-

prężenie w ściance rury, zjawisko pełzania będzie występowało ostrzej.

Pełzanie stali można stwierdzić już przy temperaturach powyżej 300°C, ale działanie jego jest bardzo słabe. W miarę wzrostu temperatury ścianki nasilenie pełzania wzrasta się przy dłuższym okresie pracy pod obciążeniem, w wysokiej temperaturze pełzanie doprowadza do takich odkształceń, które stają się niebezpieczne dla całości rury.

Dla pewności pracy kotła jest ważne, aby ten okres czasu był jak najdłuższy, czyli aby postęp odkształceń był jak najbardziej powolny. Odgrywa więc tu rolę jeszcze jeden czynnik — *szybkość pełzania*.

S z y b k o ś ć p e ł z a n i a — jest to odniesiona do jednostki czasu szybkość, z jaką w wyniku pełzania rosną odkształcenia materiału. Jeżeli więc dany materiał wskutek pełzania wykaże po 1000 godzin pracy wydłużenie równe 1 mm na długości pomiarowej 100 mm, to szybkość pełzania odniesiona do 1000 godzin wyniesie 1 mm : 1000 mm = 10⁻² mm/mm. A więc na jedną godzinę szybkość pełzania

$$v_{\text{pełz}} = 10^{-2} : 1000 \text{ mm/mm/h} = 10^{-5} \text{ mm/mm/h}.$$

Szybkość pełzania bywa często wyrażana w jednostkach wydłużenia procentowego. W naszym przykładzie w ciągu 1000 godzin wydłużenie procentowe wyniesie:

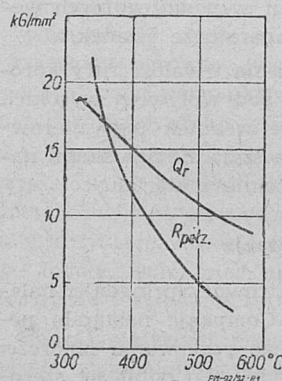
$$a = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\% = \frac{101 - 100}{100} \cdot 100\% = 1\%$$

Szybkość pełzania wyniesie wówczas

$$v_{\text{pełz}} = a : 1000\%/h = 1 : 1000\%/h = 10^{-3} \%/h$$

Kierując się nabytym doświadczeniem wyjaśniono, do jakich granic pełzanie jest jeszcze dopuszczalne. Mamy więc dla rur kotłowych pewne graniczne, dopuszczalne jeszcze wartości wydłużeń. Jeżeli sobie założymy czas pracy rury tj. okres, w ciągu którego zjawisko pełzania może doprowadzić do wyznaczonego dozwolonego wydłużenia, to z danych tych możemy obliczyć szybkość pełzania, jaką będziemy uważali jeszcze za dopuszczalną. Według danych literatury radzieckiej uważa się za **d o p u s z c z a l n e** dla stali **s z y b k o ś c i p e ł z a n i a** w granicach od 10⁻⁶ do 10⁻⁸ mm/mm/h czyli od 10⁻⁴ do 10⁻⁶ ‰/h. Odpowiada to wydłużeniu od 10% do 0,1% w ciągu 100000 godzin pracy materiału.

Jasne jest już dla nas, że szybkość pełzania danego materiału pozostaje w ścisłym związku z naprężeniem i temperaturą ścianek rury podczas pracy kotła.



Rys. 1. Granica plastyczności Q_r i wytrzymałości na pełzanie $R_{\text{pełz}}$ stali St. 2 zależnie od temperatury.

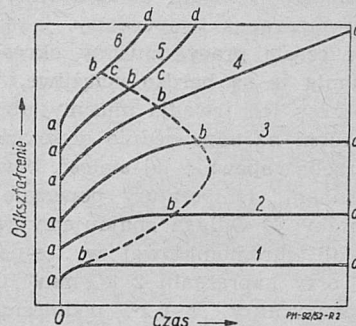
Znając charakterystykę pełzania materiału, z jakiego wykonaliśmy rury kotłowe, możemy określić wielkość dopuszczalnego naprężenia, jeżeli założymy szybkość pełzania i uwzględnimy temperaturę ścianek rury podczas pracy kotła. W ten sposób dochodzimy do pojęcia **w y t r z y m a ł o ś c i n a p e ł z a n i e**.

W y t r z y m a ł o ś c i a n a p e ł z a n i e przy

danej temperaturze materiału nazywamy to naprężenie, przy którym szybkość pełzania równa się określonej wartości. Im wyższe jest to naprężenie przy tej samej temperaturze pracy i tej samej szybkości pełzania, tym odporniejszy jest dany materiał na pełzanie. Wielkość wytrzymałości na pełzanie stanowi podstawę do obliczeń wytrzymałościowych elementów pracujących przy wysokich temperaturach.

Jeżeli temperatura ścianek elementu kotła podczas pracy nie będzie przekraczała 200°C, to za podstawę obliczenia wytrzymałościowego tego elementu przyjmujemy wytrzymałość na rozciąganie materiału w temperaturze pokojowej.

Gdy temperatura ścianek przekracza 200°C, do obliczenia wprowadzamy wartość odpowiadającą granicy plastyczności w temperaturze pracy elementu. Ale przy wysokich temperaturach ścianek granica plastyczności staje się niemiernodajna i wówczas do obliczeń trzeba przyjmować wytrzymałość na pełzanie.



Rys. 2. Typowe krzywe pełzania materiału przy różnych obciążeniach

Maszynostrojenie tom III podaje wykres przedstawiony na rys. 1. Wykres ten odnosi się do niskowęglowej stali kotłowej rodzaju St. 2 i podaje wartości granicy plastyczności oraz wytrzymałości na pełzanie przy różnych temperaturach. Do temperatury około 370°C granica plastyczności jest niższa niż wytrzymałość na pełzanie. Ale powyżej tej temperatury wytrzymałość na pełzanie spada znacznie szybciej. Wynika stąd, że jeżeli element kotłowy z tego rodzaju stali ma pracować w temperaturze np. 400°C, to trzeba go obliczać według wytrzymałości na pełzanie.

I. A. Oding [1] podaje wykres zawierający szereg typowych krzywych pełzania, otrzymanych w wyniku badań próbek z jednego rodzaju materiału. Badania były prowadzone przy różnych obciążeniach ale przy tych samych temperaturach. Wykres ten widzimy na rys. 2.

Każda krzywa składa się z kilku odcinków. Odcinek Oa osiągnięty prawie natychmiast po rozpoczęciu próby, charakteryzuje odkształcenie sprężyste. Na odcinku ab występuje już pełzanie, rozwijające się z nierównomierną szybkością. Na odcinku bc przedstawiającym linię prostą szybkość pełzania osiąga stałą wartość.

Krzywa 1 odnosi się do próbki badanej pod małym obciążeniem. Po bardzo krótkim okresie wzrostu szybkości pełzania następuje stabilizacja, przy czym prosta bc przebiega poziomo, a więc bez wzrostu odkształceń. Czyli pełzanie ustało w punkcie b . Krzywe 2 i 3 uzyskane przy coraz większych obciążeniach mają przebieg podobny, tylko pełzanie trwa coraz dłużej i prowadzi do coraz większych odkształceń trwałych. W punkcie b pełzanie jednak zanika.

Przy dalszym podniesieniu obciążenia otrzymujemy krzywą 4. Tutaj prosta bc wznosi się w górę świadcząc, że przy tym naprężeniu w materiale proces pełzania posuwa się dalej z jednakową szybkością. Przy dużych obciążeniach obraz jeszcze bardziej się zmienia. Na krzywej 5 odcinek prostej jest krótki, a na krzywej 6 prawie zanika. Występuje natomiast dodatkowy odcinek cd, świadczący o dalszym przyspieszonym wzroście pełzania, prowadzącym do rozerwania materiału.

Wytrzymałość na pełzanie, jaką przyjmujemy dla danego materiału do obliczenia wytrzymałościowego, wychodząc z temperatury, jaką będzie miał materiał w czasie pracy, musimy określić drogą badań. Badania te są bardzo uciążliwe, gdyż w ciągu całego okresu ich trwania musimy utrzymywać temperaturę próbki na odpowiednio wysokim poziomie, przy czym trzeba zapewnić jej stałość, bowiem nawet niewielkie wahania temperatury poważnie wpływają na wynik próby. U Odinga znajdujemy wzmiankę o badaniach stali chromoniklowej w temperaturze około 1000°C i przy naprężeniu 2 kG/mm². Gdy pierwotny zakres temperatury $\pm 0,2^\circ$ podniesiono do granic $\pm 5^\circ$, wpłynęło to 6-krotnie na podwyższenie szybkości pełzania.

Metody określania wytrzymałości na pełzanie nie są jeszcze ujednoliconie. Można tu odróżnić 3 zasadnicze kierunki. Jeden z nich polega na wyznaczeniu naprężenia, które przy określonej temperaturze próbki wywołuje określoną szybkość pełzania. Próba taka trwa od kilkuset do kilku tysięcy godzin tj. tyle, aby być pewnym, że znajdujemy się na prostym odcinku bc krzywej pełzania według rys. 2. Metoda ta oparta jest na założeniu, że szybkość pełzania pozostanie niezmienna w ciągu następnych dziesiątków tysięcy godzin pracy materiału, co spotyka się z wielu zastrzeżeniami.

Przeciwstawia się jej inna metoda, mająca na celu ustalenie naprężenia, które przy określonej temperaturze próbki wywołuje w określonym czasie pewne założone z góry odkształcenie. Wielkość tego odkształcenia wybieramy zależnie od przeznaczenia badanego materiału. Badanie tą metodą trwa kilka tysięcy godzin.

Ponieważ tak długotrwałe pomiary w bardzo uciążliwych warunkach są kosztowne i kłopotliwe, usiłowano odnaleźć jakąś metodę przyspieszoną. Na tej zasadzie oparta jest próba niemiecka DVM. Próba ta trwa tylko około 45 godzin, a za wytrzymałość na pełzanie przyjmuje się według tej metody naprężenie, które między 25 i 35 godziną próby wywołuje szybkość pełzania równą $10 \cdot 10^{-4}$ %/h. Ponieważ w rzeczywistych warunkach po wielu godzinach pracy materiału mogłyby nastąpić nadmierne odkształcenia, metoda ta stawia jeszcze dodatkowe ograniczenie w postaci maksymalnego wydłużenia, np. 0,2% po 45 godzinach pracy. Mała dokładność próby DVM jest hojnie wynagradzana znacznym jej uproszczeniem w postaci krótkiego czasu próby. Toteż chętnie korzystano z tej metody, gdy chodziło o określenie wytrzymałości na pełzanie w temperaturach 400 — 500°C.

Ale już przed dwoma laty prof. E. Siebel [6] stwierdził, że metoda DVM nie nadaje się do określania wy-

trzymałości na pełzanie w temperaturach powyżej 500°C. Aby uzyskać dostatecznie pewną charakterystykę zachowania się materiału w jego długotrwałej pracy w tych warunkach, konieczne są badania trwające co najmniej 1000 godzin.

Szybkość pełzania materiału rur podczas długotrwałej pracy w wysokich temperaturach zależy od wielu czynników. Na pierwsze miejsce wysuwa się jakość materiału. Wchodzi tu w grę cały szereg czynników jak: skład chemiczny, wewnętrzna budowa, jednolitość struktury, wielkość ziaren, zanieczyszczenia itp. Pełzanie atakuje przede wszystkim miejsca mniej wytrzymałe. Dlatego duży wpływ wywierają wszelkie nieciągłości w strukturze materiału.

Słabe miejsca pod tym względem stanowią złącza spawane. Erdmann Jesnitzer [7] podkreśla, że nawet niewielkie wady spawalnicze wpływają silnie na pełzanie, a podtopienia lub niezupełny przetop mogą obniżyć wytrzymałość na pełzanie o 50% a nawet więcej.

Dodatkowy wpływ mogą wywierać procesy technologiczne związane z fabrykacją i przerobem rur. Naprężenia wewnętrzne powstałe wskutek zbyt szybkiego stygnięcia materiału mogą w miejscach, zawierających drobne nieciągłości lub nagłe zmiany struktury, powodować powstanie mikrorys, które w ciężkich warunkach pracy rury urastają stopniowo do naderwań, przeradzających się z czasem w pęknięcia. Jeżeli operacje przygotowania rur były połączone ze zgniotem, to w tych miejscach w wysokich temperaturach występuje rekrytalizacja, wpływająca na podniesienie szybkości pełzania. Taki sam wpływ wywiera starzenie materiału w późniejszych stadiach.

Duży wpływ na wytrzymałość rury wywierają różnice temperatury jej ścianek w czasie pracy. Nie powinna ona nigdy przekraczać nominalu, wyznaczonego w obliczeniu wytrzymałościowym, bowiem choćby chwilowe podniesienie temperatury ścianki o 10 — 15°C podnosi pełzanie i przyspiesza kres zdolności rury do pracy. Skutków tego nie da się w żadnym stopniu skompensować późniejszym spadkiem temperatury poniżej wyznaczonego poziomu. Niepożądane są również wahania temperatur.

W. O. Nówi i J. O. Nowi [2] przytaczają przykłady pęknięcia chromo-molibdenowych rurek przegrzewacza w wyniku przyspieszonego pełzania na skutek wadliwego rozkładu temperatur w poszczególnych węzłownicach oraz wahań w temperaturze ścianek.

Nie pozostają bez znaczenia na trwałość rury korozja oraz utlenianie materiału pod wpływem wysokich temperatur spalin. Powstające wskutek tego nierówności powierzchni i wgłębienia stają się ogniskami naprężeń, przyspieszających pełzanie materiału.

II. Grafityzacja

W styczniu 1943 r. w Elektrowni Springdale, należącej do West Penn Power Company, nastąpiła poważna awaria wskutek nagłego rozerwania zbiorczego przewodu parowego. Wypadek ten odbił się szerokim echem, zwłaszcza że przyczyn jego nie można było wyjaśnić. Dopiero po dłuższym okresie prób i dociekań ustalono, że przyczyną wypadku było zjawisko

dotąd nie znane, które nazwano grafityzacją. Od czasu Springdale niejedną już awarię trzeba było przypisać temu samemu zjawisku.

Grafityzacja — jest to zmiana strukturalna zachodząca w stali, polegająca na wypadaniu węgla w postaci czystego grafitu. Powstaje w wyniku długotrwałego przebywania materiału w wysokiej temperaturze. Badacze amerykańscy ustalili, że skłonność do grafityzacji wykazują stale węglowe przy temperaturach powyżej 425°C, a szczególnie stale molibdenowe przy temperaturach materiału powyżej 480°C.

Grafityzacja występuje najczęściej w rurach, przeważnie na złączach spawanych i zagięciach, chociaż wykrywano jej obecność niekiedy również w odkuwkach i lanych korpusach zaworów. Obniża ona znacznie własności wytrzymałościowe i plastyczne metalu, co prowadzi do szybkiego zniszczenia rury, tym groźniejszego, że nie poprzedzają go żadne oznaki zewnętrzne.

Od czasu wykrycia zjawiska grafityzacji przeprowadzono w tym kierunku wiele badań. Stwierdzono, że w zaatakowanym złączu spawanym grafit wydzielają się na granicy spoiny i strefy przejściowej w postaci rozrzuconych czarnych punkcików. Z czasem punkcików tych przybywa i układają się one pasmami, aby w dalszym stadium grafityzacji zlać się w krótkie zygzakowate linie, dążące do połączenia w całość. Ten stan grafityzacji jest już bardzo niebezpieczny.

Zauważono, że grafityzację poprzedza często inne zjawisko, znane pod nazwą sferoidyzacji. Pod wpływem długotrwałego ogrzewania stali w temperaturach zbliżonych do punktu krytycznego A_1 perlit płytkowy ma tendencję do przemiany w ziarnisty kulkowy.

Kucajew [3] podaje, że sferoidyzacja postępuje najszybciej w tych miejscach, które podlegały zgniotowi lub wyciąganiu, jeżeli nie przeszły one następnie właściwej obróbki cieplnej. Stal o takiej strukturze wykazuje obniżone własności wytrzymałościowe oraz znaczny wzrost szybkości pełzania pod obciążeniem.

III. Środki zaradcze

Dążenie do osiągnięcia coraz wyższych sprawności kotłów znajduje wyraz w stosowaniu wysokich ciśnień i możliwie najwyższych temperatur. Na przeszkodzie temu postępowi stoją obecne możliwości materiałowe. Te części urządzenia kotłowego, przez które przepływa para o tak wysokiej temperaturze, a więc przede wszystkim węzownice przegrzewaczy i przewody parowe, już przy obecnie stosowanych temperaturach pary powyżej 500°C muszą czynić zadość bardzo wysokim wymaganiom.

Materiał tych rur powinien zachować wysoką wytrzymałość na pełzanie w ciągu wielu tysięcy godzin pracy. Powinien on posiadać dostateczną odporność na grafityzację, korozję oraz działanie gorących spalin. Jednocześnie musi on posiadać dobre własności plastyczne i spawalnicze.

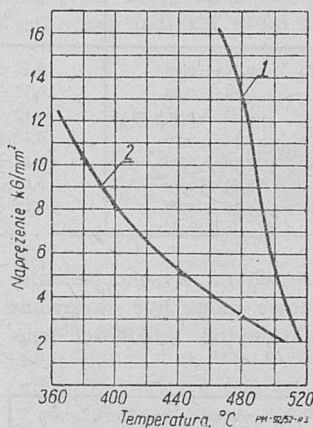
Rodzaj materiału. Stal węglowa odpowiada dostatecznie wymienionym warunkom, o ile temperatura ścianki nie przekracza 500°C. Powyżej tej temperatury własności wytrzymałościowe stali węglowej są za niskie. Spada również odporność na korozję. Przy

temperaturze powyżej 525°C materiał podlega silnemu utlenianiu pod wpływem działania gorących spalin.

Stosuje się wówczas stale molibdenowe. Stal węglowa z dodatkiem 0,5% molibdenu posiada zadowalającą wytrzymałość na

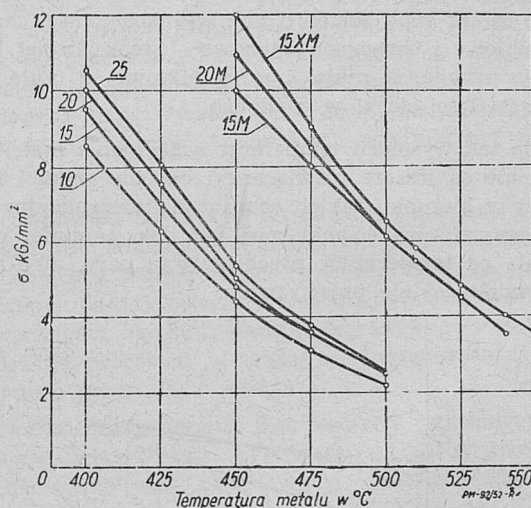
pełzanie przy temperaturach ścianki do 550°C. Jednak jej żaroodporność pozostaje taka sama jak stali węglowej i dlatego granicą zastosowania stali molibdenowych jest temperatura ścianki 525°C.

U Odinga [1] znajdujemy wykres podany na rys. 3, charakteryzujący zachowanie się stali węglowej i molibdenowej w jednakowych warunkach pracy. Każda z krzywych daje wartość naprężenia, które przy danej temperaturze



Rys. 3. Wykres naprężeń i temperatur, wywołujących po 10000 godzin pracy odkształcenie 0,001 cm/cm; krzywa 1 — dla stali molibdenowej, 2 — dla stali o zawartości 0,4% C.

ścianki po 100.000 godzin pracy wywołuje wydłużenie równe 0,001 cm/cm. Krzywa 1 odnosi się do stali o zawartości 0,5% molibdenu, a krzywa 2 — do stali węglowej o zawartości 0,4% węgla. Wykres ten wymownie wykazuje wyższość stali molibdenowej.



Rys. 4. Wytrzymałość na pełzanie radzieckich stali rurowych.

Gdy temperatura ścianki przekracza 525°C, trzeba stosować stal chromowo-molibdenową o zawartości około 0,5% Mo i około 1,0% Cr. Dodatek chromu podnosi nie tylko wytrzymałość na pełzanie, ale również żaroodporność i antykorozyjność stali. Stale chromo-molibdenowe nie wykazują skłonności do grafityzacji. Zawartość węgla w tej stali nie powinna przekraczać 0,20%. Powyżej tej granicy stal staje się trudno spawalna.

Rys. 4 przedstawia wartości wytrzymałości na pełzanie, przyjmowane w obliczeniach wytrzymałościowych dla radzieckich stali rurowych. Za podstawę przyjęta jest szybkość pełzania 10^{-7} mm/mm/h czyli

10^{-5} %/h. Dla jasności w tablicy I przytoczono skład chemiczny tych stali.

nowskich lub elektrycznych. Na rys. 5 podajemy za Szaposznikowem [4] wykres, który w skali logaryt-

TABLICA I. Skład chemiczny stali radzieckich na rury kotłowe.

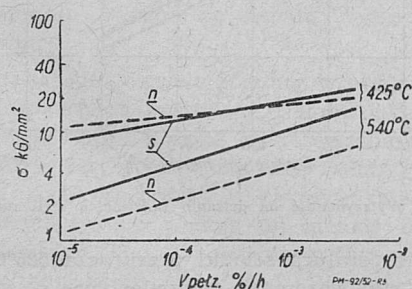
Marka stali	C %	Mn %	Si %	Mo %	Cr %	P % nie więcej	S % nie mniej
10	0,05 ÷ 0,15	0,35 ÷ 0,65	0,17 ÷ 0,37	—	≤ 0,15	0,045	0,045
15	0,10 ÷ 0,20	0,35 ÷ 0,65	0,17 ÷ 0,37	—	≤ 0,30	0,045	0,045
20	0,15 ÷ 0,25	0,35 ÷ 0,65	0,17 ÷ 0,37	—	≤ 0,30	0,045	0,045
25	0,20 ÷ 0,30	0,50 ÷ 0,80	0,17 ÷ 0,37	—	≤ 0,30	0,045	0,045
15 M	0,12 ÷ 0,20	0,40 ÷ 0,70	0,17 ÷ 0,37	0,4 ÷ 0,6	≤ 0,30	0,040	0,040
20 M	0,15 ÷ 0,25	0,40 ÷ 0,70	0,17 ÷ 0,37	0,4 ÷ 0,6	≤ 0,30	0,040	0,040
15XM	≤ 0,16	0,40 ÷ 0,70	0,17 ÷ 0,37	0,4 ÷ 0,6	0,8 ÷ 1,1	0,040	0,040

Według przepisów radzieckich na wysokociśnieniowe rury kotłowe i przewodowe mogą być stosowane następujące marki stali, zależnie od wysokości temperatury ścianki:

Marka stali	Maksymalna temperatura ścianki °C	
	rury kotłowe	rury przewodowe i komory zbiorcze
20	500	450
15 M	530	485
20 M	530	485
15 XM	560	550

Jednak graniczna temperatura ścianki 550°C jest już obecnie niewystarczająca. Dla temperatur do 600°C Niemcy używają specjalnego rodzaju stali stopowej *Sicromal* o zawartości: Cr — 5,0%, Mo — 0,3%, Si — 0,7% oraz o pewnej domieszce aluminium. Stosowane są też stale austenityczne wysokostopowe, chromo-niklowe i chromo-manganowe. Jednak *Siebiel* [6] zwraca uwagę, że nikiel i stopy niklowe są czułe na większe ilości siarki w spalinach.

Dla tak wysokich temperatur zagadnienia materiałowe nie są jeszcze rozwiązane i obecnie wysiłki idą raczej w kierunku takich rozwiązań konstrukcyjnych, aby temperatura ścianki możliwie jak najmniej odbiegała od temperatury przebiegającej pary, albo nawet wcale jej nie przewyższała.



Rys. 5. Wytrzymałość na pełzanie stali uspokojonej (s) i nieuspokojonej (n).

Jakość materiału. Zachowanie się stali pod obciążeniem w wysokich temperaturach uzależnione jest nie tylko od składu chemicznego. Bezsporny jest wpływ wszystkich czynników, składających się na jakość materiału wyjściowego oraz strukturę gotowych rur.

Według przepisów radzieckich rury powinny być ze stali uspokojonej wytwarzanej w piecach marte-

micznej przedstawia dla stali kotłowej niskowęglowej związek między naprężeniem a szybkością pełzania. Jedna para krzywych n odnosi się do stali nieuspokojonej, a druga s charakteryzuje stal uspokojoną. O ile przy temperaturze 425°C nie widzimy zasadniczych różnic w wytrzymałości na pełzanie stali jednego i drugiego wytopu, o tyle przy temperaturze 540°C stal uspokojona wykazuje znacznie wyższą odporność.

W praktyce radzieckiej od dawna uznano, że na rury kotłowe przeznaczone dla wysokich parametrów pary, powinien być stosowany materiał wyjściowy najwyższej jakości. Toteż już w 1947 r. zostały wydane specjalne przepisy, mające na celu zapewnienie dostatecznej czystości i jednorodności materiału rur kotłowych na wysokie ciśnienia.

Z każdego wytopu należy pobrać próbki dla przeprowadzenia metalograficznych badań struktury. Przepisy ustalają graniczne wielkości dopuszczalnych wad materiałowych, a więc pęcherzy, por likwacji i zanieczyszczeń niemetalicznych.

Przy odbiorach rur w hucie wymagane są również badania metalograficzne, które powinny wykazać właściwą i jednorodną strukturę, przy czym wielkość ziarna nie powinna przekraczać obowiązujących granic. Zewnętrzna powierzchnia rur nie powinna wykazywać żadnych wad fabrykacyjnych.

Gięcie rur. Osiągnięty kosztem dużej staranności wysoki stan materiału nie powinien ulec pogorszeniu w wyniku operacji przy dalszym przygotowaniu rur. Dotyczy to przede wszystkim gięcia rur, gdyż powstające przy tym naprężenia wewnętrzne, zgniot oraz zmiany strukturalne mogą poważnie wpłynąć na skrócenie czasu pracy rury.

Ginzburg-Szik [5] podkreśla, że już sam proces zginania rur zwłaszcza stopowych wymaga dużej staranności i dlatego, o ile to jest tylko możliwe, gięcie rur powinno być przeprowadzone w wytwórni, gdzie można łatwiej zapewnić właściwe warunki nagrzewania rury i prowadzić konieczną obserwację przebiegu oraz równomiernego rozkładu temperatur podczas jej nagrzewania i zginania.

Dalej *Ginzburg-Szik* stwierdza, że jeżeli nawet gięcie rur odbywało się najbardziej prawidłowo, to jednak dla usunięcia naprężeń i przywrócenia struktury konieczne jest wyżarzanie wszystkich zagięć. Wyżarzanie powinno polegać na normalizowaniu połączonym z następnym odpuszczaniem, a tylko jako al-

ternatywę dopuszcza wyżarzanie powyżej punktu A_{c3} z następnym bardzo powolnym stygnięciem. Tym bardziej więc jest konieczna obróbka cieplna w razie zginania tych rur na montażu, aczkolwiek w tych warunkach racjonalne jej przeprowadzanie sprawia duże trudności.

Omawiane wyżej przepisy radzieckie ustalają, że wszystkie stopowe komory zbiorcze po ich wykończeniu oraz stopowe rury przewodowe po gięciu na zimno lub na gorąco podlegają obowiązkowej obróbce cieplnej.

Miejsca zginane na zimno lub z uprzednim miejscowym nagrzewaniem łatwo podlegają grafityzacji. Największą skłonność w tym kierunku wykazują rury molibdenowe. Toteż instrukcja radziecka, omawiająca badania grafityzacji, wymaga aby zginane odcinki takich rur przechodziły następnie pełną obróbkę cieplną. Pod pełną obróbką cieplną rozumie się tu zapewne normalizację połączoną z następnym odpuszczaniem.

Spawanie. Szczególnie trudny problem stanowią złącza spawane. Jeżeli materiał rury kotłowej przy wysokich parametrach pary musi odpowiadać warunkom najwyższej jakości, to i od złącz spawanych takich rur musimy wymagać, aby pod żadnym względem nie ustępowały materiałowi rodzinnemu. Jest to warunek bardzo ciężki, jeżeli zważyć, że spawanie rur jest w ogóle trudne, a okoliczności spawania na montażu często znacznie wzmagają te trudności.

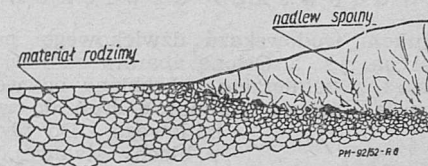
Ponieważ jak wskazują *Ginzburg* i *Grigorjew* [3] złącza spawane acetylenem wykazują gorsze własności, niż spawane łukiem elektrycznym, należy dążyć do spawania łukowego nawet rur o grubości ścianek poniżej 5 mm. Do wykonywania złącz należy powoływać spawaczy rurowych o najwyższych kwalifikacjach i dobierać starannie sposoby spawania, aby uzyskać złącze nie tylko bez wad spawalniczych, ale i o jednolitej strukturze spoiny.

Przy spawaniu rur stopowych należy stosować podgrzewanie. Jest ono konieczne nie tylko przy spawaniu rur chromo-molibdenowych, ale również i molibdenowych.

Nawet wytrawny spawacz nie jest pewny, czy osiągnął zupełny przetop na całym obwodzie złącza rurowego. A tymczasem jest to bardzo ważne, gdyż wady przetopu poważnie obniżają wytrzymałość na pełzanie. Dlatego przy spawaniu rur o większych średnicach (np. rur przewodowych) stosuje się z reguły wkładki w postaci pierścieni, które dają większą pewność uzyskania zupełnego przetopu. Ale w małych rurkach przegrzewaczowych jest to niemożliwe i jedyną możliwością sprawdzenia przetopu jest uciekanie się do prześwietlania złącz promieniami gamma.

Erdmann — Jesnitzer [7] podkreśla konieczność unikania podtopień, które w silnym stopniu obniżają wytrzymałość na pełzanie. Ale nawet wówczas, gdy przejście od nadlewu spoiny do materiału rodzimego wydaje się zupełnie gładkie, kryje ono przeważnie wady, wpływające na obniżenie odporności na pełzanie. Jak widzimy na rys. 6, ostatnia warstwa spoiny w miejscu połączenia z materiałem rodzinnym przed-

stawia cienką warstewkę, zwykle niedostatecznie wtopioną i pokrywającą drobne wady spawalnicze, jak warstwę żużelków i tlenków oraz pory gazowe. Ta wadliwa warstewka położona jest zwykle na głębokości 0,3 do 0,5 mm. Aby usunąć tę wadę, należałoby szlifować nadlewy spoin na odpowiednią głębokość.



Rys 6. Wady spawalnicze na granicy nadlewu spoiny i materiału rodzimego.

Po spawaniu złącz konieczna jest obróbka cieplna. Odpężniania nie można uznać za wystarczające, gdyż nie wpływa ono na polepszenie struktury spoiny i strefy przejściowej, która szczególnie w stalach stopowych znacznie odbiega od struktury materiału rodzimego. Należy więc stosować wyżarzanie powyżej punktu A_{c3} z następnym zwolnionym stygnięciem. Jednak dla skuteczniejszej walki z pełzaniem i grafityzacją najwłaściwsza jest dwukrotna obróbka cieplna złącz spawanych: normalizacja połączona z odpuszczaniem.

Stołość temperatury. Aby uniknąć przyspieszających pełzanie przekroczeń i wahań w temperaturze pary przegrzanej, które wywołują zmiany w temperaturze ścianek rur, zwraca się baczna uwaga, aby w nowoczesnym kotle utrzymywała się możliwie stała temperatura nie tylko za regulatorem temperatury pary i w przewodzie parowym, ale także w każdym stopniu przegrzewacza, przy czym różnice temperatur w poszczególnych węzłownicach powinny być również minimalne.

Kontrola okresowa. Wymagania stawiane materiałowi rur kotłowych pracujących przy wysokich ciśnieniach i temperaturach powyżej 500°C są, jak widzimy, bardzo ostre. Ale spełnienie tych wszystkich warunków nie daje jeszcze gwarancji, że rura będzie pewnie pracować w ciągu założonego długotrwałego okresu pracy.

Dlatego konieczna jest kontrola zachowania się materiału tych rur w pewnych etapach ich pracy. Omówienie tych badań będzie tematem oddzielnego artykułu.

Literatura

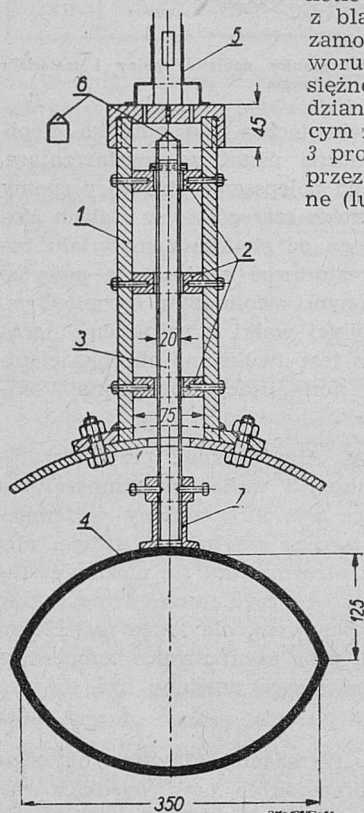
1. I. A. Oding — Osnovy prochnosti metallow parowych kotlov, turbin i turbogeneratorow. Gosudarstvennoje Energeticheskoe Izdatelstwo 1949.
2. Priamotocznyje kotly *Ramzina* (praca zbiorowa). Gosudarstvennoje Energeticheskoe Izdatelstwo, 1948.
3. Montaż i eksploatacja kotłów wysokowciśnieniowych (praca zbiorowa). Gosudarstvennoje Energeticheskoe Izdatelstwo, 1949.
4. N. A. Szapoznikow — Mieczanicheskie ispytanija materijalov, Maszgis 1951.
5. E. D. Ginzburg-Szik — Gnutje trub w montażnych usłowiach. Gosenergoizdat 1951.
6. E. Siebel — Werkstoff und Festigkeitsfragen bei der Steigerung der Dampftemperatur über 500°C. Mitteilungen der VGB, 1950.
7. F. Erdmann — Jesnitzer — Werkstoff und Schweissung. Akademie-Verlag, 1951.
8. I. A. Rohring and R. M. van Duzer — Examination and rehabilitation of graphitized welded joints. Combustion Nr 1, 1952.

Przegląd prasy technicznej

ŚWIETLNA I DŹWIĘKOWA SYGNALIZACJA POZIOMU WODY W WALCZAKU KOTŁA PAROWEGO

1. Wodowskaz dźwiękowy

Konstrukcja wodowskazu dźwiękowego przedstawiona jest na rys. 1. Osłonę aparatu stanowi grubościenna rura z kołnierzem, obrobiona od wewnątrz, którą mocuje się za pomocą 6 śrub do walczaka kotłowego. Do pływaka 4 z blachy stalowej, (2 mm) zamocowany jest trzon zaworu 3 w postaci rurki mosiężnej, zakończonej miedzianym kołkiem tworzącym zawór stożkowy. Trzon 3 prowadzony jest z luzem przez 3 pierścienie miedziane (luz w dolnym pierście-



Rys. 1. Wodowskaz dźwiękowy sygnalizujący najniższy poziom wody w walczaku; 1 — osłona aparatu, 2 — pierścienie prowadzące, 3 — trzon zaworu, 4 — pływak, 5 — gwizdek parowy, 6 — kołek stożkowy, 7 — króciec.

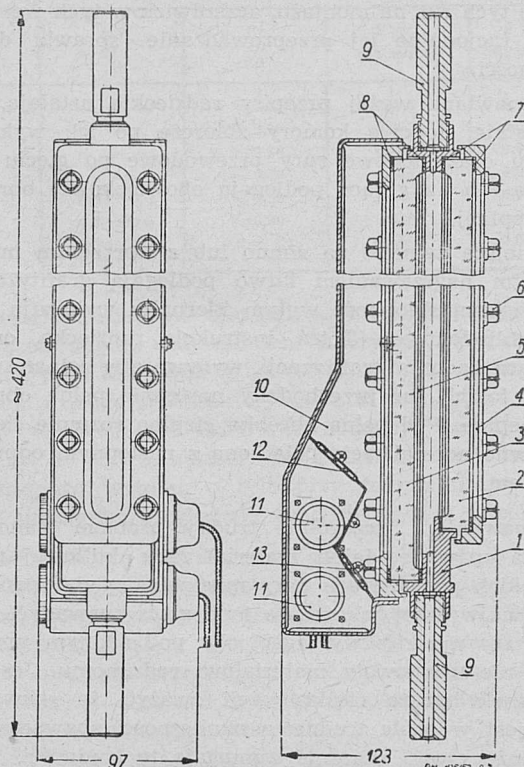
niu 4 mm, środkowym 3 mm, górnym 2 mm). W każdym pierścieniu przewiercone są 3 otworki o średnicy 5 mm, umożliwiające przepływ pary z walczaka do góry.

Ruch pływaka 4 do dołu ograniczony jest zawleczką nad górnym pierścieniem prowadzącym i wynosi ok. 2 ÷ 3 cm.

Działanie przyrządu ze względu na prostotę jego konstrukcji nie wymaga dodatkowych objaśnień. Przyrząd powinien być tak uregulowany, aby pływak nie zanurzał się powyżej największej swojej średnicy, przy czym położenie to powinno odpowiadać 1 cm słupa wody w rurce wodowskazowej. Przy prawidłowym ustawieniu pływaka gwizdek parowy 5 powinien zacząć działać w chwili, gdy poziom wody w rurce wodowskazowej obniży się do 1 ÷ 0,5 cm.

2. Wodowskaz świetlny

Świetlny (barwny) wskaźnik poziomu wody pokazany jest na rys. 2. Jak widać z rysunku, przestrzeń między szklami wskaźnika łączy się z kotłem przy pomocy dwóch króćców. Górna lampka elektryczna (20 W, 12 ÷ 16 V), poprzez ustawione pod odpowiednim kątem zielone szkło 12 naświetla część rurki wodowskazowej wypełnionej parą na kolor srebrzysto-biały, a część wypełnioną wodą na kolor zielony. Ma to miejsce przy normalnym poziomie wody w kotle.



Rys. 2. Wodowskaz świetlny; 1 — rama wodowskazu, 2, 3 — płaskie szkło wodowskazowe, 4, 5 — osłony szklane, 6 — śruby dociskowe, 7, 8 — uszczelki, 9 — króćce, 10 — obudowa, 11 — lampki sygnałowe, 12 — szkło nad górną lampką, 13 — szkło nad dolną lampką.

Gdy poziom wody w kotle obniża się, powierzchnia graniczna pary i wody we wskaźniku opada aż do poziomu najniższego, w którym powierzchnia ta zostaje naświetlona na kolor czerwony przez dolną lampkę z ustawioną nad nią pod pewnym kątem czerwona szybka 13.

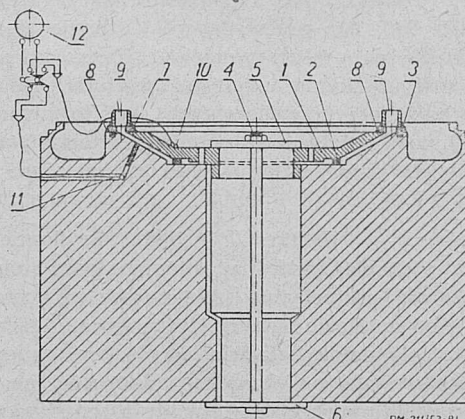
Ten sposób sygnalizacji poziomu wody w kotle ułatwia w dużym stopniu obserwację obsłudze i może być stosowany przy każdym typie kotła.

(Przemysłowa Energetyka nr 4/52)

W. L.

ODNAWIANIE STOŻKOWYCH PROWADNIC TOKARKI KARUZELOWEJ

W jednym z zakładów stwierdzono zatarcie się tarczy w tokarce karuzelowej. Po zdjęciu tarczy i usunięciu stopu łożyskowego, którym wylane były pro-



Rys. 1.

wadnice, okazało się, że nie były one cynowane, wobec czego celem utrzymania stopu po wylaniu zdecydowano wywiercić w prowadnicach 152 otwory o średnicy 14 mm, głębokości 8 mm, rozłożone w szachownicę w odległości 40 mm. Wszystkie otwory połączono między sobą rowkami 5 mm głębokości. Otwory do smaru zaklejono azbestem i gliną. Powierzchnie prowadnic oczyszczono szczotką metalową i przemyto benzyną.

Ponieważ stożkowe prowadnice stanowiły jeden odlew z korpusem tokarki i zakład nie posiadał odpowiedniej maszyny do obróbki prowadnic wylanych stopem, zastosowano zupełnie nową metodę.

Skonstruowano oprawkę 1 w formie tarczy (rys. 1), która po nałożeniu jej na korpus tworzyła formę, którą powinien wypełnić stop łożyskowy. Dla zapobieżenia przywieraniu roztopionego stopu do oprawki, powierzchnia jej od strony zwróconej do prowadnic tokarki pokryta została roztworem kredy i wysuszona. Oprawkę ustawiono na azbestowych sznurach 2 i 3, tworząc w ten sposób zabezpieczenie przeciwko wyciekaniu stopu, po czym przez ściągnięcie sworzniem 4 za pośrednictwem nakładek 5 i 6 przycięto oprawkę do korpusu maszyny.

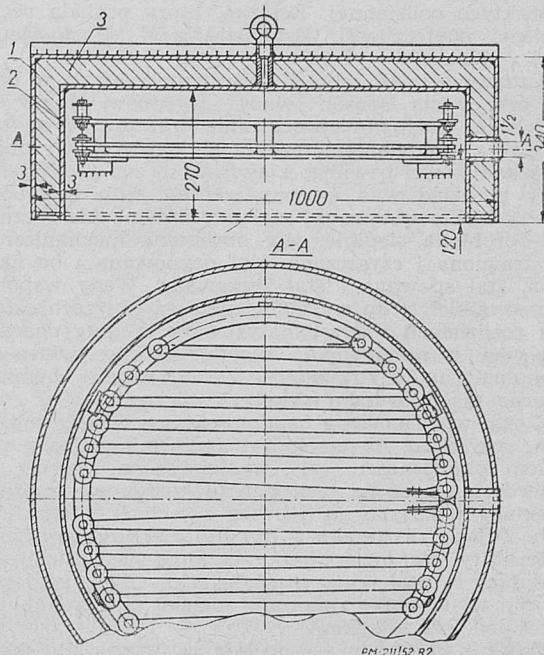
Na oprawkę nałożono pierścień wlewkowy 7, który w miejscach styku 8 z oprawką uszczelniono gliną.

Dla podgrzania prowadnic przed wylaniem ich skonstruowano piec elektryczny pokazany na rys. 2. Obudowę pieca stanowią dwa spawane cylindry 1 i 2, wstawione jeden w drugi, z przyspawanymi pokrywami. Przestrzeń między nimi wypełniono masą izolacyjną. Piec zawiera w sobie dwie nagrzewnice z taśmy nichromowej 1×10 mm, ustawione jedna nad drugą pod kątem 90° .

Opisany piec nakłada się na prowadnice tarczy tokarki i po włączeniu prądu nagrzewa się je do temperatury 220° (20° wyżej od potrzebnej przy wylewaniu, ze względu na międzyoperacyjne straty ciepła). Temperatura kontrolowana jest galvanometrem — 12 połączonym z termoparami 10 i 11, umieszczonymi w różnych punktach korpusu tokarki (rys. 1).

Stop łożyskowy topi się w kadzi, podgrzewa do 470° , po czym po zdjęciu pieca z korpusu podgrzanego do 220° wypełnia się nim (przez wlewy 9) formę utworzoną przez oprawkę. Następnie, nim płynna masa stopu ostygnie, szybko zdejmuje się pierścień wlewkowy i przy pomocy sworzni 4 przyciska się oprawkę

do korpusu tak, aby warstwa stopu otrzymała żadaną grubość. Po ostygnięciu stopu usunięto nadlewy, powierzchnie robocze prowadnic przeszkrobano, przecięto rowkami dla smaru i połączono je z otworami dla smaru, usuwając z nich uprzednio założoną glinę i azbest. Wyremontowaną w ten sposób tokarkę poddano rewizji po 8 miesiącach pracy, przy czym okazało się, że prowadnice są w dobrym stanie i zachowały w całości ślady skrobienia.



Rys. 2.

Opisany sposób wylewania prowadnic jest bardzo dogodny, gdyż nie wymaga żadnych specjalnych urządzeń i może być stosowany w każdym zakładzie.

Sposób ten zastosowano do remontu drugiej karuzelówki z uszkodzonymi prowadnicami w formie liter V i otrzymano również zupełnie zadowolające wyniki.

W. L.

(Stanki i instrument nr 7/52 str. 33).

Z żałobnej karty

Ś.p. dr inż. Zdzisław Rauszer

Zmarły w dniu 20.10. br. dr inż. Zdzisław Rauszer położył duże zasługi dla nauki i techniki polskiej. W dobie obecnej, gdy miara jest tak ważnym czynnikiem rozwoju nieomal wszystkich gałęzi życia, gdy wszelkie badania naukowe, postęp techniczny, stosunki gospodarcze są uzależnione od prawidłowości mierzenia, wprowadzenie w tę dziedzinęładu, zapewnienie jednostek miar i należytej dokładności pomiarów posiada doniosłe znaczenie.

Podwaliny pod taką gospodarkę metrologiczną w Polsce stworzył właśnie Zdzisław Rauszer. Jednym z pierwszych polskich aktów ustawodawczych z tej dziedziny był Jego autorstwa dekret o miarach z dnia 8.2.1919 r., który wprowadził Polskę do rodziny państw systemu metrycznego. Na podstawie tego dekretu powstała też Administracja Miar z Głównym Urzędem Miar na czele. Na stanowisku dyrektora tego urzędu pozostawał przez lat 30 Zdzisław Rauszer, stwarzając z niego pierwszorzędną instytucję metrologiczną, przygotowaną do wykonywania prac o znaczeniu państwowym i międzynarodowym.

W r. 1925 Polska przystąpiła do Konwencji Metrycznej i od tego czasu Zdzisław Rauszer bierze żywy udział w pracach Międzynarodowego Biura Miar, gdzie z Jego opinią bardzo się liczone i cenione ją. Przed drugą wojną został wybrany do Międzynarodowego Komitetu Miar, przy czym wybór ten w r. 1948 ponowiono. W r. 1937 został

powołany na pierwszego przewodniczącego Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej.

Tworząc od podstaw metrologię polską wiele pracy poświęcił słownictwu i definicjom podstawowych pojęć z tego zakresu. Zasługi Jego dla nauki zostały należycie ocenione przez udzielenie Mu przez Politechnikę Lwowską w r. 1931 doktoratu nauk technicznych honoris causa. Po drugiej wojnie światowej Zdzisław Rauszer przystąpił z zapalem od razu do odbudowy zrujnowanej Administracji Miar, a zwłaszcza całkowicie zniszczonego Głównego Urzędu Miar. Gdy w r. 1949 przechodził w stan spoczynku, praca ta była już znacznie zaawansowana, a Główny Urząd Miar w wielu dziedzinach normalnie pracował.

Mimo podeszłego wieku Zmarły Zdzisław Rauszer pracował do ostatnich chwil Swego pracowitego życia nad różnymi zagadnieniami metrologicznymi. Należy do nich sprawa jednostek miar kąta, stanowiąca przedmiot ostatniego Jego artykułu, który zamieszczony jest w niniejszym zeszycie (str. 524).

Cześć Jego Pamięci!

Redakcja

Bibliografia

Mieczysław Markuszewicz i Jerzy Haas — WADY HUTNICZYCH WYROBÓW STALOWYCH — Format B5, str. 223, rys. 316, PWT Katowice 1952.

Przemysł polski w okresie swej rozbudowy i unowocześnienia domaga się pomocy w postaci literatury technicznej. Każda nowa książka techniczna jest oceniana przede wszystkim pod względem użyteczności w praktyce codziennej. Książka, która posiada cechy wybitnej użyteczności, jest książką M. Markuszewicza i J. Haasa.

Autorzy książki zebrali i usystematyzowali w bardzo przejrzysty sposób wady wyrobów stalowych. Dotychczas dostępne opracowania traktują temat od cinkowo z omawianiem technologii pewnych wyrobów lub szkodliwości pewnego zjawiska, tu zaś znajdujemy pełny przegląd wad ułożony według grup wyrobów: wlewki i odlewy surowe, stal przerobiona plastycznie, stal obrobiona cieplnie, stal obrobiona mechanicznie, stal trawiona i czyszczona, stal ocynowana i ocynkowana, stal spawana i stal zgrzewana. Wady wspólne dla wszystkich grup wyrobów ujęte są w trzech ostatnich rozdziałach i usystematyzowane według charakteru wad, a mianowicie: nieodpowiednie własności technologiczne i wytrzymałościowe, fizyczne i chemiczne oraz nieodpowiedni skład chemiczny.

Każda wada posiada ustaloną nazwę w języku polskim, rosyjskim, niemieckim i angielskim, opis z podaniem okoliczności jej występowania, sposób jej stwierdzenia oraz na ogół bardzo szczęśliwie dobrane przykłady pokazane na dobrych zdjęciach fotograficznych. Zdjęcia oryginalne z hut lub nieraz zapożyczone z literatury stanowią niezaprzeczalnie najbardziej interesującą i atrakcyjną część książki. Opisy wad nabierają właściwego znaczenia dzięki połączeniu ich z doskonałymi zdjęciami.

Książka ta będzie szczególnie użyteczną dla techników kontroli produkcji w hutach i zakładach przemysłu metalowego, ułatwi ona rozpoznanie wady, umożliwi jednoznaczne określenie i przyczyni się do ustalenia przyczyn jej powstania, a zatem do usunięcia lub uniknięcia jej w przyszłości.

Zadanie autorów nie było łatwe, toteż nie brak książce pewnych niedociągnięć, które zresztą nie zmniejszają jej użyteczności.

W rozdziałach omawiających nieodpowiednie własności stali, wspólne wszystkim grupom wyrobów, raz i nieco za skąpe omówienie nieodpowiednich własności wytrzymałościowych, fizycznych i chemicznych w porównaniu do opisów innych wad, a w szczególności do opisu nieodpowiednich własności technologicznych. Wymieniono przy tym jako przyczynę niskiej wytrzymałości na rozciąganie również nieodpowiedni przebieg włókien, który wpływa tylko pośrednio, jeżeli stal posiada znaczne zanieczyszczenia niemetaliczne lub likwacje.

W zestawieniach przyczyn powstawania wad korzystne dla całości byłoby nieco ściślejsze ich określenie. Zbyt często określa się słowem „nieodpowiedni” zamiast wprost podać: np. str. 19 p. 1 „za wysoką temperaturą lania”, p. 2 „za dużą szybkość lania” i p. 5 „za małe nadlewy” oraz str. 33 p. 5 za dużą szybkość lania.

Błędem, który najbardziej odczują korzystający z książki, jest brak podziałki przy zdjęciach, a tylko w wyjątkowych przypadkach zbędnej, natomiast w wielu przypadkach nieodzownej.

Z mniej ważnych niedociągnięć należy zanotować niezbyt szczęśliwe naszym zdaniem nazwy, jak „zawijaki” (str. 53), nitki (str. 67) i zmarszczki (str. 122); raczej „zafałdowania” lub „zalewy”, „ryski” i „zakucia”, oraz na str. 144 niewłaściwy opis „owalności” i stosowanie określenia „rogi” zamiast „naroża”.

Wymienione niedociągnięcia nie mogą oczywiście zmniejszyć uznania, jakim niewątpliwie cieszy się książka wśród techników. Książkę należy gorąco polecić tak początkującym jak i doświadczonym inżynierom i technikom kontroli produkcji oraz wszystkim interesującym się zagadnieniami technologii stali.

M. S.

Mgr inż. Roman Lipowicz — URZĄDZENIA CHŁODNICZE SPRĘŻARKOWE JEDNOSTOPNIOWE (działanie i obsługa) — Format A5, str. 93, rys. 50. PWT, Warszawa 1952.

Ubogie piśmiennictwo polskie w dziedzinie chłodnictwa powiększyło się dzięki inicjatywie autora o dalszą pozycję: została wydana książka, która w prosty sposób zaznajamia czytelnika z zasadami pracy urządzeń chłodniczych amoniakalnych i podaje wytyczne racjonalnej ich eksploatacji.

O ile fakt ten stanowi niewątpliwie radosne wydarzenie dla szerokich rzesz mechaników-chłodników, o tyle należałoby w imieniu tych, dla których praca ta została napisana, życzyć, aby następne wydania tej pracy zostały napisane jeszcze bardziej przystępnie i zrozumiale, w szczególności w odniesieniu do rozdziałów 1.3.2. i 1.3.3. pt. „Charakterystyczne oznaczenia cieczy i pary” i „Wykres $p - i$ dla pary wodnej”, podających podstawowe wiadomości z zakresu ciepła i par.

Podtytuł książki wskazuje, że celem jej jest opis działania i obsługi urządzeń chłodniczych i dlatego te momenty powinny być wysunięte na plan pierwszy, zaś objaśnienie zjawisk zachodzących podczas procesu chłodniczego, jako zasadnicze uzupełnienie, winno znajdować się w tekście na planie dalszym.

Skoro autor zadał sobie tyle trudu, aby w sposób popularny zaznajomić czytelnika ze zjawiskami termodynamicznymi zachodzącymi w procesie chłodniczym, winien był w tekście umieścić jak najliczniej rysunki i zdjęcia typowych sprężarek jednostopniowych, pracujących w przemyśle chłodniczym krajowym, przez co podniósłby wartość praktyczną książki. Szkoda również, że autor nie omówił oddzielnie urządzeń chłodniczych małych (do 10000 kcal/h), których eksploatacja z braku odpowiednich i przystępnych książek, z przeznaczeniem dla niższego personelu technicznego, natrafia wciąż na trudności.

Wydanie książki, która jest próbą zapełnienia luki w naszym piśmiennictwie technicznym, przeznaczonym dla poziomu 1 i 2, winno spełnić należycie swą rolę dydaktyczną, a w nawiązaniu do potrzeb i zadań Planu 6-letniego winno stać się pomocą techniczną dla całego przemysłu chłodniczego w kraju.

Treść książki, aczkolwiek pisana stylem poprawnym, zawiera liczne błędy, jak np.:

1) str. 6 — Ciśnienie pary mierzy się w kg/cm^2 lub at (atmosferach) zamiast: Ciśnienie pary mierzy się w kg/cm^2 czyli at (atmosferach)

— użyto słów wakuometr i manowakuometr zamiast (jak później w tekście) wakuometr i manowakuometr.

2) str. 15 — para przegrzana traci przy chłodzeniu przegrzanie zamiast: przy chłodzeniu przechodzi w stan nasycenia.

3) str. 38 — przy opisie działania osuszacza użyto wyrażenia: „wskutek nagłego zwolnienia szybkości” zamiast „wskutek nagłego zmniejszenia się szybkości pary”

— „wydzielona wilgoć jest odparowywana przez cieplejszy czynnik” zamiast: „jest odparowywana przez czynnik o wyższej temperaturze”.

4) str. 44 i 45 — „temperatura sprężenia pary nasyczonej” zamiast: „temperatura pary sprężonej”.

5) str. 76 — „nadmierne podgrzewanie się łożysk” zamiast: „nadmierne nagrzewanie się łożysk”.

Strona graficzna książki, druk i papier są bez zarzutu. Korekta poprawna z następującymi wyjątkami:

1) str. 36, wiersz 2 od dołu — podano „Na rys. 20” zamiast „Na rys. 20 a”.

2) Rys. 44 nigdzie nie został wymieniony w tekście, mógłby więc być usunięty.

3) str. 80, wiersz 14 od dołu: „od amoniakalnych” zamiast: „od amoniakalnych”.

Książka może być polecona jak najszerszym rzeszom techników pracujących w chłodnictwie, celem wykorzystania jej dla uzupełnienia posiadanych kwalifikacji zawodowych.

Mgr inż. E. Augustyniak

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI INSTYTUTU KONSTRUKCJI MECHANICZNYCH,
INSTYTUTU OBRABIAREK I OBRÓBK SKRAWANIEM I INSTYTUTU METALOZNAWSTWA I APARATURY
NAUKOWO-LABORATORYJNEJ

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCZNIK 3

WARSZAWA, LISTOPAD–GRUDZIEŃ 1952

NR 11–12

OŚRODEK DOKUMENTACJI KONSTRUKCJI MECHANICZNYCH

A DŹWIGI

A2 Podnośniki

*139 A23 622.66—83 B3—11.52

HILLEN G.: **Skuteczność czterolinowych urządzeń dźwigowych.** „Bewahrung der Vierseilfoerderung“. Z. VDI, t. 94, Nr 10, kw. 52 s. 288; A4, 1,5 str. 4 rys. — Rozpatrzono warunki pracy wyciągu kopalnianego z czterolinowym zawieszeniem klatki windy. Zaletą urządzenia jest wyrównanie napięć w poszczególnych linach, mimo dopuszczenia różnego wydłużenia lin.

*140 A24 625.143:625.2.021.55 B3—11.52

MEYER R.: **Pneumatyki na bieżni szynowej.** „Pneulauf auf der Schiene“ Schweiz. Bauztg., t. 70, Nr 13, marz. 52, s. 188; A4, 0,5 str., 4 rys. — Z rozważań dotyczących nacisków dopuszczalnych koła — z pneumatykiem na szynę wynika konieczność poszerzenia główki szyny. Podano przykłady rozwiązań konstrukcyjnych poszerzenia główki normalnej szyny przez przykręcanie lub przypawanie dodatkowych elementów.

A3 Suwnice

*141 A3 621.86:658.788:629.114.2 B3—11.52

GIELLER N. M.: **Urządzenie chwytakowe do samochodowej ładowarki dla ładunków workowych bez użycia podstaw.** „Prisposoblenie k awtopogrucziku dla zachwata mieszkowych gruzow biez poddonow“. Mechaniz. trudoj. rabot, t. 6, Nr 1, stycz. 52, s. 47; A4, 0,5 str., 1 fot., 2 rys. — Przyrząd chwytakowy o charakterze osprzętu roboczego do samochodowej ładowarki widłowej, umożliwiający przeładunek magazynowy worków z mąką lub cukrem bez użycia podkładów. Konstrukcja i metody pracy.

A4 Żurawie

*142 A4 621.873 B3—11.52

ERNST H.: **Nowe rozwiązania w konstrukcji żurawi.** „Aus der neusten Entwicklung des Kranbaues“. Z. VDI, t. 94, Nr 11/12, kw. 52, s. 307; A4, 7 str., 15 fot., 11 rys. — W kolejnym przeglądzie elementów konstrukcyjnych żurawi (obudowa, hamulce, sterowanie, konstrukcja stalowa) — omówiono ich unowocześnienia. Rozważono również założenia konstrukcyjne i warunki pracy żurawi umieszczonych na samochodach. Wyposażenie nowoczesnych żurawi w urządzenia do ważenia podnoszonych ciężarów.

*143 A4 621.87:629.114.4 B3—11.52

SUTER O.: **Nowoczesny żuraw na samochodzie ciężarowym.** „Neuartiger Kran fuer Lastwagen“ Schweiz. Bauztg., t. 70, Nr 1, stycz. 52, s. 12; A4, 0,5 str., 1 fot., 1 rys. — Żuraw umieszczony na samochodzie ciężarowym opisywanej konstrukcji niezależnie go od postronnych środków załadunkowych. Konstrukcją stalową żurawia są boczne ścianki skrzyni ładunkowej samochodu, dające się ustawiać w różnych położeniach. Rysunek i fotografia wyjaśniają sposób i zakres działania urządzenia.

*144 A4 621.873.0011 B3—11.52

SZMIELEW N. W.: **Konstrukcja żurawia K—51.** „O konstrukcji kрана K—51“. Mechaniz. Stroit, t. 9, Nr 3, marz. 52, s. 11; 2,5 str., 2 rys. — Kinematyka żurawia K—51. Skomplikowana

obsługa przy opuszczaniu wysięgnika, która wymaga 15 kolejnych ruchów rękami i prawą nogą. Niezbędne zainstalowanie mechanizmu zapobiegającego swobodnemu opadaniu wysięgnika, ciężaru lub chwytaka przy manipulacji obsługi. Wada konstrukcji poważna. Przed usunięciem jej autor zaleca jak najdalej idącą ostrożność przy eksploatacji w celu zapobieżenia awarii.

*145 A4 674.7:621.87 B3—11.52

VOIGT H.: **Maszt dwunożny.** „Der Zweibeinmast“. Z. VDI t. 94, Nr 8, marz. 52, s. 222; A4, 1,5 str., 1 fot., 3 rys. — Nowa konstrukcja masztu dwunożnego przewyższa dotychczasowe konstrukcje masztów okrętowych lekkością, nośnością (jako wieża żurawia) i statecznością. Podano przykłady pracy masztu jako żurawia w porównaniu z typami dawnymi.

B URZĄDZENIE PRZENOŚNIKOWE

B2 Przenośniki cięgnowe

*146 B21 621.867:621.311.21:627.8 B3—11.52

KOGAN I. JA.: **Transport ładunków sypkich przez przeszkody wodne.** „Transportirowanie sypuczich gruzow czeriez wodnyje priepiatstwia“. Mechaniz. trudoj. rabot, t. 5, Nr 9, wrześ. 51, s. 20; A4, 2 str., 1 fot., 3 rys. — Wykazano na przykładzie budowy Kujbyszewskiego hydrowężła zalety transportu ciągłego masowych ładunków materiałów sypkich w porównaniu z transportem kolejowym i wodnym. Mosty wiszące i bezpośrednie zawieszanie na linach przenośników taśmowych. Graniczne rozpiętości. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych.

*147 B21 621.867:621.311.21:691.32:627.8 B3—11.52

KUZNIECOW Ł. W. **Transport ciągły w budownictwie hydrotechnicznym.** „Nieprierywnyj transport na stroitelstwie gidrotechnicznych sooruzienij“. Mechaniz. trudoj. rabot, t. 5, Nr 9 wrześ. 51, s. 16, A4, 4 str., 6 rys. — Przenośniki taśmowe i linowe o ruchu ciągłym jako najbardziej odpowiednio i ekonomicznie urządzenia do transportu kruszywa i piasku na wielkich budowlach hydrotechnicznych. Schematy instalacji. Urządzenia napędowe. Taśmy przenośnikowe gumowe i stalowe. Urządzenia zgarniające i przeładunkowe. Przenośniki pneumatyczne do betonu.

*148 B21 621.867:622.2:622.233:622.333 B3—11.52

ŁAPOWIENKO N. A.: **Przenośniki taśmowe na robotach odkrywkowych w kopalnictwie węglowym.** „Primienienie lentocznych konwiejerow na otkrytych razrabotkach ugla“. Mechaniz. trudoj. rabot, t. 5, Nr 9, wrześ. 51, s. 22; A4, 4,5 str., 3 fot., 3 rys., 2 tabl. — Odkrywkowa eksploatacja węgla w ZSRR — najbardziej zmechanizowana część kopalnictwa węglowego. Transport węgla i kamienia za pomocą przenośników taśmowych. Wskaźniki techniczne — długość sekcji, szerokość i szybkość taśm. Urządzenia przenośników stałe i przenośne. Normy zużycia taśm. Odporność na mroź i mechaniczne uszkodzenia. Charakterystyka techniczna i wady konstrukcyjne.

*149 B21 621.867:621.311.21:691.32:627.8 B3—11.52

NIEPOROŻNYJ P. S.: **Przenośniki taśmowe na robotach betonarskich przy budowie Wierchnie-Swirskoj centrali hydroelektrycznej.** „Primienienie lentocznych konwiejerow pri proizwodstwie bietonnych rabot na stroitelstwie Wierchnie-Swirskoj gidroelektrostantsij“.

B URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE c.d.

Mechaniz. trud. i rob., t. 5, Nr 9, wrześ. 51, s. 11; A4, 5 str., 1 fot., 8 rys. — Zastosowanie przenośników taśmowych do betonowania wielkich bloków betonowych przy budowie zapory wodnej. Schematy instalacji. Przenośniki główne i boczne. Szczegóły konstrukcyjne. Warunki eksploatacji. Szerokość i szybkość taśm. Straty ilościowe i jakościowe betonu przy transporcie. Osiągnięte wydajności i koszty betonowania.

*150 B21 621.852.18:621.86 B3—11.52

Artykuł Redakcji: **Gumowe taśmy przenośników, cz. I: typy, konstrukcja, dobór.** „Rubber conveyor belting; Part I: Types, constructions, selection“. Flow, t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 64; A4, 6 str., 6 fot., 4 tabl. — Omówiono konstrukcje taśmy gumowej przenośnika. Podano wskazówki, jakie typy taśmy stosować w różnych warunkach przeładunku. Obliczenia przenośników, ich wydajności i mocy zapotrzebowanej; przy obliczeniach podano tablice doświadczalnych współczynników oparte na danych wielu firm USA. Podano również obliczenie na konkretnym przykładzie.

*151 B22 621.86 B3—11.52

Przenośnik do dużych przedmiotów poruszanych w płaszczyźnie podłogi. „Conveyor for moving large objects at floor level“. Flow, t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 68; A4, 2 str., 1 fot.-rys. — Opiswany przenośnik zastosowany jest do transportu samochodów przy ich wykończaniu. Zaletą przenośnika jest to, że składa się on z przegubowo łącznych członów nośnych, dzięki którym transport może przebiegać tak po linii prostej jak i po łukach. Podano bliższe dane wymiarowe.

*152 B2/26 658.28:621.86 B3—11.52

14 sposobów transportu części w produkcji. „14 ways to handle parts in process“. Flow, t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 70; A4, 4 str., 15 fot. — Podano przykłady zastosowania różnych typów przenośników w procesach produkcyjnych jak: oczyszczanie powierzchni chemikaliami płynnymi, platerowanie, odfuszczenie, wyżarzanie, malowanie itp.

*153 B2/26 621.86 B3—11.52

15 sposobów transportu papieru. „Here are 15 ways to handle paper“. Flow, t. 7, Nr 6, marz. 52, s. 76; A4, 4 str., 15 fot., 1 rys. — Omówiono metodę transportu beli papieru wózkami widłowymi ze specjalnym wyposażeniem, specjalnymi dźwigami, przenośnikami taśmowymi, podsufitowymi itp. Artykuł może być pomocny w doborze odpowiednich środków transportu wewnętrznego przy projektowaniu papierni i drukarni.

C MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANy

C3 Maszyny do czerpania i ładowania urobku.

*154 C31/32 621.879:658.54 B3—11.52

PIETIERS Je. R.: **Wydajność koparki i zagadnienie normowania prac.** „Proizvoditelnost ekskavatora i woprosy normirovanija ekskawatornych rabot“. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 3, marz. 52, s. 7; A4, 3 str., 1 wykr., 5 tabl. — Wzory wydajności koparki: teoretyczne i praktyczne. Podział cyklu roboczego na poszczególne elementy, ich charakterystyka oraz dane liczbowe ujęte tabelarycznie. Rozważanie ciekawe i ważne przy eksploatacji.

*155 C31/32 621.879:620.178.3/7 B3—11.52

WOŁKOW D. P., RANNIEW A. W.: **Badanie doświadczalne obciążeń i naprężeń rzeczywistych w elementach koparek.** „Eksperimentalnoje issledowanie dejstwielnych nagruzok i naprazienij w elementach konstrukcji ekskawatorow“. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 4, kw. 52, s. 11; A4, 8 str., 7 fot., 5 rys., 2 tabl., 4 wykr. — Badanie rzeczywistych obciążeń i naprężeń w elementach koparek E—255 i E—505 przy wyposażeniu w łyżkę nasiębierną. Schematy instalacji przyrządów pomiarowych. Maksymalne naprężenia w wyciągniku przy prostopadłym położeniu rękojeści. Porów-

nanie wydajności łyżek 0,35 m³ i 0,25 m³. Tablice porównawcze, wykresy, oscylogramy. Wnioski.

*156 C33 621.879.42 B3—11.52

KIRIN W. W.: **Poteżna pogłębiarka ssąca.** „Moszcznyj ziemlesosnyj snariad“. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 4, kw. 52, s. 25; A4, 2 str., 1 rys. — Opis najpotężniejszej z dotychczasowych pływającej pogłębiarki zbudowanej przez stocznię w Salingradzie. Szczegóły konstrukcyjne, wyposażenie, charakterystyka techniczna. Wydajność 1200 m³/godz gruntu wydobywanego z głębokości do 15 m przy przetłaczaniu rurociągiem do 4 km.

C4 Maszyny do wzruszania, czerpania i przesuwania urobku.

*157 C4 629.114.3 B3—11.52

MANUJŁOW Ju. G.: **Ciężkie przyczepy samochodowe T — 151 i T — 152.** „Priciepy — tiazolowozy T — 151 i T — 152“. Mechaniz. Stroit., t. 8, Nr 9, wrześ. 51, s. 13; A4, 4 str., 1 fot., 3 rys., 2 tabl. — Prototypy ciężkich przyczep samochodowych T — 151 i T — 152 do samochodu ciężarowego Ja. A. Z. — 200; przyczepy przeznaczone są do przewozu maszyn budowlanych i drogowych. Wykonane według rysunków Strojdomaszu przez zakłady Osipenkowskie. Zasadnicze wymiary, charakterystyka techniczna, schematy instalacji pneumatycznej i układu hamulców.

*158 C4 621.879:629.114.2 B3—11.52

Artykuł Redakcji: **„Zgarniarka Nr 21 za ciągnikiem „Caterpillar“ D. W. 21.** „The „Caterpillar“ D. W. 21 tractor and Nr 21 Seraper“. Engineer, t. 193, Nr 5014, luty 52, s. 50; A3, 1 str., 1 fot. — Wielki ciągnik o mocy 275 KM sprzężony ze zgarniarką pojemności 15,3 m³. Hamulce i sterowanie ciągnika napędzane mechanicznie. Średnica skrętu w terenie około 11 m, szybkość do 32 km na godz. Przeznaczenie maszyny — wielkie roboty ziemne.

*159 C43 621.879.16 B3—11.52

PRUSSAK B. N.: **Równiarka Skarp D — 276.** „Planirowszczik atkosow“. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 4, kw. 52, s. 27; A4, 1 str., 2 fot. — Opis nowego typu równiarki D—276 wyprodukowanego przez Zakłady Maszyn Drogowych w Briańsku. Przystosowana jest ona do planowania pochyłości i stanowi specjalne wyposażenie montowane na przyczepnej równiarnie D-20B. Szczegółowy opis konstrukcji, technologia pracy, charakterystyka techniczna. Badania potwierdziły celowość wyposażenia.

*160 C43:B21 621.879:621.867 B3—11.52

GIETMAN W. I.: **Specjalna przekładnia mechanizmu skrobakowego do taśmy równiarki — podnośnika D—192.** „Niezawisimyj priwod aczistitielnowo mechanizma lenty grejdier — elewatora D—192“. Mechaniz. Stroit., t. 8, Nr 8, sier. 51, s. 22; A4, 3 str., 3 fot., 1 rys. — Warunki pracy równiarki podnośnika D—192 przy błotnistym lub nawilżonym gruncie. Poślizg taśmy na bębnie napędzanym i wynikające stąd zahamowanie mechanizmu skrobakowego. Konieczność bezpośredniego napędu tego mechanizmu. Konstrukcja.

C5 Maszyny do przygotowania kruszywa

*161 C5 621.926.003.13 B3—11.52

MAMLEJEV G. CH., MAKSIMOW G. N.: **Badanie łamacza SM — 90 (SDU—30).** „Opyt eskploatacji kamniedrobnolnoj ustanowki SM—90 (SDU—30)“. Mechaniz. Stroit., t. 9, Nr 4, kw. 52, s. 19; A4, 2 str., 2 rys. — Łamacz SM—90 o wydajności 30 t/godz. produkowany przez Ministerstwo Budowy Maszyn Budowlanych i Drogowych. Braki konstrukcyjne oraz niedomagania w procesie technologicznym. Wprowadzone zmiany zwiększające wydajność. Schemat technologiczny przed i po przeróbce.

*162 C51 621.926:691.2/8/73 B3—11.52

MITTAG C.: **Postęp w dziedzinie uderzeniowego rozdrabniania materiałów budowlanych w USA.** „Fort-

C MASZYNY I SPRZĘT BUDOWLANY c.d.

schritte bei Prallzerkleinerung in den Ver. St. von Amerika". Z. VDI, t. 94, Nr 13, maj. 52, s. 365; A4, 3 str., 1 fot., 2 rys., 3 tabl. — Podano zasadę działania nowego urządzenia do uderzeniowego rozdrabniania materiałów budowlanych posiadającego dwa (a nie jak

dotychczas jeden) walce obrotowe. Podano przykłady zastosowania tego urządzenia oraz charakterystyki różnych wielkości dwubębnowych urządzeń rozdrabniających materiały budowlane. Zamieszczono wyniki dość wiadczeń zależności wydajności urządzenia od ilości obrotów walców obrotowych, mocy urządzenia i stopnia rozdrobnienia.

OŚRODEK DOKUMENTACJI OBRABIAREK I OBRÓBK SKRAWANIEM

P POMIARY ORAZ PRZYZRĄDY I URZĄDZENIA POMIAROWE

*139 PD 620.191.392 B2—11.52

ICKERT.: Oznaczanie jakości powierzchni na rysunkach. „Kennzeichnung der Oberflächengüte in Zeichnungen". Werkstattst. u. Masch.-Bau. r. 42, Nr 2, luty 52, s. 70; A4, 1str., 2 tabl., 1 poz. bibl. — Zestawienie dotyczące stosowanych oznaczeń jakości powierzchni w różnych krajach. Główne założenia nowego projektu niemieckiego.

*140 PE 621.753.1:621.318.572 B2—11.52

Urządzenia elektronowe, zastosowanie w mechanice. „L'electronique appliquee à la mécanique". Mach. Outil, r. 17, Nr 62, stycz. 52, s. 97; 31×23 cm, 1 str., 2 fot., 1 rys. — Opis aparatu małoskalowego „Stop Cote" do pomiaru i kontroli masowo produkowanych części, stosowany we francuskim przemyśle samochodowym. Impulsy urządzenia pomiarowego przenoszone są na wzmacniacz elektronowy i przekazywany. Nominalna tolerancja odczytu 1,5 mikrona.

*141 PH 621.9-791.2:621.5.09 B2—11.52

TRKALA R.: Pneumatyczne przyrządy pomiarowe przy produkcji seryjnej. „Pneumatické mericí přístroje v sériové výrobě". Techn. Pr., r. 8, Nr 6, czerw. 52, s. 137; A4, 2,5 str., 8 rys., 2 tabl. — Konstrukcja i zasada działania pneumatycznych przyrządów pomiarowych, mających szerokie zastosowanie przy seryjnej i masowej produkcji. Szczegółowo omówiono przyrządy z promieniowym i równoległym tłoczeniem powietrza (manometrowe i rotometrowe).

*142 PM 621.9-791.2 B2—11.52

NIELZIN N. G.: Przyrząd do pomiaru grubości ścianek. „Stienkomiery". Stanki i Instr., r. 20, Nr 7, lip. 49, s. 28; A4, str. 0,5, 1 fot., 2 rys. — Opis przyrządu dźwigniowego służącego do pomiaru ścianek o grubości 4—6 mm w miejscach trudno dostępnych.

*143 PO 621.9-791.2:535 B2—11.52

WINOKURSKI S. A.: Błędy związane z mierzeniem kąta zaostrenia na podwójnym mikroskopie Linnika. „Pogresznosti swiazannye s izmereniem ugla zaostrenia na dwojnomy mikroskopie Linnika". Stanki i Instr., r. 20, Nr 10, paźd. 49, s. 13; A4, 1,5 str., 1 rys., 1 tabl. — Objaśnienie wzorów i tablica obliczeniowa błędów związanych z ustawieniem układu optycznego podwójnego mikroskopu Linnika dla określonego przykładu pomiaru kątów ostrza narzędzia.

144 PP 621.9—791.2 B2—11.52

LINSLEY H. E.: Czy znasz swoje narzędzia do mierzenia? „Know your measuring tools". Amer. Mach. (N. Y.), t. 95, Nr 7, kw. 51, s. 101; A4, 12 str., 54 rys. — Opis zwykłych narzędzi pomiarowych używanych w warsztacie na płycie traserskiej i przy stanowisku. Opis i rysunki miarek i taśm, narzędzi do mierzenia wielkich długości, cyrkli, mikrometrów, przymiarów głębokościomierzy, kątomierzy, kątowników, wysokościomierzy, znaczników i sprawdzianów. Uwagi odnośnie nazw tych narzędzi, wyglądu, sposobu użycia i konserwacji oraz inne informacje przeznaczone raczej dla początkujących.

145 PV:NE 620.179.64:531.7 B2—11.52

DIACZENKO P. J.: Sposoby mierzenia na wyrobach promieni o b. małych wymiarach. „Sposoby izmerienia na izdieljach radiusow oczeń małej wieliczyny. Stan-

ki i Instr., r. 20, Nr 3, marz. 49, s. 28; A4, 0,5 str. — Opis pomiarów promieni zaokrąglenia ostrzy narzędzi i diamentowych igieł profilografów przy pomocy podwójnego mikroskopu Linnika lub mikroskopu metalograficznego.

146 PK:PO:PS:PE:OS:SW 621.9:531.7:061.4 B2—11.52

Wystawa przyrządów pomiarowych i narzędzi. „Gauge and tool exhibition". Machinery (Lond.), t. 78, Nr 2009, maj 51, s. 831; 24×18 cm, 9 str., 15 fot. — Opisy najnowszych przyrządów pomiarowych i narzędzi jak: projektor OMT do badania gładkości powierzchni — dający odczyty z dokładnością do 0,00005 cala; specjalne wiertarki do obróbki precyzyjnej, wskaźniki tarzowe i cylindryczne, ekstenzometry, mikrometry, specjalne płyty traserskie, uchwyty elektromagnetyczne, sprawdziany do gwintów, rozwiertaki.

S OBRÓBKA SKRAWANIEM

SW Wiercenie.

147 SW:NK 621.9.014.5:621.951.1—47:621.9.02 B2—11.52

KULAKOW A. M.: Obróbka głębokich otworów metodą szybkościowego wytaczania. „Obrabotka głębokich otworów metodą szybkościowej rąstoczki". Stanki i Instr., r. 22, Nr 2, luty 51, s. 31; A4, 0,5 str., 1 rys. — Konstrukcja specjalnego wydrążonego wewnątrz narzędzia chłodzonego sprężonym do 3—4 atm. powietrzem, które jednocześnie wydmuchuje wióry z otworu. Warunki obróbki na dwóch przykładach. Wnioski.

148 SW:QT 621.951.42:679 B2—11.52

DOUBLE R.: Wiertła piórkowe skrawają masy plastyczne szybko. „Fluteless drill cuts plastics faster". Steel, t. 129, Nr 5, lip. 51, s. 80; A4, 1 str., 2 fot., 1 rys. — Porównanie pracy wiertel spiralnych ze stali szybko tnącej z nakładkami ze spieków oraz wiertel piórkowych z nalutowanymi spiekami. Ujemne strony wiertel spiralnych, zalety wiertła piórkowego. Warunki wiercenia mas plastycznych bez wyjmowania wiertła, dane liczbowe, geometria ostrza, zalety nowych wiertel piórkowych.

*149 SW:UK 621.951.1—229.39 B2—11.52

VOD.: Prosty przyrząd do dokładnego przewiercania kuli. „Jednoduchý přístavek na přesné provrtání koule". Techn. Pr., r. 8, Nr 5, kw. 52, s. 117; A4, 0,5 str., 1 rys. — Dokładnie centryczne przewiercanie kul na tokarni jest możliwe bez użycia specjalnych przyrządów pomiarowych przez zastosowanie tulei nakładanej na kiel konika tokarki, której konstrukcję i tok pracy podano w artykule.

SV Obróbka gładkościowa

*150 SV 621.923.74 B2—11.52

BOGATOW P. I.: Pionowa głowica do docierania z regulacją nacisku. „Wertikalnaja honingowalnaja golowka s ogranicheniem dawlenja". Stanki i Instr., r. 23, Nr 1, stycz. 52, s. 31; A4, 0,5 str., 1 rys. — Konstrukcja głowiczki do docierania otworów zapewniającej stały nacisk jednostkowy elementów trących. Przyrząd pozwala na dokładną obróbkę otworów bez potrzeby późniejszego polerowania, co znacznie zwiększa wydajność produkcji.

151 SV 621.787.4 B2—11.52

W. M. Ciekawy sposób wygładzania zgmiotowego. „Burrnishing — ein interessantes Arbeitsverfahren". Techn.

S OBRÓBKA SKRAWANIEM c.d.

Rdsch., r. 42, Nr 25, czerw. 50, s. 17; 48×32 cm, 3/4 str., 3 fot., 5 rys. — Szkic urządzenia i opis metody wygładzania zgniotowego wałków przez docisk zahartowanych i wypolerowanych wałeczków do obracającego się przedmiotu. Metoda ta poza wygładzaniem utwardza również powierzchnie i pozwala na dokładne obrobienie trudnodostępnych miejsc. Przykłady osi samochodowych wygładzanych tym sposobem i ich własności po tej obróbce. Urządzenie może być łatwo zamocowane na tokarni.

*152 SV:QO 621.74.04+621.775.7+621.753.1:621.923.4 B2—11.52

CHALVET M.: **Dokładność wykonania części maszyn.** „La precision dans les fabrications de pièces mécaniques“. Rev. Gen. Mecan., r. 36, Nr 39, marz. 52, s. 83; 31×23 cm, 10 str., 4 fot., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Produkcja części maszyn: I — drogą deformacji metalu, II — sposobem usuwania metalu. I. Wyrób części maszyn metodą metalurgii proszków, technologia procesu i tolerancje. Spis części maszyn wykonywanych metalurgią proszków. Odlewanie pod ciśnieniem; stopy stosowane na odlewy pod ciśnieniem. Odlewanie precyzyjne metodą traconego wosku i inne; technologia procesu, zastosowanie. Wnioski i porównanie opisanych trzech metod. II. Szlifowanie, kryteria dokładności, warunki kontroli. Kalibrowanie automatyczne, maszyny do kalibrowania mechaniczne, elektryczne, pneumatyczne. Różne sposoby doglądania, polerowanie elektrolityczne, obrabiarki do doglądania.

153 SV:QC 621.924:681:621.78—493 B2—11.52

Produkcja części zegarków. „The production of watch parts“. Machinery (London), t. 78, Nr 2003, kw. 51, s. 551; 24,5×18,5 cm, 4,5 str., 5 fot., 4 rys., 2 poz. bibl. — Opis wyposażenia do polerowania precyzyjnych części zegarków na specjalnej polerce z tarczą z węgla wolframu; opis przebiegu operacji i dane techniczne. Hartowanie i odpuszczanie wypolerowanych części, opis wyposażenia. Metody i urządzenia do kontroli międzyoperacyjnej i końcowej.

154 SS:SV 621.923.4/5 B2—11.52

CATTIN F.: **Szlifowanie gładkościowe.** „Superfine grinding“. Aircr. Prod., t. 13, Nr 158, grudz. 51, s. 384; A4, 3 str., 4 fot., 1 rys., 3 wyk. — Metoda opracowana przez zakłady „Société Genevoise d'Instruments de Physique“ pozwalająca na uzyskiwanie na drodze szlifowania lustrzanej powierzchni przedmiotu obrabianego o chropowatości rzędu $\pm 0,008$ mikrona; rodzaje ściernic, warunki szlifowania i chłodzenia. Konstrukcja filtru. Celem uzyskania tak wysokiej gładkości powierzchni obrabianej zastosowano ściernice różnej ziarnistości.

ST Teoria skrawania

*155 ST 621.9.014—288.1:621.753.1:621.787 B2—11.52

JAKOBSON M. O.: **Badanie dokładności, chropowatości i utwardzenia przy wierceniu, pogłębianiu i rozwiercaniu otworów.** „Issledowanie toczności, szerochowatosti i naklepa pri swierlenji, zienkierowanji i rozwiertiwanijs otwierstij“. Stanki i Instr., r. 20, Nr 10, paźdz. 49, s. 11, A4, 2 str., 5 wyk., 1 tabl., 7 poz. bibl. — Graficznie ujęte i omówione wyniki doświadczeń z badań zależności dokładności obróbki oraz gładkości i utwardzenia powierzchniowego metalu obrabianego od szybkości skrawania i posuwu przy obróbce otworów narzędziami ze stali szybko tnącej.

156 ST 621.9.014 B2—11.52

LEHNERT G.: **Zagadnienia odkształceń narzędzi skrawających.** „Verformungsprobleme an Schneidwerkzeugen“. Werkstattst. u. Masch.—Bau, r. 39, Nr 3, r. 49, s. 76; A4, 7,5 str., 1 fot., 11 rys., 6 wyk., 3 poz. bibl. — Analiza teoretyczna i wyniki pomiarów odkształceń sprężystych ostrzy narzędzi skrawających, w szczególności frezów. Łącznie z tym zagadnieniem au-

tor naświetla korzyści pasowań włączanych. Część rozważań dotyczyć może odkształceń kół zębatych.

*157 ST 621.9.014 B2—11.52

LEONOW N. J.: **Zagadnienie mierzenia temperatury skrawania.** „K woprosu ob izmierienji tiempieratury rieżanja“. Stanki i Instr., r. 20, Nr 5, maj 49, s. 22; A4, 1 str., 1 wyk., 1 rys. — Krytyka jednonarzędziowej metody mierzenia temperatury skrawania termoparą nóż — materiał skrawany, poparta wynikami doświadczeń; wyniki ujęte wykresnie.

*158 ST 621.9.01 B2—11.52

OPITZ H., KOB J.: **Siły skrawania i temperatury przy frezowaniu narzędziami ze spieków.** „Richtwerte, Schnittkräfte und Schnitttemperaturen beim Fräsen mit Hartmetallwerkzeugen“. Werkstatt u. Betrieb, t. 85, Nr 3, marz. 52, s. 81; A4, 5 str., 8 fot., 1 rys., 8 wyk., 6 poz. bibl. — Wyniki pomiarów siły skrawania i temperatury przy frezowaniu w zależności od szybkości skrawania, posuwu na ząb i głębokości. W granicach do 1400 m/min stwierdzono stały wzrost temperatury skrawania.

*159 ST 621.9.013/014 B2—11.52

Doświadczenia V. K. Seminského w szybkościowej obróbce. „Zkušební V. K. Seminského w rychlostním obrábění“. Tech. Pr., r. 8, Nr 5, kw. 52, s. 102; A4, 3,5 str., 2 rys., 2 wyk., 3 tabl. — Dobór warunków skrawania i geometrii ostrza noża z płytką ze spiekanych węglików dla jak najlepszego wykorzystania mocy obrabiarki oraz najdłuższej trwałości ostrza. Wpływ czynnika chłodzącego. Przykłady warunków skrawania stosowanych przez Seminského i wyniki.

*160 ST:P 621.9.014.2/3:621.9—791.2 B2—11.52

MINTROP H.: **Pomiar sił przy obróbce.** „Das Messen von Kräften in der Fertigung“. Werkstattst. u. Masch.—Bau, t. 42, Nr 2, luty 52, s. 38; A4, 6 str., 7 fot., 14 rys., 3 wyk., 1 tabl., 22 poz. bibl. — Przyrządy pomiarowe mechaniczne, elektryczne i optyczne oraz metody pomiaru sił ściskających i rozrywających z podaniem schematów działania różnych aparatów. Pomiar sił poosiowych na wiertarce i przeciągarce przy pomocy strzemięcia pomiarowego. Pomiar sił zginających na tokarce i momentów skręcających, występujących w elemencie badanym. Zestawienie pomiarów sił statycznych i dynamicznych. Pomiary naprężeń oraz sił ścinających występujących w elemencie.

161 ST:SO 621.9.01:621.9.07:669—15—194.56/7 B2—11.52

WOLFE K. J. B., SPEAR P.: **Stale na części turbin gazowych. Obróbka stopów austenitycznych i ferrytycznych. Część II: Warunki skrawania stosowane przy różnych operacjach.** „Gas-turbine steels. Machining austenitic and ferritic alloys. Part. II: Machining conditions for various processes“. Aircr. Prod., t. 13, Nr 150, kw. 51, s. 117; A4, 4 str., 2 fot., 3 rys., 9 tabl., 13 poz. bibl. — Wypowiedzi o obróbce stali stopowych, żaroodpornych dla turbin gazowych, warunki skrawania, dane liczbowe dla toczenia, frezowania, gwintowania, wiercenia, szlifowania, dobór tarcz. Ulepszenia obrabialności materiałów, wpływ obróbki termicznej, czynniki mogące mieć wpływ na lepszą wydajność i ekonomię obróbki skrawaniem.

SQ Gwintowanie i wyrób gwintów

162 SQ:SS 621.923.12:621.992.6 B2—11.52

Bezklówne szlifowanie gwintów. „Das spitzenlose Gewindeschleifen“. Techn. Rdsch., t. 42, Nr 23, czerw. 50, s. 9; 48,5×32,5 cm, 1 str., 8 fot., 2 rys. — Opis szlifowania bezklówowego gwintów na obrabiarkach. Najnowsze ulepszenie obrabiarki umożliwiające szlifowanie gwintów do $\phi 47$ m/m i o skoku 3 m/m. Opis szlifowania przelotowego, jednokierunkowego szlifowania z przesuwem promieniowym umożliwiające szlifowanie części o kilku średnicach gwintów równocześnie, szlifowania postępowego ze zgodnym kierunkiem obrotów ściernicy i przedmiotu. Zalety i wady.

S OBRÓBKA SKRAWANIEM c.d.

163 SQ:EK:EO:OC 621.922.6:658.5 B2—11.52
Produkcja potokowa gwintowników. „Tops in production on flow lines“. M a c h i n i s t, t. 95, Nr 31, sierp. 51, s. 1143; A4, 7 str., 14 fot., 1 rys. — Schemat planu operacyjnego potokowej produkcji gwintowni-

ków. Opis poszczególnych operacji i ich etapów, rodzaje obrabiarek, zespoły (głównie frezarki i szlifierki do szlifowania gwintów), rodzaje narzędzi, ściernice wielo-
 żłobkowe i pojedyncze, obciążanie ściernic, wyposażenie obrabiarek, podajniki, kontrole międzyoperacyjne i aparaty, dane techniczne i charakterystyki liczbowe.

OSRODEK DOKUMENTACJI METALIZNAWSTWA I APARATURY NAUKOWO-LABORATORYJNEJ

A TECHNOLOGIA METALI

A1 Metalurgia

165* A1 669.011:339:669.012.22 B5—12.52

Ekonomia metali. „Metal economics“. J. I n s t. M e t a l s, t. 80, Nr 5, stycz. 52, s. 225; A4, 30 str., 5 wykr., 24 tabl. — Artykuł ten jest zebraniem wygłoszonych odczytów szeregu autorów na temat oszczędnej gospodarki metalami. Omówiono: światowe źródła i wydobycie metali żelaznych i nieżelaznych, przetwórczość i spożycie na przestrzeni szeregu lat. W drugiej części artykułu podano przegląd zagadnienia metali deficytowych i omówiono zastosowania i ekonomię metali zastępczych. Regeneracja metali i użytkowanie złomu.

A2 Odlewnictwo

166* A2 669.141.25:621.74.043 B5—12.52

ŻERTUNOW P. P.: Podsumowanie wyników wszechzwiązkowej konferencji na temat odlewania w formy metalowe. Odlewanie staliwa. „Itogi wsiesojuznowo sowieszczanja po lit'ju w metaliczeskije formy, Stalnoje lit'je“. L i t i e j n. P r o i z w., Nr 1, stycz. 52, s. 16; A4, 2 str. 7 rys. — Przegląd referatów traktujących o odlewaniu stali. Konstrukcje kokil na odlewy stalowe. Odlewanie ciągle rur i wlewów. Porównanie własności odlewów kokilowych z odlewami lanymi w piasek.

167* A2 669.13:621.74.043 B5—12.52

DUBININ N. P.: Podsumowanie wyników wszechzwiązkowej konferencji na temat odlewania w formy metalowe. Odlewanie żeliwa i stopów kolorowych. „Itogi wsiesojuznowo sowieszczanja po lit'ju w metaliczeskije formy. Czugunnoje i cwiernoje lit'je“. L i t i e j n. P r o i z w. Nr 1, stycz. 52, s. 24; A4, 2,5 str., 3 rys., 3 wykr. — Przegląd referatów omawiających odlewanie żeliwnych odlewów oraz ich obróbkę termiczną. Krótka wzmianka o technologii przygotowywania form i układu wlewowego stopów magnetyzowanych i aluminiowych.

168* A2 620.183:537.531 B5—12.52

KŁODA R., ZABRS J.: Zastosowanie promieni Roentgena w odlewnictwie. „Užití roentgenových paprsků ve slévárství“. H u t n. L i s t y, t. 6, Nr 9, wrzes. 51, s. 429; A4, 4 str., 22 fot., 3 rys. — Zagadnienie porównałości i jam w miejscach styku dwóch ścian w kształcie litery „T“. Kontrola promieniami Roentgena tego typu odlewów przy seryjnej produkcji. Przykłady wykrytych wad odlewniczych oraz metody zapobiegania ich powstawaniu.

A3 Obróbka plastyczna

169* A3 621.961 B5—12.52

ARKUSZA P. I.: Metoda wyznaczania najlepszego konturu produktów wykrawanych z taśmy metalowej. „Mietod opriedielenja optimalnowo kontura d etalej, wyrubajemych iz listowogo mietalla“. W i e s t n. M a s z i n o s t r., t. 31, Nr 4, kw. 51, s. 52; A4, 4,5 str., 4 rys., 4 tabl. — Na szeregu przykładów omówiono wytyczne ekonomicznego rozmieszczania na taśmie wykrawanych pod prasą wyrobów. Wytyczne te rozwiązują zagadnienie najmniejszej ilości odpadów z taśmy.

170* A3 621.983 B5—12.52

BOGOMOŁOW S. F.: Metoda odnawiania stempli ciągowych i zaginających. „Sposob wosstanowlenja

swiertnych i wytiążnych puansonow“. S t a n k i i I n s t r., t. 21, Nr 7, lip. 50, s. 30; A4, 0,3 str., 1 rys. — Odnawianie stempli zużytych i wybrakowanych przez spęczanie ich na gorąco w specjalnej stożkowej matrycy. Rozszerzone przez spęcznienie stemple zostają poddane normalnej obróbce mechanicznej i cieplnej.

171* A3 621.983:621.963 B5—12.52

ILIN M. M.: Sposób wykonania trwałych tłoczników. „Sposob izgotowlenja stojkich szampow“. S t a n k i i I n s t r., t. 20, Nr 12, grud. 49, s. 6; A4, 4,5 str., 6 rys., 3 tabl. — Materiały na tłoczniiki. Podwyższenie trwałości tłoczników przez cementację lub napawanie powierzchni roboczych twardymi stopami. Niszczenie się powierzchni roboczej. Badanie wytrzymałości powierzchni. Poszukiwanie doskonalszych stopów do napawania powierzchni roboczych. Technologia wykonania trwałszych tłoczników napawanych wysokostopową stałą Cr—Mo—Ti. Opłacalność wykonania tłoczników o zwiększonej trwałości.

172* A3 621.97.01:669.131.2 B5—12.52

POGODIN-ALEKSIEJEW G. I.: Obróbka plastyczna odlewów z żeliwa białego. „Obrabotka dawlaniem otliwów bielewo czuguna“. W i e s t n. M a s z i n o s t r., t. 31, Nr 4, kw. 51, s. 57; A4, 3 str., 4 fot., 3 mikrogr. — Żeliwo białe (2,23% C; 0,52% Mn; 1,39% Si; 0,122% P; 0,034% S — twardość HB—struktura perlit + cementyt poddawano grafityzacji w temp. 700 do 950°C w czasie 1 godz., po czym połowę próbek średnicy 10 mm studzono w powietrzu, a połowę chłodzono w wodzie. Badano mikrostruktury obrobionych próbek i ich własności plastyczne. Określono najlepsze zakresy temperatur i czasu żarzenia dla zmiękczenia i uplastycznienia żeliwa.

173* A3 621.73:621.97:629.1.01 B5—12.52

Mc COMB J. C.: Kuźnia wytwórni Oldsmobile. „The Oldsmobile forge plant“. S t e e l P r o c e s s, t. 37, Nr 9, wrzes. 51, s. 439; A4, 13 str., 16 fot., 2 rys. — Opis wyposażenia i pracy nowoczesnej kuźni Oldsmobile wykonującej odkuwki dla General Motors Co. Omówiono wykonanie poszczególnych odkuwek samochodowych oraz opisano wydziały produkcyjne: młotownię, prasownię, piece grzewcze, narzędziownię, odbiór oraz obieg i transport fabryczny.

A4 Metaloznawstwo

174* A4 669.112.227.2:669.112.3 B5—12.52

WARD J. O., JEPSON M. D., RAIT J. R.: Wpływ składników stopowych na rozpad austenitu w temperaturach podzerowych. Cz. 1. „Effect of alloying elements on the breakdown of austenite at sub-zero temperatures. Part. I“. J. I r o n S t e e l I n s t., t. 170, Nr 1, stycz. 52, s. 1; A4, 9,5 str., 1 rys., 11 wykr., 6 tabl., 16 poz. bibl. — Artykuł stanowi pierwszą część szczegółowej pracy nad oznaczeniem wpływu składników stopowych na przemianę austenitu przy oziębianiu. Do prób użyto stali zawierających 1% węgla, 0,3% manganu oraz do 3—4% manganu, chromu i niklu dodawanych oddzielnie. Przemianę w temperaturach podzerowych zwiększają dodatki manganu i niklu, natomiast dodatek ponad 1% chromu wpływa ujemnie na rozpad. Zbadano wpływ dodatku 10% manganu na zatrzymanie austenitu i jego trwałość w temperaturach ujemnych.

175* A4 621.785:669.14:669—156 B5—12.52

ZAWIAŁOW A. S.: O mechanizmie i kinetyce przemiany austenitu w stopach żelazo-węgiel. „O miecha-

A TECHNOLOGIA METALI c.d.

nizmie i kinetykę przewrasczenia austenitu w żele-zouglerodystych spławach". *Z. t i e c h n. F i z.*, t. 22, Nr 1, stycz. 52, s. 148; B5, 21 str., 10 wyk., 6 mikrogr., 7 tabl., 11 poz. bibl. — Dalsze pogłębienie teorii ścisłego powiązania przemiany przechłodzonego austenitu z wykresem stanu Fe—C. Opisanie nowej struktury tzw. „przesyconego węglem ferrytu”. Krytyczne omówienie krzywych T. T. T. dla czystych stali węglowych.

176* A4 669.112.227.32:539.373 B5—12.52

MAŁOWICKAJA W. I., RAUZIN Ja. R.: **Wpływ odkształcenia plastycznego na przemianę austenitu.** „Wlijanje plastycznej deformacji na przewrasczenia austenitu”. *Z. t i e c h n. F i z.*, t. 21, Nr 4, kw. 51, s. 458; B5, 9 str., 2 rys., 4 wyk., 8 mikrogr., 1 tabl., 11 poz. bibl. — Odształcenie plastyczne przechłodzonego austenitu przyspiesza jego rozpad. Przeprowadzono badania nad wpływem stopnia zgniotu na przemianę austenitu w perlit, kinetykę przemiany, rozpad roztworu stałego. Obserwacje mikrostruktury po odkształceniu plastycznym. Opis aparatury i metodyki przeprowadzonych badań.

177* A4:A5 621.785 B5—12.52

CAMERON J. A.: **Zastosowanie wykresu przemiany izotermicznej do normalizowania stali 40 C.** „Application of the isothermal transformation diagram to the normalizing of a 40 C steel”. *J. I r o n S t e e l I n s t.*, t. 170, Nr 4, kw. 52, s. 313; A4, 10,5 str., 3 wyk., 14 mikrogr., 2 rentgenogr., 10 tabl., 12 poz. bibl. — Przeprowadzono próby normalizacji dużych odkuwek ze stali 0,4% C — 3% Cr w oparciu o wykres przemiany izotermicznej. Stwierdzono, że oziębenie potrzebne do wywołania przemiany w zakresie perlitycznym da się wyliczyć na podstawie wykresu przemiany izotermicznej. To samo obliczenie temperatury dla całkowitej przemiany bainitycznej może prowadzić do całkiem mylnych wyników. Omówiono sprzeczności istniejące między danymi z prób izotermicznych i prób nieizotermicznych. Badano warunki, w których pozostaje reszta austenitu oraz ilość szczątkowego austenitu po przemianie bainitycznej.

178* A4:A5 669.131.2:669-153.97 B5—12.52

TITOW B. K.: **Wpływ rodzaju wstępnego hartowania na grafityzację żeliwa białego.** „Wlijanje rieżima predwaritelnoj zakalki na grafitizaciju bielowo czuguna”. *L i t i e j n. P r o i z w.*, Nr 9, wrzes. 51, s. 19; A4, 2,5 str., 6 wyk., 7 mikrogr., 3 tabl., 6 poz. bibl. — Opis przeprowadzonych badań. W celu otrzymania maksymalnej szybkości grafityzacji białego żeliwa konieczne jest zahartowanie od jak najwyższych temperatur z możliwie najkrótszym wytrzymaniem przedmiotu w tej temperaturze.

179* A4 669.14.018 B5—12.52

CATTIER P., DUBOIS CH., BLETON J., BASTIEN P.: **Rozłożenie zanieczyszczeń w stali kutej w świetle badań makro i mikrograficznych.** „Répartition des inclusions dans l'acier forgé en relation avec les structures macrographiques et micrographiques”. *R e v. M é t a l l.*, t. 47, Nr 8, sierp. 50, s. 619; A4, 18 str., 2 wyk., 5 makrogr., 28 mikrogr., 14 tabl., 15 poz. bibl. — Badano stal o zawartości 0,30% C; 1,6% Ni; 0,6% Cr. Określono wielkość, rodzaj i postacie segregacji węgla, siarki i tlenu. Omówiono: wpływ segregacji węgla na jednorodność budowy oraz wpływ średniej zawartości siarki na jej podatność do segregacji. Stwierdzono, że w odróżnieniu od tlenu, siarka i węgiel odgrywają rolę bierną i poddają się ogólnym prawom rządzącym krzepnięciem roztworu.

180* A4 620.18:669.5-174 B5—12.52

BRINSON G., MOORE A. J. W.: **Badanie rekryształizacji cynku przy pomocy obserwacji bezpośredniej.** „The study of recrystallization in zinc by direct observation”. *J. I n s t. M e t a l s.*, t. 79, Nr 6, sierp. 51, s. 429; A5, 18 str., 2 rys., 51 mikrogr., 11 poz. bibl. — Cynk odkształcony plastycznie poddano badaniom w czasie ogrzewania stosując do obserwacji mi-

kroskop polaryzacyjny. Zmiany strukturalne zachodzące podczas rekryształizacji utrwalono na zdjęciach mikroskopowych. Stwierdzono istnienie znacznego wpływu wtrąceń obcych, granic ziaren i linii bliźniaczych oraz miejscowych niejednorodności na wzrost nowych kryształów. Metoda obserwacji daje się zastosować do wszystkich metali, nie posiadających struktury regularnej i ulegających w czasie ogrzewania zmianom kryształicznym widocznym pod mikroskopem.

181* A4 669.14.018.2:620.17:539.377 B5—12.52

SMITH G. V.: **Właściwości metali przy podwyższonych temperaturach.** „Properties of metals at elevated temperatures”. *M e c h. E n g n g.*, t. 72, Nr 10, paźdz. 50, s. 799; A4, 5,5 str., 2 fot., 15 wyk., 1 mikrogr., 14 poz. bibl. — Ciekawa praca o własnościach stali węglowych stopowych w podwyższonych temperaturach. Wpływ temperatury i szybkości obciążenia na wytrzymałość doraźną i wydłużenie stali oraz charakter pęknięcia i mechaniki strukturalnego procesu odkształcania. Wpływ temp. na przewodność cieplną i moduł sprężystości stali. Wpływ czynników metalurgicznych na odporność na pełzanie. Wykresy charakteryzujące zachowanie się różnych stali w procesie pełzania w zależności od temperatury.

182* A4:A8a 669.13.018.85 B5—12.52

HALLETT M. M.: **Badania żeliwa żaroodpornego.** „Tests on heat-resisting cast irons”. *J. I r o n S t e e l I n s t.*, t. 170, Nr 4, kw. 52, s. 321; A4, 12 str., 1 fot., 8 wyk., 20 mikrogr., 4 tabl. — Przeprowadzono próby odporności na utlenianie w powietrzu i w atmosferze siarkowej szeregu typów żeliwa żaroodpornego w temperaturze 750 — 1050°C. Porównano zachowanie się poszczególnych typów oraz podano wpływ dodatków niklu, krzemu i chromu na ich odporność. Wykonano pomiary ilości zgorzeli i obserwacje zmian mikrostrukturalnych i wewnętrznego utleniania. Określono skłonność badanych żeliw do pęknięcia i rysowania się.

183* A4 669.13.018.85:669.046.558.3/5 B5—12.52

TIMMERBEIL H.: **Wpływ różnych dodatków stopowych na technologiczne własności żeliwa a w szczególności na ogniotrwałość.** „Über den Einfluss verschiedener Legierungselemente auf die technologischen Eigenschaften von Gusseisen, insbesondere die thermische Beständigkeit”. *G i e s s e r e i.*, t. 28, Nr 2, stycz. 51, s. 25; A4, 4,5 str., 6 wyk., 1 mikrogr., 1 makrogr., 5 poz. bibl. — Współczesny stan techniki na polu ogniotrwałych żeliw. Wpływ Si i Al oraz grubości ścianek na grafit i twardość żeliwa. Żeliwa o różnych zawartościach Si, Al i Cr, ich własności mechaniczne oraz odporność na wysokie temperatury.

184* A4 669.717:621.4-242.34 B5—12.52

ENGLISCH C.: **Łokowe stopy lekkie.** „Leichtmetall kolbenlegierungen”. *M a s c h. - B a u u. W ä r m e w.*, t. 6, Nr 6, czerw. 51, s. 89; A4, 9,5 str., 13 wyk., 3 tabl., 7 poz. b'bl. — Wymagania stawiane stopom łokowym. Omówienie stopów łokowych aluminium — miedź, aluminium — krzem oraz typu „Y”. Ulepszanie cieplne tychże stopów. Własności mechaniczne w temperaturach zwykłych i podwyższonych. Rozszerzalność i przewodnictwo cieplne. Odporność na ścieranie. Polepszanie własności przeciwciernych przez eloksację, cynowanie, ołowianowanie i grafitowanie.

185* A4 669.141:241.3:620.18 B5—12.52

WOGIN R., GOODALL A.: **Struktura wlewków ze stali półuspokojonej pod ich powierzchnią.** „Sub-surface ingot structure of semi-killed steel”. *J. I r o n S t e e l I n s t.*, t. 171, Nr 2, czerw. 52, s. 154; A4, 10 str., 1 fot., 7 wyk., 7 tabl., 4 poz. bibl. — Obserwacje struktur występujących pod powierzchnią 10-tonowych płaskich kęsisk ze stali półuspokojonej. Obserwacje przeprowadzono na 250 próbkach. Wpływ zawartości węgla i odtleniaczy (krzem — mangan) na strukturę. Występujące struktury i wady sklasyfikowano wg trzech grup. Stwierdzono istnienie wyraźnego wpływu walcowania na wady występujące w płytach.

A TECHNOLOGIA METALI c.d.

186* A4 669.131.82 B5—12.52
JOLY S.: Otrzymywanie żeliwa ciągliwego o białym przelomie. „Le recuit de la malléable à coeur blanc“. Métaux Corros., t. 26, Nr 305, stycz. 51, s. 3; A4, 7 str., 4 wykr., 7 mikrogr., 3 tabl., 4 poz. bibl. — Przebieg procesu odwęglania. Wpływ różnych czynników na szybkość rozpuszczania się cementytu, na grafityzację i na szybkość dyfuzji węgla.

187* A4 669.14.018.252.3:620.18:548.7 B5—12.52
GOLDSCHMIDT H. J.: Struktura węglików w stalach stopowych. „Structure of carbides in alloy steels“. J. Iron Steel Inst., t. 170, Nr 3, marz. 52, s. 189; A4, 18 str., 1 rys., 3 wykr., 20 rentgenogr., 10 tabl., 20 poz. bibl. — Artykuł obecny jest częścią drugą wcześniej publikowanej pracy (t. 160, 1948, s. 345) i omawia budowę węglików powstających w stalach szybko tnących. Badania rentgenostrukuralne przeprowadzono na stali szybko tnącej typu 18—4—1. Omówiono powstawanie, charakter, własności i budowę istniejących w badanych stalach węglików.

188* A4 669.27.25-492.8 B5—12.52
AMMANN E. HINNÜBER J.: Rozwój węglików spiekanych w Niemczech. „Die Entwicklung der Hartmetalllegierungen in Deutschland“. Stahl u. Eisen, t. 71, Nr 21, s. 1081; A4, 9,5 str., 1 fot., 1 rys., 10 wykr., 8 mikrogr., 3 tabl., 50 poz. bibl. — Historia rozwoju spieków wolframowo-kobaltowych. Wpływ struktury na własności spieków i ich zakres zastosowania. Struktura i własności spieków wolframowo-tytanowo-kobaltowych. Przykłady zastosowania. Zależność wytrzymałości, modułu sprężystości i twardości od zawartości węgla tytanu. Zależność twardości i szybkości skrawania od temperatury.

189* A4 620.19:620.18 B5—12.52
LEIRIS H.: Makroanaliza złamań. „L'analyse morphologique des cassures“. Métaux Corros., t. 26, Nr 316, grudz. 51, s. 471; A4, 25 str., 37 fot., 1 rys., 19 poz. bibl. — Omówienie poszczególnych najbardziej typowych pęknięć i złamań elementów zespołów. Makrostruktury powierzchni złamań. Analiza przyczyn pęknięcia w oparciu o makrostrukturę złomu. Wypadki pęknięć, złamań i rozerwania całych zespołów.

190* A4 669.1.017 B5—12.52
LORIG C. H.: Metalurg obserwuje złomy. „A metallurgist looks at fracture“. Metal Progr., t. 60, Nr 5, l. st. 51, s. 69; A4, 7,5 str., 2 fot., 2 rys., 3 wykr., 3 mikrogr. — Omówienie różnych typów złomów stali od strony metalograficznej. Przyczyny powstawania pęknięć. Pęknięcia: wzdłuż granic ziarna, wzdłuż granic faz strukturalnych, poprzez ziarna, wzdłuż uprzywilejowanych płaszczyzn.

191* A4.A2 669.141.25:620.18:669.184.12 B5—12.52
ROLL F.: Wielkość ziarna w odlewach z małego konwertora. „Beitrag zur Kornausbildung von Kleinkonverter — Stahlguss und dessen Glühung“. Gieserei, t. 80, Nr 2, stycz. 52, s. 30; A4, 2 str., 6 wykr. — Wyniki badań odnośnie wpływu na wielkość ziarna w odlewie stalowym: temperatury przegrzania, stopnia odtlwienia, składu chemicznego staliwa oraz temperatury i czasu wyżarzania gotowych odlewów.

192* A4 669.131.622 B5—12.52
SIERIEDIENKO B. N., KUKUJEWICKIJ W. A.: Części silników traktorowych z żeliwa modyfikowanego. „Dietali traktornych dwigatelej iz modifizirowanowo czuguna“. Wiestn. Maszinostr., t. 31, Nr 5, maj 51, s. 51; A4, 2 str., 2 rys., 2 tabl. — Zastosowanie żeliwa modyfikowanego na wałki rozrządowe, wały korbowe i popychacze. Stwierdzono pełną przydatność żeliwa modyfikowanego do tych celów.

A5 Obróbka cieplna

193* A5 621.783:669.716:621.785 B5—12.52
PATON C. P.: Obróbka cieplna stopów lekkich przy okresowym załadowywaniu. „Batch thermal treat-

ment of light alloys“. J. Inst. Metals, t. 19, Nr 6, luty 52, s. 311; A4, 12 str., 3 fot., 3 wykr., 1 tabl. — Charakterystyka poszczególnych procesów obróbki cieplnej. Wymagania techniczne odnośnie konstrukcji pieców i opis rozmaitych typów. Krytyka współczesnych konstrukcji oraz kierunki rozwojowe pieców do obróbki cieplnej wsadów stopów lekkich.

194* A5 669.112.227.32:669.15-196.54 B5—12.52

HÜLSBRUCH W., THEIS E.: Wyżarzanie zmiekczaające stali wysokowęglowej z wykorzystaniem przemiany izotermicznej. „Weichglühen von kohlenstoffreichen Stählen mit isothermischer Rückumwandlung“. Stahl u. Eisen, t. 72, Nr 3, stycz. 52, s. 123; A4, 11 str., 3 wykr., 1 mikrogr., 3 tabl., 12 poz. bibl. — Wyżarzanie zmiekczaające dla otrzymania równomiernej struktury z pełną koagulacją cementytu w stalach żelazkowych (typu 2.1.100 wg PN). Po próbach dilatometrycznych i próbach wyżarzania znanymi dotychczas metodami, opracowano nową metodę wyżarzania zmiekczaającego z wykorzystaniem przemiany izotermicznej. Metoda ta stosowana być może dla wszystkich stali stopowych o zawartości powyżej 0,5% C oraz nadeutektoidalnych stali węglowych.

195* A5 669.141.25-153.95 B5—12.52

SMOLANICKIJ Ja. A.: Normalizacja odlewów stalowych z jednoczesnym przyspieszonym odpuszczeniem. „Normalizacja stalnowo litja s odnowriemienym uskoriennym otpuskom“. Litiejn. Proizw., Nr 1, stycz. 52, s. 2; A4, 3 str., 2 rys., 3 wykr., 3 tabl., 4 poz. bibl. — Rezultaty badań nowej metody obróbki cieplnej odlewów ze stali średniowęglowej, polegającej na wykorzystaniu ciepła doprowadzonego do przedmiotów w czasie wyżarzania normalizacyjnego. Po normalizacji przedmioty zostają ochłodzone na powietrzu do temp. 400—500°C (zależnie od grubości ścianek) i następnie poddane od tej temperatury przyspieszonemu odpuszczeniu. Metoda ta powoduje zmniejszenie naprężeń wewnętrznych w odlewach o ponad 80%.

196* A5 669.13.018.462 B5—12.52

GOLDSZTEJN Ja. Je.: Powierzchniowe hartowanie żeliwa zamiast odbielania w formie. „O powierzchniowej zakalkie czuguna wzamien jewo odbielianja w formie“. Wiestn. Maszinostr., t. 31, Nr 12, grudz. 51, s. 37; A4, 3,5 str., 9 wykr., 2 mikrogr., 3 tabl., 5 poz. bibl. — Własności warstwy zahartowanej. Rola grafitu. Wpływ szybkości ogrzewania i ilości doprowadzonego ciepła. Wpływ cieczy hartowniczej, w tym chłodzenia w niskich temperaturach (od 50 do 183°C). Porównanie odporności na ścieranie żeliwa zahartowanego powierzchniowo z żeliwem odbielonym.

197* A5 669.13.018.463:669.131.6 B5—12.52

HALLETT M. M.: Wpływ składników stopowych na obróbkę żeliwa szarego. „The effect of alloy elements on the heat treatment of grey cast iron“. Alloy Metals Rev., t. 8, Nr 63, marz. 52, s. 2; B5, 6 str., 4 wykr., 30 poz. bibl. — Wpływ niklu, chromu i molibdenu na żarzenie żeliwa szarego. Hartowanie i odpuszczanie. Hartowanie płomieniowe oraz indukcyjne.

198* A5 621.785:669.7.018:621.783 B5—12.52

STAPLES R. T.: Wyżarzanie powierzchniowe stopów lekkich. „Flash annealing of light alloys“. J. Inst. Metals, t. 80, Nr 6, luty 52, s. 323; A4, 13 str., 1 fot., 1 rys., 4 mikrogr., 16 tabl., 16 poz. bibl. — Omówiono główne zasady powierzchniowej obróbki cieplnej stopów lekkich, procesy obróbki, działanie pieców do powierzchniowego wyżarzania oraz ich zalety i wyższość nad piecami do obróbki w kąpeli. Szczegółowiej omówiono konstrukcję, działanie i sprawność taśmowego pieca do obróbki powierzchniowej blach. Zanalizowano wpływ żarzenia powierzchniowego na strukturę (wielkość ziarna) oraz własności mechaniczne stopu Al-Cu-Mg.

A TECHNOLOGIA METALI c.d.

- 199* A5 621.785:669.35:621.783 B5—12.52
DAVIS E., TEMPLE S. G.: Wsadowe lub ciągle wyżarzanie miedzi i jej stopów. „Batch and continuous annealing of copper and copper alloys“. *J. Inst. Metals*, t. 80, Nr 6, luty 52, s. 287; A4, 11,5 str., 5 fot., 5 wykr., 3 tabl., 7 poz. bibl. — Rozwój w budowie pieców do obróbki cieplnej stopów miedzi w ostatnich latach. Wyżarzanie podstawowych stopów miedzi i ich własności mechaniczne i strukturalne po obróbce w piecach ciągłych i komorowych. — Budowa i działanie różnych typów pieców komorowych i ciągłych. Atmosfery ochronne zapobiegające powierzchniowemu utlenianiu. Obróbka cieplna stopów miedzi z cynkiem w atmosferach specjalnych.
- 200* A5 621.231:669.14.018.463 B5—12.52
DU MOND T. C.: Hartowanie płynno-płomieniowe zastosowane do hartowania kół zębnych. „Liquid flame hardening used to selectively harden steel gear teeth“. *Math. a. Meth.*, t. 33, Nr 1, stycz. 51, s. 74; A4, 2 str., 2 fot. — Hartowanie powierzchniowe zębów kół zębnych przez obracanie ich z szybkością 40–45 obr./min. w wannie solnej. Sposób ten może być stosowany do rozmaitych typów ząbów i wykazuje szereg zalet, jak brak odkształceń i prawidłowe przejście od warstwy hartowanej do rdzenia. Uzyskane twardości powierzchni 52 Rc przy twardości rdzenia 36 Rc.
- 201* A5 621.785:621.789 B5—12.52
FLOYD E. R.: Atmosfery do hartowania bez zgorzeli oraz do nawęglania. „Atmospheres for clean hardening and carburizing“. *Metal Progr.*, t. 54, Nr 9, wrzes. 48, s. 338; A4, 7 str., 3 mikrogr. — Atmosfery obojętne zapewniające minimalne pokrycie się zgorzeliną powierzchni stali przy hartowaniu. Warunki równowagi reakcji żelazo — dwutlenek węgla oraz żelazo — para wodna w wysokich temperaturach hartowania. Wpływ obecności węgla w stali oraz ciśnienia cząstkowego na przebieg reakcji. Warunki do nawęglania gazowego (równania równowagi) — czas, temperatura, skład gazu nawęglającego.
- 202* A5 621.783(7),1940 1950“ B5—12.52
HARRIS F. E.: Postęp w dziedzinie budowy pieców i metod obróbki cieplnej. „Improvements in furnaces and methods for heat treatment“. *Metal Progr.*, t. 59, Nr 1, stycz. 51, s. 63; A4, 6 str., 3 fot., 1 rys., 5 wykr. — Przegląd kierunków rozwojowych budowy pieców i metod obróbki cieplnej w Ameryce, w dziesięciolecie 1940–1950. Przedstawiono współczesne poglądy na budowę pieców ze względu na sposób, temperaturę i szybkość ogrzewania przedmiotów stalowych. Zastosowanie atmosfer ochronnych przy obróbce cieplnej stali i stopów kolorowych.
- 203* A5 621.783.045:669.2 B5—12.52
EVANS C. I., HANCOCK P. F., HAYWOOD F. W., Mc MULLEN J.: Piece elektryczne dla obróbki cieplnej metali i stopów nieżelaznych. „Electric furnaces for the thermal treatment of non-ferrous metals and alloys“. *J. Inst. Metals*, t. 19, Nr 6, luty 52, s. 255; A4, 19 str., 12 fot., 2 rys. — Przegląd typów pieców elektrycznych dla obróbki cieplnej stopów lekkich oraz miedzi, niklu i ich stopów. Dobór atmosfery ochronnej dla poszczególnych stopów. Opisane piece przeznaczone są dla produkcji ciągłej.
- 204* A5 621.783.223:669.2 B5—12.52
WRIGHT J. F.: Urządzenia gazowe dla obróbki cieplnej metali i stopów nieżelaznych. „Gas equipment for the thermal treatment of non-ferrous metals and al-

loys“. *J. Inst. Metals*, t. 19, Nr 6, luty 52, s. 269; A4, 19 str., 5 fot., 15 rys., 2 wykr., 5 tabl., 10 poz. bibl. — Urządzenia gazowe i mechaniczne dużych pieców gazowych dla obróbki cieplnej metali nieżelaznych. Opis kilku typów palników. Atmosfera w piecu i dobór jej dla poszczególnych metali.

A8 Korozja

- 205* A8 669.419.23:669.58:620.191 B5—12.52
HADDEN S. E.: Wpływ żarzenia na odporność stali cynkowej na korozję atmosferyczną. „Effect of annealing on the resistance of galvanised steel to atmospheric corrosion“. *J. Iron Steel Inst.*, t. 171, Nr 2, czerw. 52, s. 121; A4, 8 str., 1 fot., 5 wykr., 3 mikrogr., 5 tabl., 7 poz. bibl. — Wyżarzanie drutów i blach cynkowanych na gorąco spowodowało znaczne zwiększenie ich odporności na korozję atmosferyczną. Żarzenie drutów zwiększyło ich odporność trzykrotnie w stosunku do odporności tych samych drutów nieżarzonych. Obróbka taka w czasie 30 min. przy 650°C dała powłokę ochronną ze stopu Fe—Zn o zawartości 21,6% Fe, przy czym procent Fe w powłoce zależy od czasu i temperatury żarzenia.

- 206* A8 669.13.018.84:669.131.89 B5—12.52

FRANKE E.: Odporność na korozję ferrytycznego i perlitycznego żeliwa sferoidalnego. „Das Korrosionsverhalten von ferritischem und perlitischem Gusseisen mit Kugelgraphit“. *Werkstoffe u. Korros.*, t. 2, Nr 3, marz. 51, s. 101; A4, 2 str., 2 tabl., 7 poz. bibl. — Krytyczne porównanie odporności na korozję niklowo-magnezowych i magnezowych sferoidalnych żeliw z odpornością zwykłego żeliwa handlowego. Wpływ struktury na odporność na działanie kwasów i zasad.

A9 Metalizacja

- 207* A9 669.718.65:669.718.66:669.718.67:669.14 B5—12.52

MOSES D. P., POPHAM G. G.: Pokrywanie stali aluminium. „The coating of steel with aluminium“. *Metalurgia (Manc'h)*, t. 45, Nr 268, luty 52, s. 70; A4, 5 str., 1 rys., 7 mikrogr., 1 makrogr., 32 poz. bibl. — Przegląd współczesnych metod pokrywania stali warstwą aluminium. Obróbka cieplna warstwy natryskiwanej. Ogólne własności warstwy.

A10 Specjalne metody obróbki metali

- 208* A10 621.822.5:621.747.583.1 B5—12.52

LICHNICKIJ G. W., KOŁTUNOW S. Ja., KORNBLIT G. E.: Natapianie łożysk przy pomocy płomienia wodorowego. „Napławka podszipników wodorodnym płomieniem“. *Awto gen. Dielo*, Nr 3, marz. 52, s. 25; A4, 1,5 str., 1 fot., 3 rys. — Nowy sposób pokrywania wkładek stopami łożyskowymi na bazie cyny. Stapiany bezpośrednio na wkładce, przy pomocy palnika wodorowo-tlenowego (przy ciśnieniu roboczym tlenu nie wyższym niż 0,1 atm), stop cynowy znacznie mniej się utlenia i lepiej wiąże się z podłożem. Metodą tą można pokrywać zarówno nowe łożyska jak i remontować stare.

- 209* A10c 669.268.7:621-222 B5—12.52

Chromowanie porowate cylindrów z aluminium. „Le chromage poreux des cylindres en aluminium“. *Rev. Alumin.*, t. 27, Nr 168, lip/sierp. 50, s. 273; A4, 1,5 str., 1 fot. — Zastąpienie cylindrów ze wstawianymi stalowymi koszulkami przez cylindry chromowane porowato bezpośrednio na stopie aluminium. Zmniejszenie ciężaru oraz zużycia i kosztów produkcji. Zwiększenie mocy. Opis chromowania cylindrów silnika dwutaktowego o mocy 4 KM.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu techniki.

Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, al. Niepodległości 183) — CIDNT przyjmując prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w prenumeracie 10 groszy. CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych przeglądem bibliograficznym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Gwiazdkami, obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotekach poszczególnych ośrodków.

Wyniki Konkursu na Popularną Broszurę Techniczną

Państwowe Wydawnictwa Techniczne mając na uwadze potrzebę zasilenia literatury technicznej książkami autorów polskich, które w sposób przystępny a jednocześnie wyczerpujący pogłębiałyby wiedzę fachową robotników zatrudnionych w przemyśle, ogłosiły w grudniu 1950 roku Konkurs Otwarty na Popularną Broszurę Techniczną.

W wyniku ogłoszenia Konkursu nadesłano do PWT 73 prace omawiające czynności produkcyjne stosowane w różnych dziedzinach techniki.

Wszystkie prace zaopiniowane przez wybitnych fachowców poszczególnych gałęzi przemysłu.

Decyzją Sądu Konkursowego wyłonionego z Rady Programowej PWT przyznane zostały następujące nagrody:

NAGRODA I — w wysokości zł 2.500. — dr inż. Julian Nadziakiewicz za pracę „Przygotowanie wsadu węglowego do pieców koksowniczych“.

NAGRODA II — w wysokości zł 2.000. — inż. Tadeusz Kozłowski za pracę „Piece koksownicze i ich obsługa“.

NAGRODA II — w wysokości zł 2.000. — inż. Piotr Klich za pracę „Wzbogacanie mułków i gospodarka wodna na płuczkach węgla koksującego“.

NAGRODA III — w wysokości zł 1.500. — Zdzisław Sepielak za pracę „Technika spawanie rur chromo-molibdenowych“.

NAGRODA III — w wysokości zł 1.500. — Jerzy Stobiński za pracę „O pracach związanych z chemicznym utwaleniem owoców i ich przetworów“.

NAGRODA III — w wysokości zł 1.500. — inż. Bronisław Lis za pracę „Obsługa liczników energii elektrycznej“.

NAGRODA III — w wysokości zł 1.500. — inż. Jakub Wajntraub za pracę „Bielenie tkanin bawełnianych“.

NAGRODY pocieszenia w wysokości zł 500. — otrzymali:

1. inż. Lesław Brodzik za pracę „Wsadzarka pieców koksowych“.
2. Piotr Sosnowski za pracę „Drewniana obudowa wyrobisk w kopalni“.
3. inż. Feliks Perzyna za pracę „Skrobanie w zastosowaniu do montażu i remontu maszyn“.
4. inż. Tadeusz Kowalski za pracę „Obsługa pieca elektrycznego łukowego“.
5. mgr inż. Michał Godlewski za pracę „Wyrób rdzeni“.
6. Tadeusz Kłossowski za pracę „Sortowanie jelit zwierzęcych“.
7. inż. Maciej Radwan za pracę „Obsługa przemysłowych aparatów rentgenowskich“.
8. inż. Majer Wajntraub za pracę „Elementarz dla pracowników zatrudnionych przy montażu radioodbiorników Pionier“.

Większość nagrodzonych w ramach Konkursu prac zostanie przez PWT wydana drukiem.

Warszawa, dn. 3.I.52 r.

Plan Pracy T. W. P. w 1952 r.

Nad planem pracy na rok 1952 obradował w Warszawie dwudniowy Zjazd prezesów i sekretarzy Zarządów Wojewódzkich Towarzystwa Wiedzy Powszechnej z udziałem członków Prezydium Zarządu Głównego TWP.

Towarzystwo Wiedzy Powszechnej, które dotychczas organizuje od 4.000 do 5.000 odczytów miesięcznie rozszerzy znacznie swą działalność w 1952 r., w oparciu o organizacje masowe i świetlice Ministerstwa Kultury i Sztuki.

W styczniu TWP zorganizuje 7.000 odczytów, dochodząc pod koniec 1952 roku do 15.000 odczytów miesięcznie. Większość tych odczytów odbywać się będzie r.a wsi oraz w zakładach produkcyjnych. Celem usprawnienia tej akcji utworzone zostaną od stycznia powiatowe koła prelegentów TWP, pracujące w sekcjach przyrodniczych i społeczno-humanistycznych.

W dotychczasowej tematyce odczytowej na żądanie terenu uwzględnione zostaną również zagadnienia regionalne.

Aktualny wykaz księgarń „Domu Książki“ specjalizujących się w sprzedaży książek technicznych i gospodarczych

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Białystok, Rynek Kościuszki 12 | 13. Kielce, Kilińskiego 10 | 26. Rzeszów, 3-go Maja 2 |
| 2. Bielsko, Jagiellońska 10 | 14. Kraków, Rynek 36 | 27. Sosnowiec, 3-go Maja 23 |
| 3. Bydgoszcz, Dworcowa 14 | 15. Leszno, Rynek 28 | 28. Starogard, Świerczewskiego 15 |
| 4. Bytom, Stalina 10 | 16. Lublin, Krak. Przedm. 52 | 29. Szczecin, Sikorskiego 7 |
| 5. Chorzów, Wolności 22 | 17. Łódź, Piotrkowska 45 | 30. Tczew, Dąbrowskiego 18 |
| 6. Cieszyń, Pl. Stalina 6 | 18. Łódź, Piotrkowska 193 | 31. Wałbrzych, Gdańska 3 |
| 7. Częstochowa, Al. N. M. P. 14 | 19. Olsztyn, Pl. Wolności 2/3 | 32. Warszawa, Bracka 20 |
| 8. Elbląg, Królewiecka 14 | 20. Opole, Ozimska 8 | 33. Warszawa, Marszałkowska 62 |
| 9. Gdańsk - Wrzeszcz, Grunwaldzka 8 | 21. Ostrów Wlkp. Pl. Stalina 9 | 34. Warszawa, Poznańska 12 |
| 10. Gdynia, 10-go lutego 9 | 22. Piotrków, Słowackiego 1 | 35. Wrocław, Stalingradzka 32 |
| 11. Gliwice, Zwycięstwa 31 | 23. Poznań, Paderewskiego 6 | 36. Włocławek, Stalina 25 |
| 12. Katowice, Młyńska 2 | 24. Radom, Żeromskiego 1 | 37. Zabrze, ul. Wolności 288 |
| | 25. Rybnik, Zamkowa 8 | 38. Zielona Góra, Żeromskiego 11 |

Nowe polskie normy z dziedziny mechaniki

W miesiącach czerwcu i lipcu 1951 r. zostały przez PKN wydane drukiem następujące normy:

Hutnictwo

- PN/H — 04209 Analiza żelazo-stopów. Żelazo-wanad
 H — 04675 Badania technologiczne żeliw. Próba łamania klina
 H — 04677 Badania technologiczne żeliw. Próba lejułości
 H — 15000 Złom stalowy
 H — 15100 Złom żeliwny
 H — 74016 Żeliwne rury kanalizacyjne. Dołączniki typu „a”
 H — 74075 Żeliwne rury kanalizacyjne. Konstrukcja kielicha
 H — 74375 Rurociągi. Rowki trójkątne w kołnierzach. Wymiary
 H — 85022 Stal szybkołnąca. Klasyfikacja
 H — 86020 Stal nierdzewna. Klasyfikacja
 H — 86021 Stal kwasoodporna. Klasyfikacja
 H — 93404 Stal walcowana. Kształtowniki okienne i poręczowe. Wymiary
 H — 93830 Miedź. Drut okrągły ciągniony wymiary

Technika warsztatowa

- PN/M — 53130 Suwmiarki. Wymagania techniczne, konserwacja i opakowanie
 M — 53131 Suwmiarki jednostronne ze śrubą zaciskową i noniuszem 0,1 mm
 M — 53132 Suwmiarki jednostronne ze śrubą nastawczą i noniuszem 0,02 mm
 M — 58901 Rozwiertarki trzpieniowe stałe. Zdzieraki kręte z chwytem stożkowym Morse's, (PN/N-166 z 1948 r. unieważniono)
 M — 58980 Rozwiertaki nasadzane. Zdzieraki nakładane płytkami z węglików spiekanych
 M — 58981 Rozwiertaki nasadzane. Wykończaki nakładane płytkami z węglików spiekanych
 M — 63480 Przebijaki blacharskie kwadratowe

Części maszyn

- PN/M — 80502 Łańcuchy gospodarcze o ogniach prostych krótkich
 M — 80503 Łańcuchy gospodarcze o ogniach skręconych krótkich
 M — 80504 Łańcuchy gospodarcze o ogniach skręconych długich
 M — 82411 Śruby pazurkowe ze łbami grzybkowymi
 M — 82511 Śruby klamrowe ze łbami wypukłymi
 M — 82512 Śruby klamrowe ze łbami płaskimi

W miesiącach sierpniu i wrześniu 1951 r. zostały przez PKN wydane drukiem następujące normy:

Hutnictwo

- PN/H — 04210 Analiza chemiczna żelazo-stopów. Żelazo-tytan
 H — 74006 Żeliwne rury kanalizacyjne. Trójniki skośne
 H — 74007 Żeliwne rury kanalizacyjne. Trójniki proste
 H — 74009 Żeliwne rury kanalizacyjne. Czworkniki jednopłaszczyznowe

- H — 74010 Żeliwne rury kanalizacyjne. Trójniki dwupłaszczyznowe
 H — 84033 Stal na łańcuchy techniczne. Klasyfikacja
 H — 85021 Stal narzędziowa do pracy na gorąco. Klasyfikacja
 H — 85023 Stal narzędziowa stopowa do pracy na zimno. Klasyfikacja
 H — 92128 Stal walcowana nierdzewna, kwasoodporna i żaroodporna. Blachy. Wymiary.
 H — 92130 Stal walcowana szybkołnąca. Blachy. Wymiary
 H — 93409 Stal węglowa walcowana. Szyny wąskotorowe
 H — 93410 Stal węglowa walcowana. Szyny dźwigowe
 H — 93411 Stal węglowa walcowana. Szyny tramwajowe o wysokości 160 mm
 H — 93412 Stal węglowa walcowana. Łubki płaskie do szyn wąskotorowych

Technika warsztatowa

- PN/M — 13150 Rurki szklane wodowskazowe do kotłów parowych
 M — 53141 Głębokościomierze suwmiarkowe ze śrubą zaciskową i noniuszem 0,1 mm
 M — 53143 Głębokościomierze suwmiarkowe ze śrubą nastawczą i noniuszem 0,02 mm
 M — 53166 Kątowniki 90° pełne
 M — 53167 Kątowniki 90° cylindryczne (lub walcowe)
 M — 56152 Rękojeści proste długie
 M — 56153 Rękojeści długie
 M — 60157 Oprawki zaciskowe z chwytem stożkowym 7:24 do frezów z chwytem cylindrycznym
 M — 60901 Imadła równoległe przenośne
 M — 60911 Imadła maszynowe
 M — 60912 Imadła maszynowe pochylone
 M — 60913 Podstawy do imadeł maszynowych
 M — 61292 Przyrządy i uchwyty. Ustawiak okrągły
 M — 61293 Przyrządy i uchwyty. Ustawiak prostokątny
 M — 61294 Przyrządy i uchwyty. Ustawiak kątowy górny
 M — 61295 Przyrządy i uchwyty. Ustawiak kątowy boczny
 M — 62015 Przyrządy i uchwyty. Podstawy do czujnika
 M — 74085 Armatura przemysłowa. Klucze do zasuw i hydrantów
 M — 77038 Łopatką uniwersalna aluminiowa
 M — 78018 Sprzęt warsztatowy. Szafki na ubrania
 M — 78019 Sprzęt warsztatowy. Szafki z przegrodą na ubrania

Części Maszyn

- M — 82051 Śruby, nakrętki i wkręty, ich wykonanie i dopuszczalne odchyłki wymiarowe
 M — 82215 Wkręty ze łbami walcowymi płaskimi z gwintem krótkim
 M — 82052 Śruby i wkręty. Zakresy średnic i długości gwintów walcowanych
 M — 82053 Śruby, nakrętki i wkręty. Klasyfikacja stali stosowanych do ich wyrobu.

Książki nadesłane

NIEKTÓRE KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI W PLANIE 6-LETNIM — Praca zbiorowa — Format A5, str. 195, rys. 101. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 12.—

W książce omówiono nowe procesy technologiczne i ich zastosowanie w okresie Planu Sześcioletniego. Zainicjowana przez Komisję Państwową Planowania Gospodarczego „Biblioteka Planu Sześcioletniego“, do której należy niniejsza broszura, ma umożliwić robotnikom kwalifikowanym, mistrzom, technikom oraz inżynierom zapoznanie się z założeniami, zadaniami i celami poszczególnych odcinków Planu.

Zygmunt Dobrowolski — SPAWALNICTWO — Format A5, str. 415, rys. 390. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 22.—

Książka ujmuje całokształt procesów technologicznych dotyczących łączenia metali za pomocą doprowadzenia ciepła, tj. spawanie i zgrzewanie gazowe oraz elektryczne, lutowanie, a także procesy pokrewne, jak cięcie metali, natapianie, metalizację natryskową, utwardzanie powierzchniowe itp.

Praca jest przeznaczona dla techników, spawaczy i uczniów kursów spawania. Może również stanowić książkę pomocniczą dla uczniów szkół technicznych o kierunku mechanicznym.

W. Felgentraeger — WAGI WYSOKIEJ DOKŁADNOŚCI — KONSTRUKCJA, WAŻENIE I ODWAŻNIKI — Tłumaczył z niemieckiego mgr inż. A. Richter — Format B5, str. 256, rys. 112. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 45.—

Książka zawiera teoretyczne podstawy ważenia i konstrukcji dokładnych wag, rozpatruje w sposób systematyczny części konstrukcyjne wag i materiały na nie stosowane, omawia regulację wag i daje przegląd typów wag laboratoryjnych. W książce omówione są również dokładne metody ważenia i stosowane odważniki.

Książka jest przeznaczona dla konstruktorów, konserwatorów i użytkowników wag laboratoryjnych wysokiej dokładności.

E. Assbury i J. Czarnecka — JAK PROWADZIĆ BIBLIOTEKĘ FACHOWĄ W ZAKŁADZIE PRODUKCYJNYM — Format A5, str. 126, rys. 3. PWT, Warszawa 1952. Cena zł 9.50.

Książka zawiera podstawowe wiadomości o prowadzeniu bibliotek fabrycznych, warsztatowych i bibliotek specjalnych. Przeznaczona jest dla osób nie posiadających wykształcenia bibliotekarskiego, ale pracujących w tego typu bibliotekach. Może być również użyteczna dla osób, które stale z bibliotek korzystają.

Piotr Sosnowski — DREWNIANA OBUDOWA WYROBISK KOPALNIANYCH — Format A5, str. 67, rys. 65. PWT, Katowice 1952. Cena zł 5.—

Książka zawiera przystępne omówienie własności, jakie powinno mieć drewno kopalniane i jak należy nim gospodarować. Podaje dalej właściwe sposoby transportu drewna w kopalni, przygotowywanie z niego typowych elementów oraz daje praktyczne wskazówki stawiania najczęściej stosowanych typów i odmian obudowy drewnianej tudzież rady unikania przy

tym różnych błędów zmniejszających bezpieczeństwo pracy.

Książka jest podręcznikiem dla górników i budowniczych oraz służyć może do szkolenia zawodowego.

Piotr Klich, mgr inż. górniczy — WZBOGACANIE MUŁÓW I GOSPODARKA WODNA NA PŁUCZKACH WĘGLA KOKSUJĄCEGO — Format A5, str. 72, rys. 41. PWT, Katowice 1952. Cena zł 6.—

Książka omawia metody wzbogacania mułu stosowane powszechnie w płuczkach węgla koksującego a szczególnie zgęszczanie mułu w odmulnikach, wzbogacanie na przesiewaczach, flotację i filtrowanie. Porusza również problem oczyszczania wody płuczkowej w osadnikach położonych na zewnątrz płuczki dla zapobieżenia stratom mułu i odprowadzania czystej wody do okolicznych potoków. Zawiera opis działania i obsługi najważniejszych maszyn i urządzeń stosowanych w przeróbce mułu.

Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla kwalifikowanych robotników, obsługujących urządzenia przeróbcze i zatrudnionych przy naprawach, również dla dozoru płuczek w celu zaznajomienia go z całokształtem wzbogacania mułu. Może być również pomocą naukową dla nauczycieli i uczniów Technikum Górniczych w zakresie przedmiotu przeróbki mechanicznej.

G. W. Akimow — PODSTAWY NAUKI O KOROZJI I OCHRONIE METALI — tłumaczył z rosyjskiego mgr inż. Marian Orman — Format B5, str. 359, rys. 371. PWT, Katowice 1952. Cena zł 56.—

W książce opisane podstawy teorii o korozji metali z punktu widzenia nowoczesnej elektrochemii oraz ważniejsze metody badań zjawisk korozyjnych zachodzących w metalach i ich stopach. Opisano również metody i sposoby ochrony metali przed korozją. Książka jest przeznaczona dla pracowników naukowych instytutów badawczych i laboratoriów hutniczych oraz może służyć pomocą dla studentów wyższych technicznych zakładów naukowych.



Dr inż. Jarosław Naleszkiewicz

Prof. Politechniki Gdańskiej
odznaczony Państwową Nagrodą Naukową

MECHANIKA TECHNICZNA

Cz. I STATYKA

str. 288 zł. 20,60

Cz. II KINEMATYKA

str. 144 zł. 10,80

Cz. III DYNAMIKA

str. 252 zł. 17,35

**PAŃSTWOWE
WYDAWNICTWO NAUKOWE**

Warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1953

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej, Państwowe Wydawnictwa Techniczne i Wydawnictwa Komunikacyjne, wprowadzając zatwierdzone przez Biuro Prasy i Informacji przy Prezydium Rady Ministrów i Departament Techniki PKPG następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1953:

L. p.	Nazwa czasopisma	A b o n a m e n t					
		Opłata normalna			Opłata ulgowa		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna
1	2	3	4	5	6	7	8
CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE							
1.	Architektura	18,—	90,—	45,—	90,—	45,—	22,50
2.	Budownictwo Przemysł.	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3.	Gazeta Cukrownicza	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
4.	Gaz, Woda i Techn. Sanit.	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5.	Gospodarka Wodna	90,—	45,—	22,50	54,—	27,—	13,50
6.	Gospodarka Ciepła (dwumiesięcznik)	27,—	13,50	—	—	—	—
7.	Inżynieria i Budownictwo	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
8.	Materiały Budowlane	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
9.	Odzież	48,—	24,—	12,—	—	—	—
10.	Ochrona Pracy	48,—	24,—	12,—	—	—	—
11.	Poligrafika	36,—	18,—	9,—	1,—	9,—	4,50
12.	Przegląd Budowlany	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
13.	Przegląd Elektrotechn.	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
14.	Przegląd Geodezyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
15.	Przegląd Mechaniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
16.	Przegląd Papierniczy	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
17.	Przegląd Skórzany	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
18.	Przegląd Spawalnictwa	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
19.	Przemysł Chemiczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
20.	Przełd Techniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
21.	Przegląd Telekomunik.	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
22.	Przemysł Drzewny	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
23.	Przemysł Rolny i Spoż.	90,—	45,—	22,50	54,—	27,—	13,50
24.	Przemysł Włókienniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
25.	Szkło i Ceramika	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
26.	Technika Lotnicza	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
27.	Technika Motoryzacyjna	54,—	27,—	13,50	36,—	1,—	9,—
28.	Cement Wapno, Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
29.	Drogownictwo	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
30.	Energetyka	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
31.	Hutnictwo	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
32.	Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
33.	Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
34.	Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
CZASOPISMA POPULARNOTECHNICZNE							
35.	Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
36.	Horyzonty Technik	36,—	18,—	9,—	—	—	—
37.	Mechanik	108,—	54,—	27,—	36,—	18,—	9,—
38.	Motoryzacja	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
39.	Technik Przemysłu Spożywczego	36,—	15,—	7,50	—	—	—
40.	Gospodarka Węglowa	36,—	18,—	—	—	—	—
41.	Wiadomości Elektrotechniczne	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
42.	Wiadomości Telekomunikacyjne	36,—	18,—	9,—	18,—	—	4,50
43.	Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
44.	Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
45.	Włókiennictwo	24,—	12,—	6,—	—	—	—

Przy czasopismach „Technik Przemysłu Spożywczego”, „Horyzonty Techniki”, „Włókiennictwo”, „Odzież”, „Gospodarka Ciepła”, „Ochrona Pracy” i „Gospodarka Węglowa” ze względu na niskie ceny obowiązujące tylko prenumerata normalna.

Prenumerata normalna

Stosownie do zarządzenia Ministerstwa Poczty i Telegrafów z dnia 16 kwietnia 1952 r. Nr P. C. 243, dotychczasowy sposób przyjmowania zgłoszeń na prenumeratę normalną bezpośrednio przez PPK „Ruch” zostaje z dniem 31 grudnia 1952 r. skasowany.

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1953 przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres kwartalny, półroczny lub roczny upływa z dniem 15 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Prenumerata ulgowa

A. Czasopisma naukowo-techniczne.

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych korzystać mogą tylko:

- 1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów racjonalizacji i techniki przy zamawianiu zbiorowym przez mężów zaufania lub koła zakładowe stowarzyszeń technicznych NOT i oddziałów NOT,
- 2) studenci szkół wyższych przy abonowaniu zbiorowym przez koła naukowe uczelni lub inne stowarzyszenia szkół wyższych.

B. Czasopisma popularnotechniczne

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularnotechnicznych korzystać mogą:

- 1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów racjonalizacji i techniki — przy abonowaniu zbiorowym — w taki sam sposób jak przy zamawianiu czasopism naukowo-technicznych,

2) wszyscy pracownicy zatrudnieni w zakładach pracy — przy abonowaniu zbiorowym — przez mężów zaufania lub koła zakładowe stowarzyszeń technicznych NOT,

3) studenci szkół wyższych przy abonowaniu zbiorowym — przez koła naukowe uczelni lub inne stowarzyszenia studentów,

4) uczniowie szkół zawodowych — przy abonowaniu zbiorowym — przez dyrekcję szkoły.

Termin składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową na I kwartał 1953 r. upływa z dniem 30 listopada br.

Zgłoszenia na prenumeratę w następnych kwartałach należy składać w okresach:

II kwartał — do 1 marca 1953 r.,

III „ — „ 1 czerwca „

IV „ — „ 1 września „

Zgłoszenia na prenumeratę ulgową przez oddziały wojewódzkie NOT, koła naukowe studentów szkół wyższych oraz dyrekcje szkół zawodowych należy przysyłać do PPK „Ruch”, wpłacając jednocześnie należność do PKO na następujące konta:

dla czasopism poz. od 1 do 8

„ 10 „ 15

„ 18 „ 23

„ 25 „ 27,

poz. 29 i od 36 do 39 oraz poz. 41 i 42

— PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Srebrna 12, konto PKO Nr I-14000/110;

dla czasopism wg poz. 9, 16, 17, 24 i 45:

— Oddział PPK „Ruch” w Łodzi, konto PKO Nr VII-9907/110;

dla czasopism wg poz. 28 i od 30 do 35, oraz poz. 40, 43 i 44:

— Oddział PPK „Ruch” — Katowice, konto PKO Nr III-13763/110.