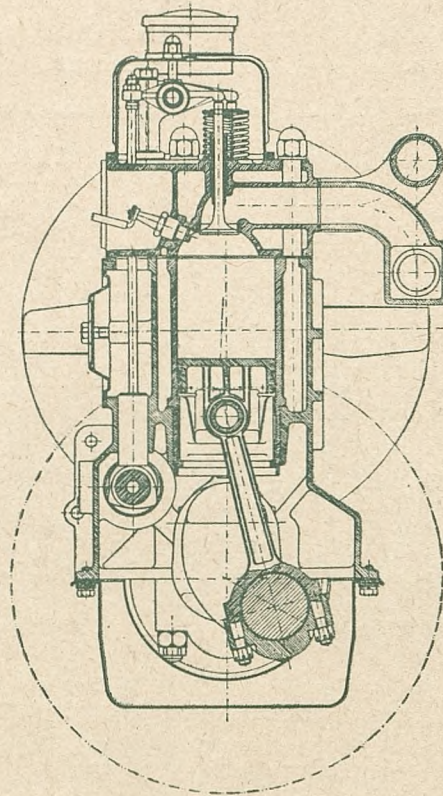


PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Przekrój poprzeczny silnika polskiej konstrukcji
przechodzący przez środek jednego z cylindrów.

ENERGETYKA

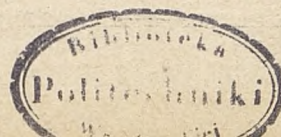
INSTRUKCJA

ROBKA METALI

TALOZNAWSTWO

ORGAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO
TOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Rok 1947



Zeszyt 6

CENTRALA ZBYTU NARZĘDZI TNĄCYCH PRUSZKÓW

Ul. Sienkiewicza 19

skr. tel. »Cenat«

Telefon Nr 126

Poleca: Narzędzia skrawające i różne pomoce warsztatowe

FREZY

tarczowe, trzpieniowe, ślimakowe.

GWINTOWNIKI

szlifowane i handlowe, ręczne i maszynowe z gwintem Whitwortha i metrycznym.

NARZYNKI

z gwintem metrycznym i Whitwortha.

NAWIERTAKI

NOŻE TOKARSKIE

ROZWIERTAKI

zdzieraki i wykańczaki ręczne i maszynowe.

IMADŁA

ślusarskie i maszynowe stałe i obrotowe.

KŁY TOKARSKIE

KLUCZE DO NAKRĘTEK

KUŹNIE POŁOWE

stałe i składowe.

PILNIKI

ślusarskie, do pił, do kopyt, wiązkowe i do drzewa

PIŁKI DO METALI

ręczne i maszynowe.

PIŁY DO DRZEWA

tarczowe, gatowe i poprzeczne.

PRZECINAKI

SUWMIARKI

SZCZYPCE

TULEJKI REDUKCYJNE

UCHWYTY WIERTARSKIE

dwuszcękowe od 0—10

i od 1—13 mm

WIERTARKI ELEKTR.

stołowe do 15 mm.

WIERTARKI RĘCZNE

piersiowe do 13 mm.

CENTRALA ODLEWÓW

(BIURO SPRZEDAŻY ODLEWÓW

CENTRALI HANDLOWEJ PRZEMYSŁU METALOWEGO)

Warszawa,

Mokotowska 12

Telefon 8-50-21, 8-50-22

p o l e c a

O D L E W Y żeliwne, stalowe i z metali nieżelaznych:

maszynowe zwykłe i kwalifikowane, kanalizacyjne, wodociągowe, do centralnego ogrzewania, sanitarne, handlowe, dla celów specjalnych, odporne na wysokie temperatury oraz kwaso i ługo odporne

p r o d u k c j i:

Odlewni Państwowych i pod Zarządem Państwowym

PRZEGLĄD MECHANICZNY

ORGAN CENTRALNEGO
ZARZĄDU PRZEMYSŁU
METALOWEGO
i
STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECH-
NIKÓW MECHANIKÓW
POLSKICH

Rok VI.

ŁÓDŹ – WARSZAWA, CZERWIEC 1947 ROK

Zeszyt 6.

Rzut oka na dawne dzieje i obecne poczynania przemysłu samochodowego w Polsce

Prof. inż. JAN WERNER

Okres przedwojenny. — Kolejne etapy poczynania stworzenia krajowego przemysłu samochodowego w latach 1918—1939. — Brak rodzimego przemysłu pomocniczego w okresie początkowym przyczyną niepowodzeń. — Umowy licencyjne fabryki „Ursus” z firmą „Spa”, i „PZInż.” z firmą „Fiat”. — Wyszakowanie fachowców i stworzenie pomocniczego przemysłu samochodowego — „Polski Fiat”. — Umowy licencyjne paraliżowały przez parę lat poczynania stworzenia samochodu własnej konstrukcji. — Produkcja pierwszej serii samochodów polskiej konstrukcji w r. 1939.

Okres powojenny. — Przystąpienie do produkcji 3,5 t samochodu ciężarowego konstrukcji własnej. — Opis samochodu, charakterystyka podwozia i silnika.

Aż do zakończenia pierwszej wojny światowej w 1918 polski przemysł samochodowy w ogóle nie istniał. Niewielka ilość samochodów, kursująca wówczas w Polsce, pochodziła z importu, przy czym nawet remontów, w dzisiejszym tego słowa znaczeniu, również w kraju nie robiło się.

Koniec wojny 1918 zastał nas z dość pokaźną ilością samochodów, stanowiących zbieraninę najrozmaitszych marek, przeważnie z demobilu armii biorących udział w wojnie.

W zrozumieniu ogromnej roli jaką transport samochodowy zaczynał odgrywać zostały wkrótce po wojnie powołane do życia Centralne Warsztaty Samochodowe w W-wie, które pierwsze lata swego istnienia poświęcały wyłącznie remontom, a więc utrzymaniu w jakim takim stanie istniejących samochodów.

W latach 1925 — 1927 grupa konstruktorów, pionierów naszego rodzimego przemysłu, przystąpiła do zaprojektowania pierwszego samochodu osobowego, ściślej paru wariantów takiego samochodu. Centralne Warsztaty Samochodowe były już wówczas na tyle urządzone i zaopatrzone w obrabiarki, że były w stanie wykonać i wykonały prototypy tych samochodów, a po wprowadzeniu niewielkich zmian i poprawek, serię kilkudziesięciu sztuk jednego z wariantów. Samochody te były bezsprzecznie dobre i wówczas bardzo nowoczesne. Dowodem tego, że były dobre może być fakt, że trzy samochody tego typu przetrwały w stałej codziennej służbie w przekształconych z Centralnych Warsztatów Samochodowych — Państwowych Zakładach Inżynierii aż do wybuchu wojny w 1939 roku. Mimo to niewiara w możliwość rozwinięcia produkcji do skali gwarantującej rentowność, nadchodzące lata kryzysu gospodarczego, hamujące rozwój inwestycji fabrycznych, wreszcie zwykły brak śmiałości takiego przedsięwzięcia spowodowały zdławienie sprawy w zarodku.

Tym dziwniejsze dziś, w perspektywie lat, wydaje się, że w tym samym czasie firma „Ursus” w W-wie, budująca wyłącznie silniki przemysłowe, wykazała dużą inicjatywę i prężność, uzyskała znaczne kredyty państwowe, zakupiła licencję włoskiej firmy „Spa” zbudowała oddzielną fabrykę pod Włochami i zaczęła produkować seryjnie samochody 1,5-tonowe. Samochody te cieszyły się dobrą opinią, rozeszły się w Polsce w ilości kilkuset sztuk, po czym jakby za dotknięciem różdżki czarodziejskiej Ursus zaprzestał ich produkcji. Do wyjaśnienia tego dziwnego zjawiska powróce niżej.

Nadszedł rok 1930, okres ponownego wyłącznego importu, bardzo zresztą niewielkiego, gdyż były to lata kryzysu gospodarczego, zbiegające się zresztą bardzo nieszczęśliwie z niekorzystną polityką podatkową. Okoliczności te prawie całkowicie zahamowały normalne rozposzczernianie się tego wygodnego środka lokomocji i transportu.

Były wprawdzie jeszcze w tym okresie próby podjęcia produkcji samochodów. Jedną z tych prób podjął inż. Stefan Tyszkiewicz, który z gotowymi prototypami wykonanymi we Francji, wypróbowanymi i stanowczo udanymi, starał się zainteresować przemysł w Kraju. Zaczęto nawet budować fabrykę. Pewne niepowodzenia jednak, zdaje mi się pożar hali montażowej, wywołały zniechęcenie — ostatecznie fabryka nie powstała.

Drugą próbę podjęła firma „As” w Warszawie, która uruchomiła nawet warsztat. Sporo części do montażu sprowadzono z zagranicy, część produkowano. Wypuszczono kilkadziesiąt samochodów, po czym fabrykę zamknięto.

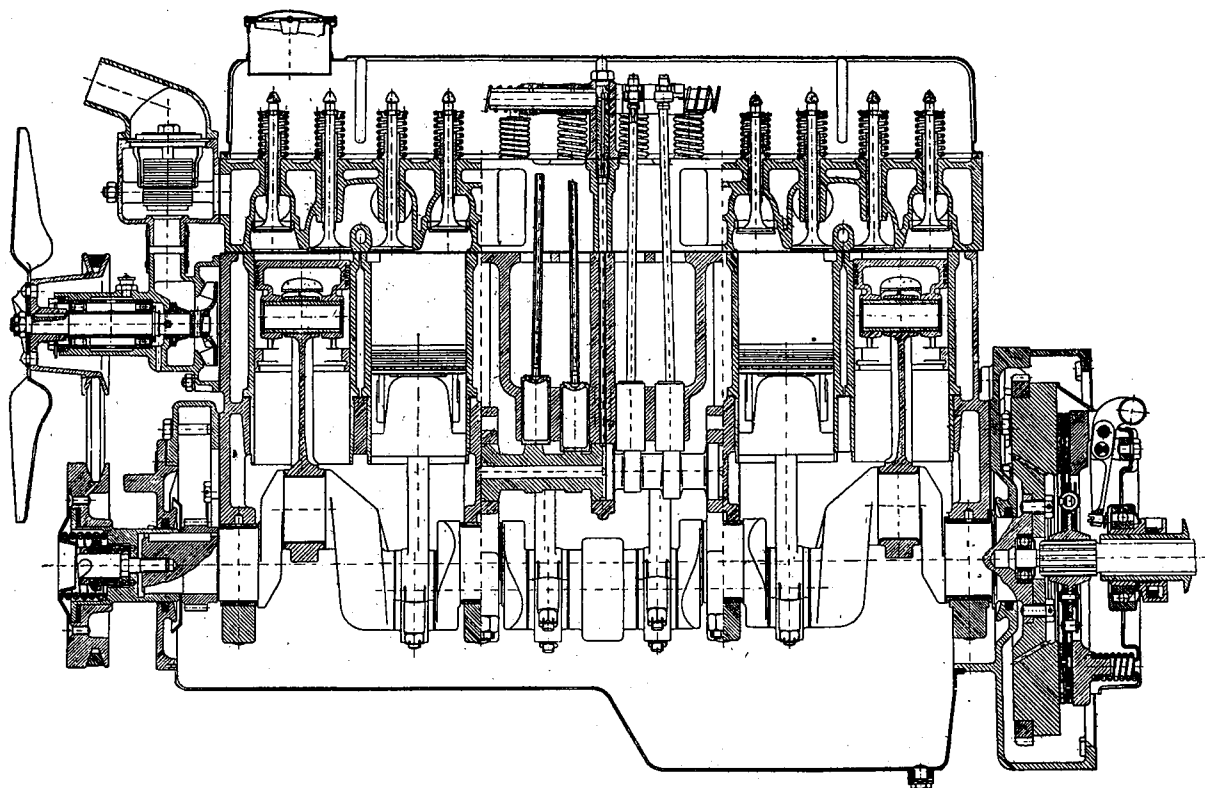
Obraz poczynania przemysłu samochodowego, który przedstawiałem, jest smutny i zdawało by się niezrozumiałe. Dobrych chęci i usiłowań nie brakowało. Mielśmy zdolnych konstruktorów (C.W.S.), pewne zaczątki produkcji seryjnej (Ursus) — czegoż więc brakowało, co powodowało ciągle nie-

powodzenia? Powód, moim zdaniem, był tylko jeden, który paraliżował poczynania i jakoś niezauważony przez nikogo marnował ogromną sumę wysiłków. Powodem tym był brak przemysłu pomocniczego.

Każda fabryka samochodów, poza może kolesami amerykańskimi, wykonywuje tylko niewielką ilość części składowych samochodu — ogromną większość dostarczają poddostawcy.

Po tym, bardzo zresztą niewyczerpującym wyszczególnieniem łatwiej już pogodzić się z wysoką na pierwszy rzut oka cyfrą 74% dostaw z zewnątrz.

Po zdaniu sobie sprawy z ważności dostaw innych wytwórni zrozumiałe stają się niepowodzenia pierwszych usiłowań uruchomienia przemysłu samochodowego. Jak już wyżej wspomniałem przemysłu pomocniczego w pierwszym okresie nie było. C. W. S., Ursus, Stetysz i As musiały dużą część



1. Samochód ciężarowy polskiej konstrukcji. Przekrój podłużny silnika.

Np. przed samą wojną 1939, a więc w czasie, gdy już wszystkie choroby dziecięce naszego przemysłu samochodowego były tylko wspomnieniem, Państwowe Zakłady Inżynierii w Warszawie w swojej znakomicie wyposażonej i bardzo nowoczesnej fabryce wytwarzały zaledwie 26% wartości podwozia; 74% — stanowiły dostawy z zewnątrz.

Żeby ożywić martwe cyfry podam w przybliżeniu co było dostarczane przez obce firmy.

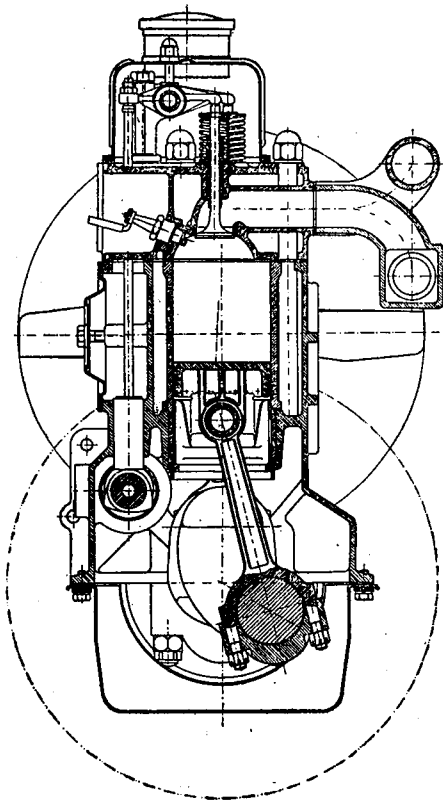
Opony — Stomil, obręcze kół i resory — Ostrowiec, rama ew. podłużnice ramy — Starachowice, błotniki, chłodnica, zbiornik paliwa, tłumik — Bielany, akumulator — Piastów, prądnica, rozrusznik, rozdzielacz — Magnet-Popławski, cewka, sygnał — Swel, reflektory, lampa stop i inne — Marciniak, szybkościomierz i inne zegary — Romer Lwów, amortyzatory i hamulce hydrauliczne — Klinger — Łódź, gaźnik — Solex, a poza tym przewody elektryczne, wyroby z gumy, kierownica (koło), przeguby Hardy'e i t. d. Do tego dodać jeszcze trzeba kurowe odkucia, sprowadzane od Brewillier Urbana, ze Wspólnoty Interesów, z Ostrowca, łożyska kulkowe, uszczelki, drobne wyroby z blachy, fibry, korka i inne.

przedmiotów sprowadzać z zagranicy, płacąc cło, transport i uzależniając się od terminów, dokładności i sumiennosci dostaw, część zaś klecić u siebie w bardzo małych ilościach, a więc drogo. To były istotne trudności, z którymi wytwórnie walczyły i przez które upadły.

Nowy etap w dziejach naszego przemysłu samochodowego stanowiło zawarcie przez P. Z. Inż. w roku 1931 umowy licencyjnej z włoską fabryką samochodów „Fiat”. Umowa ta wywołała w swoim czasie żywą polemikę, z jednej strony oburzenie, z drugiej pochwałę. Przyznam się, że nie jest mi łatwe jako konstruktorowi bronić licencji, jednak przyznać muszę, że wtedy w 1931 r. nie było to posunięcie złe.

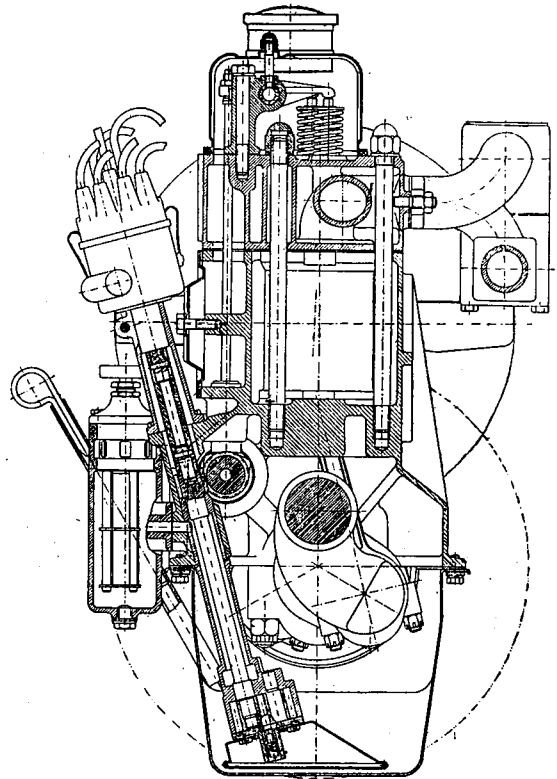
„Fiat” poza dostarczeniem rysunków, zobowiązywał się dostarczyć przyrządy, sprawdziany, opracować rozplanowanie fabryki i częściowo dostarczyć obrabiarki. Bezstronnie przyznać trzeba, że zobowiązań tych „Fiat” dotrzymał. Dzięki tej umowie, można było bez zwłoki rozpocząć montaż samochodów z części włoskich (a więc zopoznać nabywców z tymi typami samochodów) i równocześnie przystąpić do budowy fabryki i uruchomić pro-

dukcję. Również bez zwłoki rozpoczęło się rozdawanie poszczególnym podstawcom zamówień (i to od razu poważnych zamówień) na różne części składowe samochodu. To lokowanie zamówień między poddostawców nie odbywało się bez kłopotu. Wielu z nich nie posiadało odpowiednich urządzeń, gwarantujących rentowną produkcję — trzeba było zawierać duże zaliczki, względnie gwarantować dalsze, czy nawet stałe dostawy. Wielu zamówień wogóle nie było gdzie narazie lokować, bo przedstawiały sobą nową i nieznaną u nas produkcję — trzeba było takie nowe placówki tworzyć, wspierając je technicznie i finansowo. Cała ta duża i bardzo potrzebna praca mogła być wykonana bez szkodliwego pośpiechu i gorączki, bo do czasu wyprodukowania części składowych przez przemysł krajowy można było zawsze zastąpić wyrobem włoskim. Dzięki temu systemowi, eliminowanie części włoskich odbywało się może niezbyt szybko, ale zato definitywnie, aż do roku 1935, kiedy na



2. Przekrój poprzeczny silnika (przechodzący przez środek jednego z cylindrów).

chłodnicach samochodów zamieniono tabliczkę „Fiat” na „Polski Fiat”. Licencja z „Fiatem” dała poza tym i tę korzyść, że wyszkoliła cały szereg fachowców. Udana więc w zasadzie impreza licencyjna miała jednak i ciemną stronę a mianowicie paraliżowała przez parę lat wysiłki stworzenia samochodu własnej konstrukcji, co wcale nie oznacza wyłącznego zaspokojenia ambicji, jak się wielu wydaje. Własna konstrukcja daje całkowitą swobodę stosowania rodzimych materiałów, własnych norm, pasowań, gwintów, podczas gdy licencja nakłada pęta. Nie tylko, że firma korzystająca z licencji musi stosować materiały według norm obcych



3. Samochód ciężarowy polskiej konstrukcji. Przekrój poprzeczny silnika (w płaszczyźnie przechodzącej przez pompę olejową).

(choćby to nie było konieczne z technicznego punktu widzenia), układ pasowań i gwintów — często zupełnie odbiegający od własnego, ale poza tym musi, choćby to było zupełnie niepotrzebne, przeprowadzać zmiany dyktowane przez firmę, od której nabyto licencję. Było więc rzeczą zupełnie naturalną, że z chwilą, gdy produkcja „Polskich Fiatów” była już opanowana, gdy przemysł pomocniczy okrzepł i nie tylko zaspakał potrzeby, ale z powodzeniem podnosił jakość swoich produktów, powstał szereg własnych, niczym nieskrępowanych konstrukcji, że wymienię tu tylko motocykle „Sokół 1000” i „Sokół 600”, mały czołg zwiadowczy „TK”, (zresztą jeszcze z silnikiem „Fiat”) i inne.

Na wiosnę roku 1937, po wykonaniu prototypu dużego samochodu osobowego, który był jakby zaprawą i sprawdzeniem wartości własnych konstrukcji, zapadła decyzja zaprojektowania samochodu ciężarowego 4,5 ton. W grudniu 1937 pierwszy silnik uruchomiono, na wiosnę 1938 gotowe były pierwsze prototypowe podwozia. Przez cały rok 1938 przeprowadzano twarde i długotrwałe próby, które przeszły wszelkie oczekiwania.

W końcu 1938 roku zapadła druga ważna decyzja, będąca logicznym dopełnieniem pierwszej — zaprzestania w 1940 r. budowy „Fiatów”, powiększenia i rozbudowy fabryk P. Z. Inż. Nastąpiło gorączkowe opracowywanie produkcji, zakup nowych obrabiarek. W lipcu 1939 opuściła fabrykę pierwsza seria 100 sztuk samochodów, wykonanych specjalnie dla sprawdzenia przyrządów.

Nie od rzeczy będzie w tym miejscu wspomnieć o rentowności produkcji. Bardzo staranne

obliczenia, poparte danymi uzyskanymi przy produkcji wyżej wymienionej próbnej serii wykazały, że przy produkcji 6000 sztuk wozów rocznie cena jednostkowa bez zysku wyniesie 12500.— zł. a więc dokładnie tyle, ile kosztowało wówczas podwozie 3-ton. *Chevrolet'a*. Jednocześnie stwierdzono, że zadawalająca rentowność zostanie osiągnięta przy produkcji rocznej 10.000 sztuk. Udana próba P. Z. Inż., odwaga decyzji, wreszcie w/w realne widoki opłacalności zachęciły i inne wytwórnice do podjęcia produkcji samochodów. Firma Lilpop w Warszawie związana licencyjnie z „General Motors Co.” rozpoczęła w 1938 r. montowanie samochodów *Chevrolet* budując jednocześnie fabrykę w Lublinie dla stopniowego przejścia na własną produkcję.

Powstają poza tym rozpoczęto montowanie samochodów „Renault” w fabryce lokomotyw w Chrzanowie, oraz paru marek samochodów niemieckich we „Wspólnocie Interesów” na Śląsku. Wszystkie te imprezy zakończyłyby się prawdopodobnie wcześniej, czy później produkcją. Nie można tu nie wspomnieć o jeszcze jednym przedsięwzięciu bardzo śmiałym i godnym uwagi.

Warszawska Fabryka „Bielany” wykonała u siebie samochód osobowy 1,3 litra rodzimej konstrukcji. Prototyp gotowy był na wiosnę 1939 — i był bardzo udany. Prace przygotowawcze do produkcji były poważnie zaawansowane i wszystko wróżyło, że jeżeli nie na wiosnę to jesienią 1940 r. rozpocznie się produkcja. Tak przedstawiał się obraz przemysłu samochodowego w Polsce w lecie 1939. Wszystkie opory były przełamane, polityka władz skarbowych korzystna dla rozwoju, ogólna atmosfera bardzo przychylna dal dalszych, jeszcze śmielszych poczynań — wówczas kres wszystkiemu położyła wojna.

Nie mówiąc o innych wytwórniach, mniej zaawansowanych w produkcji samochodów, P. Z. Inż. zostały dosłownie zrównane z ziemią, wytwórnie przemysłu pomocniczego w większości poważnie uszkodzone, przeszły w najlepszym wypadku, i to po długiej przerwie, na inną produkcję, często nawet niepokrewną. W początkach 1940 roku, grupa ocalałych pracowników P. Z. Inż. postanowiła odtworzyć chociażby rysunki. Praca posuwała się szybko naprzód, przy czym musiała być wobec przeciągającej się wojny wielokrotnie przerabiana, gdyż przenikające, choć bardzo skąpe, wiadomości o nowych materiałach, nowych metodach obróbki i innych nieznanych rozwiązaniach konstrukcyjnych, wymagały ciągłych korektur. Celem było nie pozostać w tyle, co się, jak dziś stwierdzić można, naogół udawało. Opracowane i wciąż aktualizowane projekty były starannie przechowywane w paru miejscach — ostrożność tu jednak nie wystarczyła, w czasie powstania 1944 wszystko, dosłownie wszystko — przepadło.

Po okresie chaosu jaki zapanował po zakończeniu wojny zapadła w maju 1946 roku decyzja produkowania 3,5 ton. samochodu ciężarowego. Zaczęło się więc od wykonania projektu i rysunków. Dziś sprawy przedstawiają się następująco: rysunki całego podwozia są ukończone i rozesłane, dalsza praca postępuje w trzech miejscach:

1) Oddział Doświadczalny w Ursusie pod Warszawą wykonuje kilka sztuk prototypów i prawdopodobnie w końcu tego roku pracę tę ukończy. Zaczną się próby, zostaną wprowadzone ewent. drobne zmiany, po czym nastąpi zatwierdzenie typu.

2) Biuro Fabrykacyjne Z P Mot. w Warszawie zupełnie niezależnie od Oddziału Doświadczalnego opracowuje produkcję seryjną, licząc się z tym, że mogą jeszcze nastąpić drobne zmiany.

3) Fabryka samochodów w Starachowicach, również na podstawie posiadanych rysunków rozplanowuje fabrykę, sprowadza i gromadzi odpowiednie obrabiarki, będąc oczywiście stale w kontakcie zarówno z Biurem Fabrykacji, jak i z Oddziałem Doświadczalnym.

Widać z tego, że lwia część pracy uruchomienia produkcji samochodów w Polsce jest jeszcze przed nami, że czeka nas ogromny trud jej opanowania i doprowadzenia przemysłu pomocniczego do wymaganego poziomu. Zachętą w tej ogromnej pracy, która nas czeka, powinny być osiągnięcia przedwojenne.

Zanim przejdę do właściwego opisu opracowanego już w chwili obecnej samochodu, muszę wyjaśnić, że nie jest on ani kopią, ani nawet odzwierciedleniem jakiegoś istniejącego typu.

Motywy, które skłoniły do takiego postępowania były następujące:

1. Trudno było dobrać samochód istniejący, dokładnie odpowiadający stawianym mu wymaganiom.

2. Gdyby się nawet taki wzór znalazł, to i tak trzeba by go było dopasować do naszych możliwości wytwórczych, do poziomu i zwyczajów obsługi, do warunków drogowych.

3. Odtwarzanie rysunków z istniejącego wzoru z uwzględnieniem zmian wymienionych w p. 2 zajęłoby więcej czasu, niż narysowanie samochodu wg własnej koncepcji.

Charakterystyka podwozia i silnika:

Podwozie

Rozstaw osi	3000 mm
Rozstaw kół przednich	1600 mm
Rozstaw kół tylnych (między osiami symetrii kół bliźniaczych)	1600 mm
Wymiar ogumienia	7,50 x 20" lub 8,25 x 20"
Wymiar obręczy	7,00 x 20"
Wysokość górnej półki ramy pod obciążeniem	750 mm
Wysokość samochodu (bez pałaków)	2100 mm
Długość samochodu (od zderzaka do końca nadwozia)	5500 mm
Szerokość samochodu	2100 mm
Wymiary skrzyni	3750 x 2000 x 600 mm
Powierzchnia ładowania	7,5 m ²
Najmniejszy promień skrętu	6,5 m
Ciężar podwozia	2600 kg
Ciężar nadwozia	750 kg
Ciężar samochodu pustego, ale całkowicie wyposażonego (olej, paliwo, woda, koła zapasowe, narzędzia)	3580 kg
Ładowność	3500 kg

Nośność podwozia (ładowność nadwozia, wyposażenie, obsługa)	4640 kg
Największy dopuszczalny ciężar samochodu z ładunkiem	7240 kg
Obciążenie na oś przednią	2360 kg
Obciążenie na oś tylną	4880 kg
Ciężar max. na jednostkę mocy	85 kg/KM
Przekładnia tylnego mostu	8 : 49
Przekładnia I-go biegu	1 : 6,4
Przekładnia II-go biegu	1 : 3,8
Przekładnia III-go biegu	1 : 1,18

Silnik

Średnica cylindra	92 mm
Skok	106 mm
Ilość cylindrów	6
Pojemność cylindrów	4180 cm ³
Przewidywana moc przy 2800 obr/min	85 KM
Moment max. przy ok. 1700 obr/min	28 Kgm
Kolejność zapłonów	1, 5, 3, 6, 2, 4
Spółczynnik sprężania	6,2

Rama pomyślana jest tak, aby prawą i lewą podłużnicę można było wyprasować z tego samego foremnika. Wszystkie cztery resory zwykłe piórowe zamocowane są z jednej strony na sworzniu, z drugiej oparte na ślizgaczach żeliwnych. Samochód posiada amortyzatory hydrauliczne tylko z przodu; hamulec hydrauliczny ma cztery koła z dodatkowym próżniowym mechanizmem wzmacniającym; hamulec ręczny tylko na koła tylne.

Ogumienie — 7,50 x 20" wzgl. 8,25 x 20" (z tyłu koła bliźniacze). Mechanizm różnicowy o przekładni pojedynczej (koła zębate stożkowe o zębach spiralnych) i stosunku 8 : 49, co zapewnia szybkość 75 km/godz. przy nominalnych obrotach silnika. Skrzynka przekładniowa czterobiegowa z cichym trzecim i czwartym biegiem.

Miejsce kierowcy znajduje się z boku silnika, dzięki czemu uzyskano dużą powierzchnię ładowania przy bardzo małym rozstawie osi. Silnik jest cofnięty możliwie do tyłu, co pozwoliło zastosować wał pędny niezdelony bez podparcia. Samochód wyposażony jest w silnik 6 cylindrowy o mocy 85 KM przy 2800 obr./min., górnozaworowy, niskoprężny. Przewidziana jest możliwość montażu większych tłoków i podwyższenia dzięki temu współczynnika sprężania do 10, przy przeróbce silnika na napęd gazem generatorowym. Zastosowano w silniku wstawiane mokre tuleje cylindrowe, gwarantujące znaczne ułatwienie produkcji i wygodę przy naprawach. Wał silnika jest podparty na czterech łożyskach. Smarowanie silnika — pod ciśnieniem ze starannym filtrowaniem oleju filtrem szczelinowym. Chłodzenie silnika wodne z obudowanym termostatem gwarantującym bardzo szybkie doprowadzenie temperatury zapuszczonego silnika do właściwego poziomu. Sprzęgło suche jednotarczowe z automatycznie zwiększającym się dociskiem przy zwiększaniu obrotów i zmniejszającym nacisk pedału sprzęgła przy biegu luzem. Oto w krótkich słowach opis naszego samochodu.

Aerodynamyczna teoria odrzutowego napędu dynamicznego

(dokończenie)

Dr BOLESŁAW SZCZENIOWSKI
Profesor Politechniki w Montrealu.

Ciąg i sprawność silnika doskonałego. — Silnik doskonały z uwzględnieniem masy paliwa. — Silnik pół-doskonały o skończonym przekroju palnika. — Silnik rzeczywisty. — Wnioski.

5. Ciąg i sprawność silnika doskonałego.

Omówienia znaczenia ciągu w silniku odrzutowym, spotykane w prasie technicznej, są czasami bałamutne. W celu uniknięcia nieporozumień poniżej podano interpretację teoretyczną ciągu.

Zgodnie z zasadą zachowania ilości ruchu, suma impulsu i ilości ruchu pozostaje stała w danym strumieniu. Weźmy element masy $\frac{dG}{g}$ o grubości

dx gazu wchodzącego przez przekrój 0 (Rys. 1). Siła tu działająca w kierunku osi kanału jest $P_0 S_0$,

a ilość ruchu $\frac{dG}{g} w_0$. Na wyjściu mamy odpowied-

nie $P_1 S_1$ oraz $\frac{dG}{g} w_1$.

Zatem

$$f_w + P_0 S_0 + \int \frac{dG}{g} w_0 = P_1 S_1 + \int \frac{dG}{g} w_1,$$

gdzie f_w oznacza składową osiową siły, jaką wywierają ściany kanału na strumień. Reakcja strumienia na ścianki jest więc $(-f_w)$. Jest to siła wewnętrzna, działająca na ściany. Z drugiej strony, zakładając że kanał jest w spoczynku, w atmosferze o ciśnieniu P_0 mamy siłę zewnętrzną $(S_1 - S_0) P_0$. Wobec tego ciąg netto wynosi:

$$(Th) = f_w - (S_1 - S_0) P_0 = \\ = \frac{1}{g} (w_1 - w_0) \int dG = \frac{G}{g} (w_1 - w_0),$$

to zn., że tylko wzrost ilości ruchu daje ciąg, o ile oczywiście $P_1 = P_0$. Weźmy jako przykład kanał o stałym przekroju; zgodnie z (16) i (17) mamy:

$$(Th) = (P_1 - P_0) S_0 + \frac{G}{g} (w_1 - w_0) - \\ - P_0 (S_1 - S_0) = P_0 S_0 (\pi_1 - 1) + \frac{G w_0}{g} \\ \cdot (\sigma_1 - 1) =$$

$$= \frac{GRT_0}{w_0} (\pi_1 - 1) + \frac{Gw_0}{g} (\sigma_1 - 1) =$$

$$= \frac{Gw_0}{g} \left[\frac{1}{x \omega_0^2} (\pi_1 - 1) + (\sigma_1 - 1) \right] = 0.$$

Niech wszystkie dotychczasowe założenia idealizujące pozostaną w mocy; ponadto pominiemy wzrost masy przez dodanie paliwa. Wywczas ciąg w silniku idealnym będzie:

$$(Th) = \frac{G}{g} (w_4 - w_0) \text{ kg},$$

a ciąg jednostkowy, liczony na jednostkę wydatku wagowego powietrza:

$$\zeta = \frac{(Th)}{G} = \frac{w_c}{g} (\sigma_4 - 1) =$$

$$= \frac{w_c}{g} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{\varphi_4}{1 + \frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}} - 1 \right] \text{ kg/kg/sec.} \quad (39)$$

Sprawność zewnętrzna (albo „raketowania“):

$$\eta_{ex} = \frac{w_0 (Th)}{G (w_4^2 - w_0^2)} = \frac{2 (\sigma_4 - 1)}{(\sigma_4^2 - 1)} =$$

$$= \frac{2}{(\sigma_4 + 1)} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{\varphi_4}{1 + \frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}}} \quad (40)$$

Sprawność wewnętrzna (albo termiczna):

$$\eta_{th} = \frac{G}{2g} \frac{(w_4^2 - w_0^2)}{TGQ_4} = \frac{(x-1) \omega_0^2 (\sigma_4^2 - 1)}{2 \varphi_4} =$$

$$= \frac{\frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}{1 + \frac{(x-1)}{2} \omega_0^2} \quad (41)$$

Sprawność ogólna:

$$\eta_0 = \eta_{ex} \eta_{th} = \frac{(x-1) \omega_0^2}{1 + \sqrt{1 + \frac{\varphi_4}{1 + \frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}}} \quad (42)$$

Powyzsze wyniki pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków, dotyczących silnika odrzutowego dynamicznego, doskonałego:

1) Ciąg maleje z rosnącą wysokością lotu, zaś rośnie z ilością ciepła wydzielonego z 1 kg powietrza; poza tym przechodzi przez wartość maksymalną przy pewnej szybkości lotu większej od (43).

2) Sprawność zewnętrzna maleje ze wzrostem jednostkowej ilości wyzwolonego ciepła, zaś rośnie z liczbą Macha, więc zarówno z szybkością, jak i z wysokością lotu.

3) Sprawność cieplna nie zależy od jednostkowej ilości wyzwolonego ciepła, zaś rośnie z kwadratem liczby Macha na wlocie, czyli z kwadratem szybkości lotu i z liniową rosnącą wysokością lotu.

4) Sprawność ogólna maleje z rosnącą jednostkową ilością wyzwolonego ciepła, zaś rośnie z liczbą Macha.

5) Najwyższe wartości sprawności zewnętrznej i ogólnej uzyskuje się dla bardzo małej jednostkowej ilości wyzwolonego ciepła:

$$(\eta_{ex})_{max} = 1.0;$$

$$(\eta_0)_{max} = \frac{\frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}{1 + \frac{(x-1)}{2} \omega_0^2} = \eta_{th}.$$

W tym wypadku wydatek powietrza musi być nieskończenie wielki, w celu uzyskania skończonego ciągu.

Równania (40) i (42) zastosowane do pewnego zadanego ciągu (Th) dają:

$$\eta_{ex} = \frac{1}{1 + \frac{g(Th)}{2w_0G}}; \quad (40')$$

$$\eta_0 = \frac{\frac{(x-1)}{2} \omega_0^2}{1 + \frac{g(Th)}{2w_0G}}; \quad (42')$$

zaś równanie (41) pozostaje bez zmiany. Jak widzimy, wzrost zarówno szybkości lotu jak i wydatku powietrza są tu pożyteczne.

6. Silnik doskonały z uwzględnieniem masy paliwa.

Dalszym krokiem ku zbliżeniu się do rzeczywistych warunków pracy silnika jest uwzględnienie masy paliwa.

Określimy najprzód bliżej całkowitą ilość ciepła wydzielonego przez spalanie. Wartość opałowa (dolna) H_{m_0} jednego kilograma mieszaniny pary paliwa z powietrzem w stosunku teoretycznym (to zn. bez nadmiaru powietrza) jest mniej więcej stała dla większości paliw płynnych i wynosi około 620 Kal/kg. Zatem φ_4 zależy tylko od współczynnika nadmiaru powietrza λ .

Oznaczmy przez α kg/kg wagę powietrza, potrzebną teoretycznie do spalania 1 kg paliwa (np. dla benzyny $\alpha \sim 15.1$). Zatem, licząc na 1 kg mieszaniny palnej:

$$Q_4 = Q_{2,3} = \frac{(\alpha + 1)}{(\alpha\lambda + 1)} H_{m_0} \text{ Kal/kg};$$

$$\varphi_4 = \varphi_{2,3} = \frac{(x-1) J}{x RT_0} Q_{2,3} = \frac{(x-1) (\alpha + 1) H_{m_0}}{x RT_0 (\alpha\lambda + 1)} =$$

$$= \frac{(\alpha + 1) \beta}{(\alpha\lambda + 1)} \quad (44)$$

gdzie

$$\beta = \frac{(z-1)JH_{m0}}{zRT_0} \quad (45)$$

W przemianie sprężania 1—2 waga czynnika jest G , zaś w ciągu spalania 2,3 oraz rozprężania 3—4:

$$G_{2,3,4} = \frac{(\alpha\lambda + 1)}{\sigma\lambda} G = \delta G, \quad (46)$$

$$\text{gdzie } \delta = \frac{(\alpha\lambda + 1)}{\alpha\lambda}.$$

Możnaby teraz zastosować bezpośrednio równania (33) do (37) w celu znalezienia temperatur, ciśnień i szybkości. Byłoby to jednak tylko przybliżenie, w którym asymptotyczna granica sprawności zewnętrznej mogłaby przekroczyć 100%. W celu uzyskania związków teoretycznie ścisłych, musimy uwzględnić duże ilości energii, jakkolwiek mogą one być liczbowo nieznaczące.

Pierwsza z nich uwzględnia fakt, że paliwo jest dostarczone w temperaturze T_0 , więc należy je podgrzać do T_2 jeszcze przed rozpoczęciem spalania. Z punktu widzenia abstrakcyjnego przyjmujemy tu ciepło właściwe takie same, jak dla powietrza. Zatem ilość ciepła netto uzyskana przez spalanie będzie nie Q_1 lecz

$$Q'_1 = Q_1 - \frac{zR}{(z-1)T} (T_2 - T_0) \frac{G}{\alpha\lambda} \frac{\alpha\lambda}{(\alpha\lambda + 1)G} = \frac{(\alpha + 1)H_{m0}}{(\sigma\lambda + 1)} - \frac{zRT_0}{(z-1)J(\alpha\lambda + 1)} (\tau_2 - 1)$$

$$\varphi'_4 = \varphi_4 - \frac{(\tau_2 - 1)}{(\alpha\lambda + 1)} = \frac{(\alpha + 1)\beta - (\tau_2 - 1)}{(\alpha\lambda + 1)} \quad (47)$$

Drugą pozycją energii straconej jest „praca sprężania paliwa” od P_0 do P_2 . Można ją zidentyfikować ze wzrostem energii kinetycznej paliwa z 0 do $\frac{w_0^2}{2g}$. Jedynym źródłem energii, z którego można zaczerpnąć tę pozycję są gazy opuszczające silnik. W ten sposób ciąg netto zmniejszy się nieco. Zamiast pracy netto wykonanej przez siłę ciągu:

$$W = w_0(Th) = \frac{Gw_0}{g} (\delta w_4 - w_0),$$

będziemy mieli:

$$W' = \frac{Gw_0}{g} (\delta w_4 - w_0) - \frac{Gw_0^2}{2g\alpha\lambda}, \quad (48)$$

o ile pominąć wszelkie możliwe straty. Zatem ciąg netto:

$$(Th)' = \frac{W'}{w_0} = \frac{G}{g} (\delta w_4 - w_0) - \frac{Gw_0}{2g\alpha\lambda} \quad (49)$$

Stosując teraz równanie (37) i dalsze, otrzymujemy:

$$\tau_2 = 1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2;$$

$$\pi_2 = \left[1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2 \right]^z - 1 = \pi_3;$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = 0;$$

$$\tau_3 = \tau_2 + \varphi'_4 = \frac{(\alpha + 1)\beta + \alpha\lambda + 1 + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2}{(\alpha\lambda + 1)};$$

$$\tau_4 = \frac{\tau_3}{\tau_2} = \frac{\varphi'_4}{\tau_2} + 1 =$$

$$= \frac{\left[(\alpha + 1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2 \right]}{(\alpha\lambda + 1) \left[1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2 \right]};$$

$$\pi_4 = 1;$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{\tau_3 - \tau_4}{(z-1)\omega_0^2}} = \sqrt{\frac{\tau_3}{\tau_2}} = \sqrt{\frac{\varphi'_4}{\tau_2} + 1} =$$

$$= \sqrt{\tau_4} = \sqrt{\frac{(\alpha + 1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2}{(\alpha\lambda + 1)}}.$$

Zatem przekrój końcowy będzie:

$$w_4 = \delta \sqrt{\frac{\varphi'_4}{\tau_2} + 1} = \frac{\sqrt{\alpha\lambda + 1}}{\alpha\lambda}$$

$$\sqrt{\frac{(\alpha + 1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2}{1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2}} \quad (50)$$

Poza tym:

$$(Th)' = \frac{Gw_0}{g} \left. \begin{aligned} & \left[\sqrt{\alpha\lambda + 1} \sqrt{(\alpha + 1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2} - \left(\alpha\lambda + \frac{1}{2} \right) \sqrt{1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2} \right] \\ & \alpha\lambda \sqrt{1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2} \end{aligned} \right\} \quad (51)$$

$$c' = \frac{(Th)'}{g}; \quad W' = w_0(Th)';$$

$$\eta_{\text{ex}} = \frac{W'}{\frac{G}{2g}(\delta w_4^2 - w_0^2)} = \frac{2 \left[\sqrt{\alpha\lambda + 1} \sqrt{(\alpha + 1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2} - \left(\alpha\lambda + \frac{1}{2} \right) \sqrt{1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2} \right] \sqrt{1 + \frac{(z-1)}{2} \omega_0^2}}{[(\alpha + 1)\beta + 1]};$$

(52)

$$\eta_{th} = \frac{\frac{G}{2g}(\delta w_4^2 - w_0^2)}{TGQ_4 \delta} = \frac{(x-1)\omega_0^2 [(\alpha+1)\beta + 1]}{2(\alpha+1)\beta \left[1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2\right]} \quad (53)$$

$$\eta_0 = \frac{(x-1)\omega_0^2}{(\alpha+1)\beta} \left[\frac{\sqrt{\alpha\lambda+1}}{\sqrt{1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2}} \sqrt{(\alpha+1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2} - \left(\alpha\lambda + \frac{1}{2}\right) \right] \quad (54)$$

„Ciąg właściwy“, to zn. przeliczony na jednostkę przekroju kanału, będzie:

$$\varepsilon_0 = \frac{(Th)'}{S_0} = \frac{w_0 P_0}{GRT_0} (Th)' = \frac{x\omega_0^2 P_0}{\alpha\lambda} \left[\frac{\sqrt{\alpha\lambda+1}}{\sqrt{1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2}} \sqrt{(\alpha+1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2} - \left(\alpha\lambda + \frac{1}{2}\right) \right] \quad (55)$$

$$\varepsilon_4 = \frac{(Th)'}{S_4} = \frac{\varepsilon_0}{\varphi_4} = x\omega_0^2 P_0 \frac{\left[\sqrt{\alpha\lambda+1} \sqrt{(\alpha+1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2} - \left(\alpha\lambda + \frac{1}{2}\right) \sqrt{1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2} \right]}{\sqrt{\alpha\lambda+1} \sqrt{(\alpha+1)\beta + 1 + \alpha\lambda + \alpha\lambda \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2}} \quad (56)$$

Analiza matematyczna wykazuje że sprawność zewnętrzna η_{ex} osiąga 100% dla $\lambda = \infty$ i wówczas ciąg jednostkowy ε' staje się zerem.

Tę samą maksymalną wartość otrzymujemy dla

$$(\omega_0)_{e_1} = \sqrt{\frac{2}{x-1}(\alpha+1)\beta}$$

zaś przy

$$(\omega_0)_{e_2} = \sqrt{\frac{2}{x-1} \{4[(\alpha+1)\beta + 1](\alpha\lambda + 1) - 1\}}$$

sprawność η_{ex} staje się zerem.

Sprawność termiczna η_{th} nie zależy od λ zaś osiąga maksymalną wartość 100% przy $(\omega_0)_{e_1}$. W tym wypadku φ_4' staje się zerem, to zn. że całe ciepło uzyskane ze spalania służy do podgrzania paliwa od T_0 do T_2 . Ponieważ ciepło φ_4' nie może być ujemne, więc $(\omega_0)_{e_1}$ jest najwyższą osiągalną wartością początkowej liczby Macha, czyli

$$\omega_0 \leq \sqrt{\frac{2}{(x-1)}(\alpha+1)\beta}$$

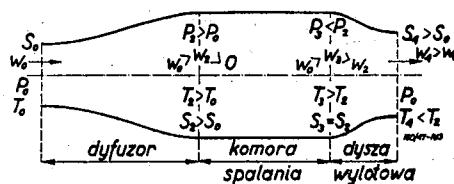
skąd wynika najwyższa teoretycznie osiągalna szybkość lotu dla pewnej temperatury otoczenia T_0 i pewnego gatunku paliwa (α, σ):

$$\omega_0 \leq \sqrt{\frac{2g^* RT_0}{(x-1)}(\alpha+1)\beta}$$

W granicy tej spólcz. nadmiaru λ nie figuruje, wydaje się więc że jest to granica zupełnie ogólna.

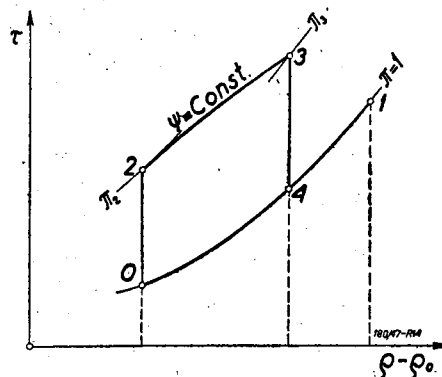
7. Silnik pół-doskonały, o skończonym przekroju palnika.

W silniku rzeczywistym średnica gabarytu silnika musi być oczywiście ograniczona. W celu dalszego zbliżenia silnika doskonałego do rzeczywistości założymy, że największa średnica silnika jest zadana, zatrzymując wszystkie inne założenia abstrakcyjne. Najlepsze rezultaty uzyskamy, gdy tę największą średnicę zastosujemy w przekroju 2, utrzymując stały przekrój palnika, $S_3 = S_2$. Kształt silnika będzie więc jak podano na Rys. 13; jego wykres entropowy podano na Rys. 14.



Rys. 13.

Postawione wyżej ograniczenie może być ujęte inaczej, przez zadanie z góry najwyższej dopusz-



Rys. 14.

czalnej wartości szybkości σ_2 . Niech to będzie σ_{2min} , wówczas:

$$\tau_2 = \left[1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2(1 - \sigma_2^2 m)\right] \quad (57)$$

$$\pi_2 = \tau_2 \frac{x}{x-1} = \left[1 + \frac{(x-1)}{2}\omega_0^2(1 - \sigma_2^2 m)\right] \frac{x}{x-1} \quad (58)$$

$$\psi^2 = \frac{\tau_2}{\sigma_2 \pi_2} \quad (59)$$

$$\varphi_{2,3} = \frac{(\alpha+1)\beta}{(\alpha\lambda+1)} \quad (60)$$

$$Q_{2,3} = \frac{x R T_0}{(x-1) J} \varphi_{2,3}$$

$$\varphi'_{2,3} = \varphi_{3,2} \frac{(\tau_2 - 1)}{(\alpha\lambda + 1)}$$

$$= \frac{(\alpha + 1) \beta - \frac{(\kappa - 1)}{2} \omega_0^2 (1 - \sigma_{2m})}{(\alpha \lambda + 1)}; \quad (61)$$

$$\pi_3 = \frac{1}{\kappa - 1} \left[(\kappa \omega_0^2 \sigma_{2m} + \tau_2) + \kappa \sqrt{(\tau_2 - \omega_0^2 \sigma_{2m})^2 - 2(\kappa + 1) \omega_0^2 \sigma_{2m} \varphi'_{2,3}} \right]; \quad (62)$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_{2m} [(\kappa - 1) \omega_0^2 \sigma_{2m} + 2(\tau_2 + \varphi'_{2,3})]}{(\kappa \omega_0^2 \sigma_{2m} + \tau_2) + \sqrt{(\tau_2 - \omega_0^2 \sigma_{2m})^2 - 2(\kappa + 1) \omega_0^2 \sigma_{2m} \varphi'_{2,3}}}; \quad (63)$$

$$\tau_3 = \tau_2 \frac{\sigma_3 \pi_3}{\sigma_{2m} \pi_2}; \quad (64)$$

$$\tau_4 = \frac{\tau_3}{\kappa - 1}; \quad (65)$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{(\tau_3 - \tau_4)}{(\kappa - 1) \omega_0^2} + \sigma_3^2}; \quad (66)$$

$$\psi_4 = \frac{\epsilon \tau_4}{\pi_4 \sigma_4} = \delta \frac{\tau_4}{\sigma_4}; \quad (67)$$

$$(Th)' = G \epsilon' = \frac{G w_0}{g} \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda} \right); \quad (68)$$

$$\eta_{ex} = \frac{2 \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda} \right)}{(\delta \sigma_4^2 - 1)}; \quad (69)$$

$$\eta_{th} = \frac{(\kappa - 1) \omega_0^2 (\delta \sigma_4^2 - 1)}{2 \delta \varphi_{2,3}}; \quad (70)$$

$$\eta_0 = \eta_{ex} \eta_{th}; \quad (71)$$

$$\epsilon_0 = \frac{(Th)'}{S_0} = \kappa \omega_0^2 P_0 \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda} \right); \quad (72)$$

$$\epsilon_2 = \frac{\epsilon_0}{\psi_2}; \quad (73)$$

$$\epsilon_4 = \frac{\epsilon_0}{\psi_4}. \quad (74)$$

Weźmy jako przykład:

szybkość lotu $w_0 = 600$ mil ang./h = 268 m/sek;
 poziom morza, atmosfera wzorcowa ($P_0 = 760$ mm Hg; $T_0 = 288^\circ$ K);
 powietrze: $\kappa = 1,4$; $R = 29,27$ m⁰/K;
 paliwo: benzyna, $\alpha = 15,0$; $Hm_0 = 628$ Kal/kg;
 nadmiar powietrza: $\lambda = 4,0$;
 szybkość na wlocie do palnika: $w_2 = 100$ stóp/sek = 30,48 m/sek;

$$J = 427 \frac{\text{mkg}}{\text{Kal}}; \quad g = 9,81 \text{ m/sek}^2$$

Otrzymujemy:

$$w_0 = 0,789; \quad \sigma_{2m} = 0,1137;$$

$$\tau_2 = 1,1221; \quad \pi_2 = 1,497;$$

$$\psi_2 = 6,595; \quad \sqrt{\psi_2} = 2,568;$$

$$\beta = 9,09; \quad \varphi_{2,3} = 2,384; \quad \varphi'_{2,3} = 2,383; \quad \delta = 1,017,$$

$$\pi_3 = 1,463; \quad \sigma_3 = 0,362; \quad \tau_3 = 3,490;$$

$$\pi_4 = 1,000 \quad \tau_4 = 3,130 \quad \sigma_4 = 1,739$$

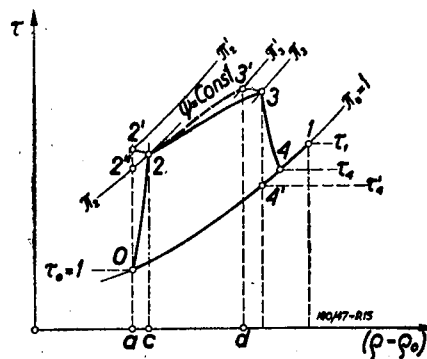
$$\psi_4 = 1,830 \quad \sqrt{\psi_4} = 1,354 \quad \epsilon' = 20,8 \text{ kg/kg na sek.}$$

$$\eta_{ex} = 0,734 \quad \eta_{th} = 0,1064 \quad \eta_0 = 0,0781$$

$$\epsilon_0 = 0,680 \text{ kg/cm}^2 \quad \epsilon_2 = 0,1037 \text{ kg/cm}^2 \quad \epsilon_4 = 0,3745 \text{ kg/cm}^2$$

8. Silnik rzeczywisty.

Wykres entropowy silnika rzeczywistego podano na rys. 15.



Rys. 15. Obieg silnika rzeczywistego na wykresie entropowym.

Oznaczmy sprawność dyfuzora przez η_d (zapewne ok. 0,92), czyli

$$\frac{T_2'' - T_0}{T_2 - T_0} = \eta_d;$$

$$\frac{P_2''}{P_0} = \frac{P_2}{P_0} = \pi_2 = \left(\frac{T_2''}{T_0} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}}.$$

Równanie aero-termodynamiki (7), (28) obowiązuje, jak wiadomo, zawsze, niezależnie od tego czy mamy do czynienia z czystą przemianą termodynamiczną, czy z częściowym dławieniem. Przebieg 0-2 można uważać za przemianę adiabatyczną 0-2' z następnym dławieniem 2'-2, które też jest procesem adiabatycznym w ogólnym znaczeniu (to zn. bez wymiany ciepła), zatem

$$\tau_2 = \left[1 + \frac{(\kappa - 1)}{2} \omega_0^2 (1 - \sigma_{2m}^2) \right]; \quad (75)$$

$$T_2'' = T_0 + \eta_d (T_2 - T_0)$$

$$\pi_2 = \left[(1 - \eta_d) + \eta_d \tau_2 \right]^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} =$$

$$= \left[1 + \eta_d \frac{(\kappa - 1)}{2} \omega_0^2 (1 - \sigma_{2m}^2) \right]^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}}; \quad (76)$$

$$\psi_2 = \frac{\tau_2}{\sigma_{2m} \pi_2}. \quad (77)$$

Ciśnienie ψ_2 byłoby osiągnięte, gdyby nie było dławienia, przy zachowaniu tego samego przekroju ψ^2 .

Stratę przez niezupełne spalanie możemy tu pominąć ze względu na duży nadmiar powietrza, o ile oczywiście konstrukcja palnika jest odpo-

wiednio przemysłana. Strata ciepła przez przewodzenie i promieniowanie jest tu rzędu 2%, więc stosunkowo bardzo niewielka, dzięki ogromnej ilości ciepła, jaka się wydziela w jednostce czasu w stosunku do powierzchni zewnętrznej silnika. Ujmijmy to przy pomocy sprawności η_h (rzędu 0,98):

$$\varphi_{2,3} = \eta_h \frac{(\alpha + 1) \beta}{(\alpha \lambda + 1)}; \quad (78)$$

$$\varphi_{2,3}' = \varphi_{2,3} - \frac{(\tau_2 - 1) c_{pf}}{(\alpha \lambda + 1) c_{pa}}, \quad (79)$$

gdzie $\frac{c_{pf}}{c_{pa}}$ jest stosunkiem ciepła właściwego paliwa i powietrza; dobieramy stosunek tak, aby równocześnie uwzględnić ciepło parowania paliwa, zatem stosunek ten musi być rzędu 10.

Stała gazowa i wykładnik adiabaty mieszaniny gazowej w czasie spalania są w rzeczywistości

$$\pi_3' = \frac{\pi_2}{(\kappa' + 1) \tau_2} [(\kappa' \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m + \tau_2) + \kappa' \sqrt{(\tau_2 - \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m)^2 - 2(\kappa' + 1) \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m \varphi_{2,3}'}]; \quad (80)$$

$$\sigma_3' = \frac{\sigma_2 m [(\kappa' - 1) \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m + 2(\varphi_{2,3}' + \tau_2)]}{[(\kappa' \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m + \tau_2) + \sqrt{(\tau_2 - \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m)^2 - 2(\kappa' + 1) \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m \varphi_{2,3}'}]}; \quad (81)$$

$$\tau_3 = \frac{\sigma_3' \pi_3'}{\sigma_2 m \pi_2} \tau_2. \quad (82)$$

Ciśnienie rzeczywiste po spalaniu π_3 jest oczywiście niższe od π_3' . Można by je określić w utarty sposób, wprowadzając liczbę *Reynoldsa* i promień hydrauliczny, ale prościej będzie wprowadzić „sprawność ciśnienia” η_p :

$$\pi_3 = \eta_p \pi_3', \quad (83)$$

która w naszym wypadku jest rzędu 0,98; ściślej biorąc zależy ona od szybkości:

$$\eta_p = 1 - 2,5 \omega_0'^2 \sigma_2'^2 m,$$

gdzie współczynnik 2,5 dobrano zgodnie z warunkami narzuconymi przez doświadczenie.

Przy przejściu od 3' do 3 zarówno równanie ciągłości, jak i równanie aero-termodynamiki pozostają słuszne; proces ten może być uważany za dławienia, to znaczy za proces adiabatyczny, zatem

$$\frac{\sigma_3 \pi_3}{\tau_3} = \frac{\sigma_3' \pi_3'}{\tau_3'};$$

$$\tau_3 = \tau_3' + \frac{(\kappa' - 1)}{2} \omega_0'^2 (\sigma_3'^2 - \sigma_3^2),$$

skąd

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_3'}{\eta_p} \left[1 + \frac{(\kappa' - 1) \omega_0'^2 (\sigma_3'^2 - \sigma_3^2)}{2 \tau_3'} \right];$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_3' [2 \tau_3' + (\kappa' - 1) \omega_0'^2 \sigma_3'^2]}{\sqrt{[(\kappa' - 1) \omega_0'^2 \sigma_3'^2 + \tau_3']^2 - (1 - \eta_p^2) \tau_3'^2 + \eta_p \tau_3'}}; \quad (84)$$

$$\tau_3 = \frac{\eta_p \tau_3'}{\sigma_3} \sigma_3. \quad (85)$$

zmienne. Stała gazowa odchyła się b. niewiele od stałej powietrza, ze względu na duże λ , możemy tu więc przyjąć wartość średnią $R' = 29,1 \text{ m}^2/\text{K}$. Średnia wartość C_p odchyła się o wiele więcej od wartości 0,24 dla zimnego powietrza ze względu na wpływ temperatury. W naszym wypadku można przyjąć $c_p' = 0,28 \text{ Kal/kg}$, zatem

$$\kappa' = \frac{1}{1 - \frac{R'}{c_p'}} = 1,322$$

Równocześnie formalna wartość liczby Macha ω_0 zmieni się na

$$\omega_0' = \frac{\kappa R}{\kappa' R'} \omega_0 = 1,065 \omega_0.$$

Jeśli pominąć narazie hydrauliczną stratę ciśnienia w palniku, to stan końcowy będzie $\pi_3', \sigma_3', \tau_3'$:

Oznaczmy dalej sprawność dyszy przez η_n (zapewne około 0,96), czyli:

$$\frac{T_3 - T_4}{T_3 - T_4'} = \eta_n;$$

$$\pi_4 = 1;$$

$$\left(\frac{T_3}{T_4'} \right)^{\frac{\kappa'}{\kappa' - 1}} = \pi_3;$$

$$\tau_4 = \tau_3 \left[(1 - \eta_n) + \frac{\eta_n}{(\pi_3)^{\frac{\kappa'}{\kappa' - 1}}} \right]; \quad (86)$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\sigma_3^2 + \frac{2}{(\kappa' - 1) \omega_0'^2} (\tau_3 - \tau_4)}; \quad (87)$$

$$\varphi_4 = \frac{\delta \tau_4}{\sigma_4}. \quad (88)$$

Oznaczmy wreszcie przez η_i sprawność pompowania paliwa (zapewne tylko około 0,10, gdyż b. cenny ciąg końcowy jest uszczuplony w celu wykonania tej pracy), czyli:

$$\zeta' = \frac{w_0}{g} \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda \eta_i} \right); \quad (89)$$

$$\eta_{ex} = \frac{2 \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda \eta_i} \right)}{(\delta \sigma_4^2 - 1)}; \quad (90)$$

$$\eta_{th} = \frac{(\kappa - 1) \omega_0^2 \eta_h (\delta \sigma_4^2 - 1)}{2 \delta \varphi_{2,3}}; \quad (91)$$

$$\eta_0 = \eta_{ex} \eta_{th}; \quad (92)$$

$$\varepsilon_0 = \kappa \omega_0^2 P_0 \left(\delta \sigma_4 - 1 - \frac{1}{2 \alpha \lambda \eta_i} \right); \quad (93)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_0}{\psi_2}; \quad (94)$$

$$\varepsilon_4 = \frac{\varepsilon_0}{\psi_4}. \quad (95)$$

Weźmy jako przykład te same dane, jak poprzednio, a ponadto:

$$\eta_d = 0,92; \quad \eta_n = 0,96; \quad \eta_h = \eta_p = 0,98;$$

$$\frac{c_{pf}}{c_{pa}} = 10,0; \quad \eta_f = 0,10,$$

wówczas otrzymamy:

$$\omega_0 = 0,789; \quad \sigma_{2m} = 0,1137; \quad \omega_0' = 0,840;$$

$$\tau_2 = 1,1221; \quad \pi_2 = 1,448;$$

$$\psi_2 = 6,820; \quad \sqrt{\psi_2} = 2,614;$$

$$\varphi_{2,3} = 2,336; \quad \varphi_{2,3}' = 2,316;$$

$$\pi_3' = 1,415; \quad \sigma_3' = 0,3125; \quad \tau_3' = 3,012;$$

$$\pi_3 = 1,387; \quad \sigma_3 = 0,3186; \quad \tau_3 = 3,010;$$

$$\pi_4 = 1,000; \quad \tau_4 = 2,785; \quad \sigma_4 = 1,443;$$

$$\Psi_4 = 1,962; \quad \sqrt{\Psi_4} = 1,401; \quad \zeta' = 10,53 \text{ kg/kg/sek};$$

$$\gamma_{\text{ex}} = 0,6895; \quad \eta_{\text{th}} = 0,0583; \quad \gamma_0 = 0,0402;$$

$$\varepsilon_0 = 0,348 \text{ kg/cm}^2; \quad \varepsilon_2 = 0,0513 \text{ kg/cm}^2;$$

$$\varepsilon_4 = 0,177 \text{ kg/cm}^2.$$

Wypada tu zaznaczyć, że właściwość silnika doskonałego posiadania najwyższej sprawności dla $\sigma_{2m} = 0$ nie jest dowiedziona dla silnika rzeczywistego. Istotnie, całe ciepło wydzielone przedstawia powierzchnia c 2 3' d' (Rys. 15), gdyż dławie-

wia 2' — 2 oraz 3' — 3 są procesami adiabatycznymi; podobnie rozprężanie 3 — 4 jest procesem adiabatycznym. Pole a 0 1 b również przedstawia całe ciepło wydzielone. Ale tutaj punkt 2 jest przesunięty w prawo od 0, a punkt 4 w prawo od 3', zatem im wyższe ciśnienie π_2 (lub im niższa szybkość σ_{2m}) tym bardziej punkt 4 zbliża się do 1. Nie jest więc wykluczone, że sprawność ogólna przechodzi przez wartość maksymalną dla pewnej wartości $\sigma_{2m} > 0$, przynajmniej przy bardzo dużych, ponaddźwiękowych szybkościach lotu.

9. Wnioski.

Zagadnienie napędu odrzutowego jest w chwili obecnej bardzo na czasie. Nic dziwnego, że jest ono intensywnie studiowane teoretycznie i praktycznie. W opinii autora, do pewnych publikacji na ten temat wkrađło się dużo nieporozumień i nieścisłości, próba uporządkowania pojęć w tej dziedzinie wydaje się więc bardzo wskazana.

Uzyskany na drodze rozumowania teoretycznego rezultat wykazujący konieczność zastosowania dyfuzora na wlocie i dyszy na wylocie jest raczej zniechęcający, zwiększa to bowiem znacznie długość silnika. Na szczęście, w obecnej chwili pojawiają się już nowe rozwiązania, pozwalające na wydadne skrócenie zarówno palnika, jak i dyfuzora bez szkody dla sprawności. Zagadnienia te wychodzą jednak poza obręb niniejszego artykułu.

Zastosowana w niniejszej pracy metoda dyskusji na podstawie wykresu entropowego wydaje się być bardzo owocna. Byłoby więc może wskazane jej zastosowanie do wypadku silnika odrzutowego klasycznego, ze sprężarką i turbiną.

APEL DO CZŁONKÓW SIMP

W dniu 1 stycznia 1947 r. Stowarzyszenie nasze liczyło 300 członków; w ciągu 1 kwartału liczba ta wzrosła trzykrotnie. Dalszy stały wzrost liczby członków wskazuje, że idee Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich znajdują coraz silniejszy oddźwięk wśród ogółu naszych kolegów.

Stowarzyszenie nasze podejmuje wiele prac i jest powoływane do współdziałania w bardzo wielu sprawach. Tymczasem spośród ogółu zaledwie szczupłe grono kolegów poświęca się pracy społecznej. Oparcie pracy Stowarzyszenia na ofiarnym wysiłku kilkunastu osób, nie może dać dobrych wyników, już choćby dlatego, że ludzie ci, pełniąc jednocześnie kilka funkcji, nie mogą poświęcić całej swojej energii jednej sprawie bez uszczerbku dla innej, ich pieczy powierzonej.

Ideą organizacyjną byłoby wciągnięcie do wspólpracy organizacyjnej wszystkich członków SIMP. Gdyby

każdy członek Stowarzyszenia wykazał inicjatywę i wziął bezpośredni udział w życiu Stowarzyszenia, wówczas SIMP stałby się, w pełnym tego słowa znaczeniu, naszym wspólnym dobrem.

Niezwykle ważny dla rozwoju Stowarzyszenia jest udział członków w Kołach i Sekcjach fachowych SIMP. Prace sekcji fachowych stanowią bowiem trzon działalności naszego Stowarzyszenia, a rozwój ich stanowi miarę żywotności i znaczenia SIMP w świecie technicznym.

W obecnej chwili są czynne Komisje: oświatowa, wy-cieczkowa, do spraw zagranicznych i biblioteczna, oraz Koła: lotnicze, samochodowe, odlewnicze i okrętowe. W stadium organizacji znajdują się inne sekcje fachowe.

Aby rozszerzyć zakres i podnieść sprawność działalności Stowarzyszenia, Zarząd Główny SIMP rzuca następujące hasło:

Każdy członek SIMP powinien przez udział w pracach komisyj, kół i sekcji fachowych współdziałać w realizacji zadań Stowarzyszenia!

ZARZĄD GŁÓWNY SIMP

DZIAŁ SPAWALNICZY

Kontrola spawania łukowego w świetle badań makro i mikroskopowych

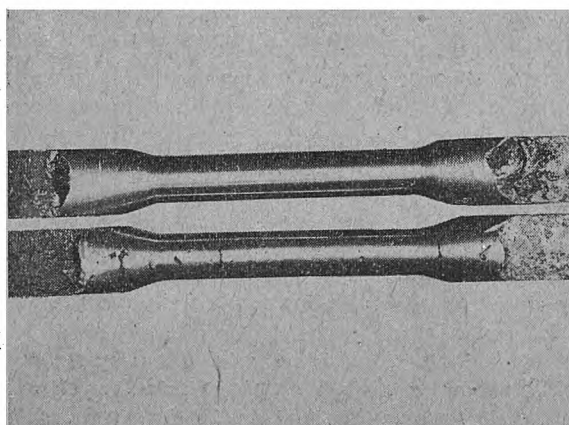
Inż. JAN OBREBSKI

Wysoki poziom wykonania każdej z czynności, składających się na operację spawania jest znacznie większą rękojmią jakości wyrobu niż najczulsza kontrola. Czynności badawcze należy przenieść na odcinek przygotowawczy. Badania w okresie przygotowawczym obejmują próby spoiwa, t. j. samego stopionego metalu elektrody, oraz próby spoin. Z pośród nich próby na rozerwanie płytek spojonych w poprzek należy zastąpić przez próby płaskowników spojonych wzdłuż, gdzie spoina jest tylko małą częścią przekroju rozrywanego. Największe znaczenie posiadają jednak badania makro i mikroskopiczne, przelomów próbek zginanych. Szereg przykładów z badań spawanych połączeń potwierdza tezę autora. Na zakończenie autor rozważa zagadnienie spawania stali twardych i stopowych oraz zagadnienie obróbki cieplnej spoin.

1. Metody kontroli spoin i ich znaczenie.

Otrzymanie dobrego wyrobu może być osiągnięte dzięki kontroli gotowego produktu, jak też dzięki postawieniu produkcji na takim poziomie, który wyklucza, w praktycznym pojęciu tego słowa, produkcję wadliwą. Należy podkreślić tę okoliczność, że wysoki poziom wykonania i ustalone tradycje porządnego wykonywania każdej czynności są znacznie większą rękojmią dobroci wyrobu, niż najczulsza kontrola.

Łączenie za pomocą spawania jest względnie nową metodą, to też stosujący tę metodę pragną zdobyć zupełną pewność co do jakości spoin. Skłonni są też stosować najdroższe i najbardziej skomplikowane metody kontroli, mało dbając o to, czy dają one istotnie coś więcej poza moralnym zadowoleniem.



Rys. 1. Próbkę z samego spoiwa już po obtoczeniu daje pojęcie o jakości uzyskanego materiału.

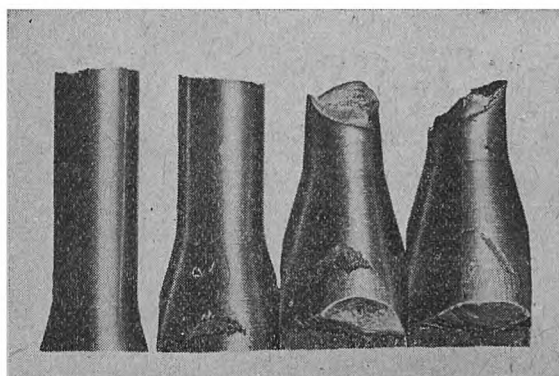
Badanie spoin za pomocą promieni Roentgena uważane jest często za radykalny środek na wykrywanie wad, aczkolwiek rentgenogramy dają nam odpowiedź jedynie na to, czy spoina jest zupełnie ścisła, czy też zawiera pustki (pęcherzyki) i wtrącenia żużlowe.

Metody magnetyczne również wykrywają jedynie pustki i przerwy w spoinie, nie dając najmniejszego nawet pojęcia o innych jej cechach.

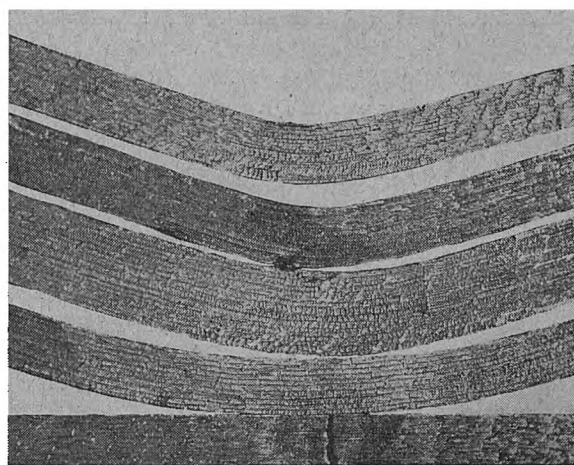
Uzyskanie spoiny ścisłej jest rzeczą niewątpliwie ważną, jednak małe pęcherzyki gazowe, jeżeli nawet są takie w spoinie, nie obniżają jej wytrzyma-

łości i plastyczności w takim stopniu, w jakim mogą to uczynić inne wady, nie dające się absolutnie wykryć na drodze badań rentgenograficznych i magnetycznych.

Ponieważ stosowanie innych metod badawczych wymaga zniszczenia obiektu spawanego, musimy skupić wszystkie nasze wysiłki w kierunku właściwego doboru elektrod, oraz poprawnego wykonywania połączeń spawanych, a czynności badawcze przenieść na odcinek, że tak powiemy, przygotowawczy.



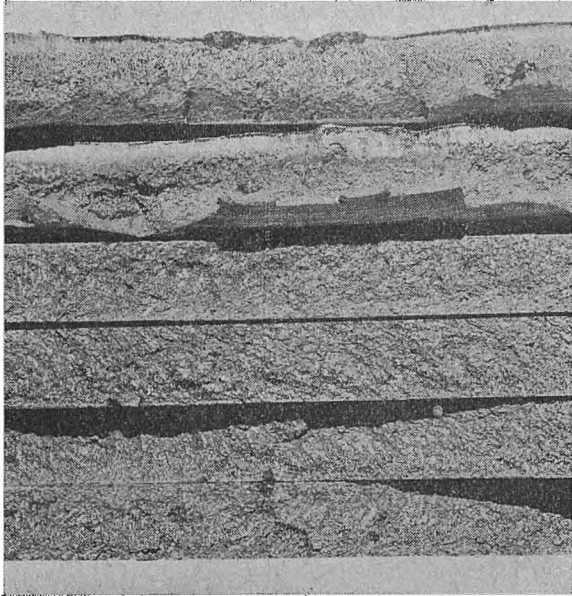
Rys. 2. Ze złomu próbki rozerwanej można sądzić o jakości spoiwa. Na lewo złom nagły bez odkształcenia materiału, na prawo złom materiału ciągliwego.



Rys. 3. Próbkę zginane do pierwszego pęknięcia wykazują różny stopień plastyczności metalu spoiny. Dwie dolne próbki wskazują na bardzo twardy materiał w spoinie.

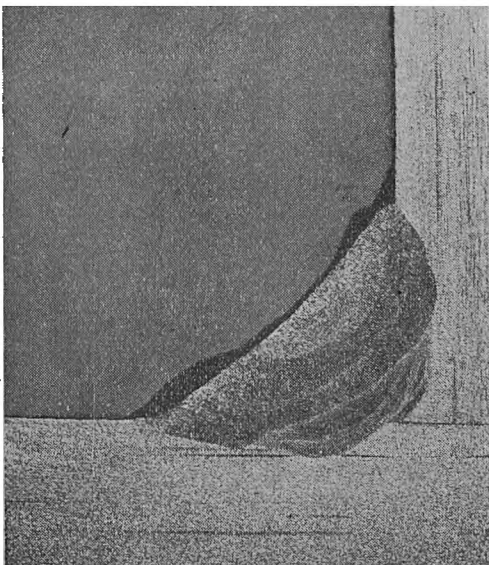
2. Czynniki wpływające na jakość spoiny.

Spoinę możemy, a nawet musimy traktować jako odlew stalowy. Właściwości mechaniczne spoiny będą uzależnione od tych samych czynników, jakie decydują o właściwościach mechanicznych odlewu. Są to:



Rys. 4. Charakterystyczne przełomy próbek z rys. 3.

- 1) Krystalizacja pierwotna, a więc wielkość i orientacja krystalitów, dobra lub zła spójnia międzykrystalitowa, zdolność względnie niezdolność do przekrystalizowywania poprzez granice krystalitów.



- 3) Krystalizacja wtórna, warunki rekrystalizacji wywołanej wyżarzaniem lub samowyżarzaniem spoiny.
- 4) Składniki metalograficzne, występujące w spoinie surowej i w spoinie wyżarzonej.
- 5) Wpływ takich dodatków jak mangan, chrom, nikiel itp. na wytrzymałość i plastyczność spoiny surowej i spoiny wyżarzonej.
- 6) Powierzchnia spoiny i ukształtowanie się jej przekroju, czyli wypadkowa wpływów napięcia powierzchniowego metalu płynnego i żużla płynnego.

Badania mikro i makrograficzne, powiązane z badaniami wytrzymałościowymi i spostrzeżeniami warsztatowymi, dają dopiero pełny obraz zjawisk i pozwalają na świadome postępowanie, z góry gwarantujące dobry wynik.

3. Badania wytrzymałościowe.

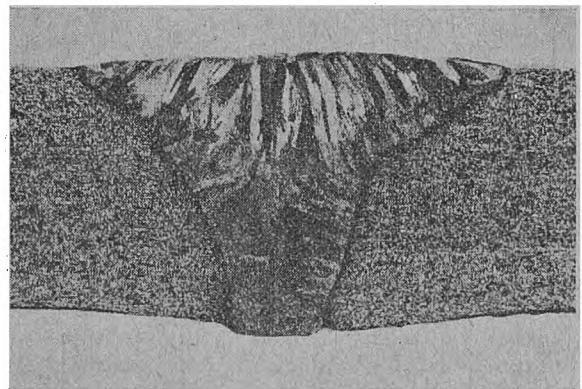
Badania wytrzymałościowe w okresie przygotowawczym, przed wykonaniem konstrukcji spawanej, mające na celu stwierdzenie, czy warunki uzyskania połączeń o żądanych cechach wytrzymałościowych są spełnione, obejmują zasadnicze 2 grupy prób.

Jedna grupa obejmuje próby, mające na celu ustalenie jakości materiału, otrzymywanego ze stopionej elektrody, zaś druga grupa obejmuje próby połączeń spawanych.

Badania spoiwa.

Do prób metalu uzyskanego ze stopionej elektrody, a — jak się mówi potocznie — do prób jakości elektrod, stosujemy zwykle próbki na rozciąganie o średnicy 10 mm i długości 50 mm, której część pomiarową stanowi sam metal stopionej elektrody. Wykonanie takiej próbki należy powierzyć bardzo dobremu spawaczowi, aby nie przypisać materiałowi wad samego spawania.

Już sam wygląd obtoczonych próbek daje pojęcie o jakości uzyskanego materiału, co ilustruje rys. 1. Następnie wygląd miejsc zerwania próbek

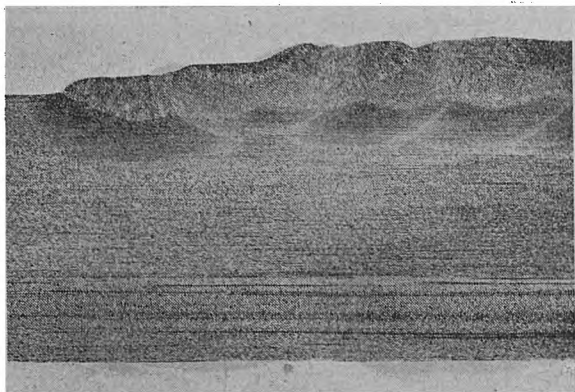


Rys. 5 i 6. Makrografia spoiny miękkiej na stali zwykłej i spoiny ze stali kwasoodpornej.

- 2) Stopień wtapiania się spoiny w materiał macierzysty i jakość wtopu, a więc głębokość wtopu, stopień wzajemnej dyfuzji, stopień zażużlenia wtopu, obecność lub nieobecność tlenków.

daje bardzo cenne wskazówki co do jakości i właściwości uzyskanego tworzywa (rys. 2), na koniec z pomiarów dokonanych przy próbie na rozciąganie otrzymuje się zasadnicze charakterystyki: R_r , Q_r , $A\%$ i $C\%$.

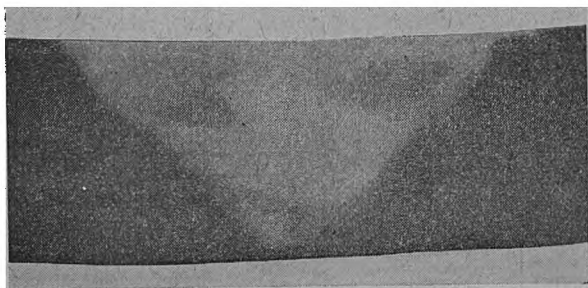
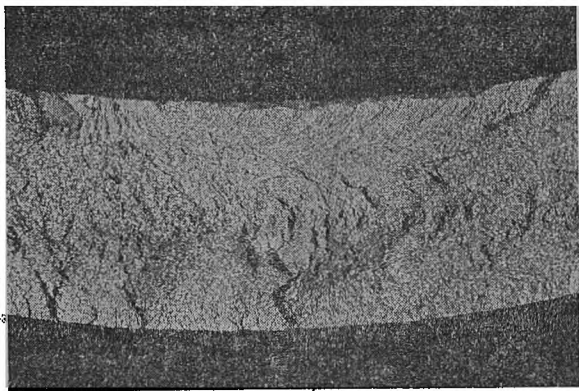
Próbki wytrzymałościowe mogą być wykonane tak z próbki „surowej”, jak też z próbki wyżarzonej, a nawet ulepszonej termicznie. Dla oceny me-



Rys. 7. Wpływ warstw metalu na metal rodzimy i górnych warstw na dolne (samowyżarzania).

talu, jaki daje stopiona elektroda, dogodny jest raczej stan równowagi, czyli stan, jaki uzyskujemy po wyżarzeniu normalizującym i zmiękczającym.

Częstokroć słyszy się zdanie, że wyżarzanie próbki jest sztucznym dopomaganiem sobie do uzyskania dobrych wyników. Mniemanie takie jest zupełnie błędne. Wyżarzanie może wprawdzie doprowadzić do obniżenia wytrzymałości na rozciąganie i jednoczesnego zwiększenia wydłużenia, jednak nie doprowadzi do zaklejenia porowatości



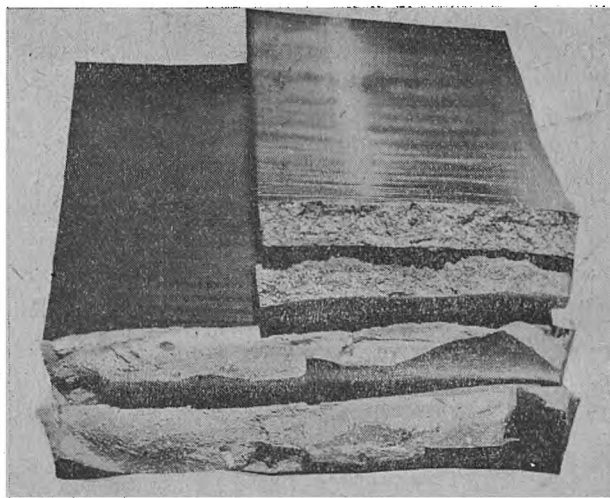
Rys. 8 i 9. Przełom płaskownika ze spoiną podłużną po próbie gięcia i makrografia przekroju.

i wzmocnienia spójni międzykryształitowej. Wyżej opisana próba jest próbą „zdrowia” materiału spoiny w pierwszym rzędzie i dopiero w drugim rzędzie próbą, klasyfikującą metal uzyskany z elektrody wg wytrzymałości (twardości).

Badania spoin.

Badanie wytrzymałości i plastyczności spoin przeprowadza się w sposób odmienny. Przede wszystkim należy ustalić, czy bada się spoinę jednowarstwową, czy też wielowarstwową; następnie, czy badaniom poddaje się spoinę surową, czy też wyżarzoną.

W wypadku badań spoin wykonanych elektrodami miękkimi, np. 50 kg/mm^2 , właściwości mechaniczne spoin jednowarstwowych czy wielowarstwowych, surowych czy wyżarzonych, nie będą się wybitnie różniły, przy większych jednak wytrzymałościach różnice występują w sposób jaskrawy. Zależnie od składu chemicznego spoiny trzeba będzie liczyć się jeszcze z szybkością styg-



Rys. 10. Przełomy przez spoinę surową i wyżarzoną.

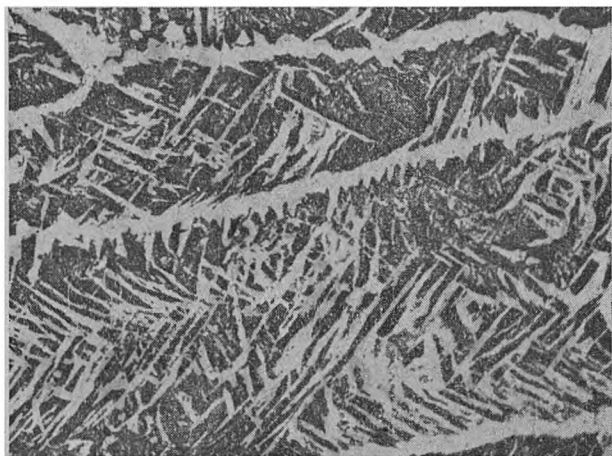
nięcia spoiny, a więc ze stosunkiem masy spoiny do masy spawanego obiektu. Przy badaniu właściwości mechanicznych spoiny należy zwracać uwagę na zachowanie się spoiny nie tylko w części środkowej, gdzie spoiwo utworzone jest z samego metalu elektrody, lecz również w strefie wtopu, gdzie metal elektrody jest stopiony z metalem rodzimym.

W ogóle w samym przeprowadzeniu próby na rozrywanie i jej ocenie popełniane są po dziś dzień bardzo poważne i zasadnicze błędy. Jednym z takich błędów jest wykonywanie normalnej próbki wytrzymałościowej z dwóch blach, spojonych na „V” lub na „X”. Rozciąganie takiej próbki doprowadza do zerwania bądź w środkowej części spoiny, bądź w materiale rodzimym, bądź w spoinie w strefie wtopu. Jedynie ten ostatni wypadek pozwala na wyciągnięcie ciekawego wniosku, a mianowicie takiego, że w miejscu wtopienia spoina jest słabsza od materiału uzyskanego ze stopienia samej elektrody. Zerwanie na spoinie świadczy jedynie o tym, że granica płynności w tej części jest niższa od granicy płynności materiału rodzimego. Dzięki tej małej (być może nic nie znaczącej praktycznie) różnicy granic płynności materiał spoiny zaczął się pierwsi ciągnąć i próbka zaczęła się przeważać w tym właśnie miejscu, co przesądziło odrazu o miejscu zerwania.

Jeżeli granica płynności materiału spoiny jest nieco wyższa niż materiału rodzimego, to przewę-

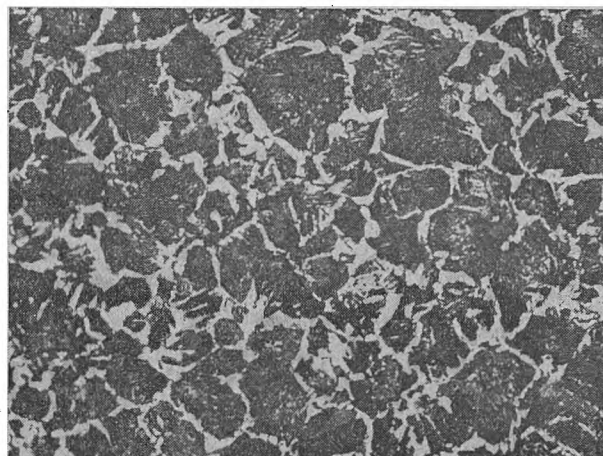
żenie i zerwanie ulokują się poza spoiną. Zerwanie poza spoiną bynajmniej nie upoważnia do twierdzenia, że spoina jest „lepsza”, albo „mocniejsza” od materiału rodzimego. Można jedynie orzec, że spoina jest mniej plastyczna od materiału rodzimego.

Dla określenia wytrzymałości spoiny należy stosować próbki przewężone w miejscu spojenia, aby wymusić zerwanie przez spoinę. Mierzenie wydłużenia na zerwanej próbce jest czynnością iluzoryczną, albowiem chodzi nam o przedłużenie



meo. Jeżeli plastyczność spoiny nie jest mniejsza od plastyczności materiału rodzimego, spoina odkształca się razem z materiałem spawanym. Jeżeli plastyczność spoiny jest mniejsza, spoina zaczyna pękać i nadrywać się przed zerwaniem próbki.

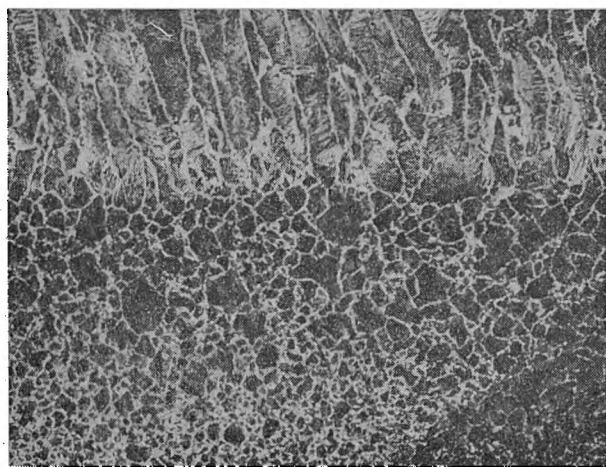
Próby tego rodzaju mogą być wykonywane w sposób opisany lub nieco inaczej, aby tylko zachowana została myśl przewodnia. Można by je nazwać próbami „współpracy materiału ze spoiną”.



Rys. 11 i 12. Struktura spoiny surowej i po wyżarzeniu (powiększenie 200 razy).

materiału spoiny, nie zaś o przedłużenie materiału rodzimego.

Poprawną metodą badania właściwości mechanicznych spoiny byłoby wytaczanie małych próbek z samej spoiny, co — szczególnie przy spoinach jednowarstwowych — napotykałoby na bardzo znaczne trudności. Dla ich uniknięcia wprowadzono próbę na zginanie oraz próbę rów-



Rys. 13. Struktura poszczególnych warstw spoiny.

noległego rozciągania spoiny i materiału rodzimego. Ta ostatnia próba wykonywana jest w ten sposób, że spawa się dwa płaskowniki (po zukosowaniu ich dłuższych stron) i wykonuje się z tego spoinionego zespołu normalną próbkę wytrzymałościową. Spoina biegnie tu nie prostopadle do osi próbki, lecz wzdłuż osi. Podczas rozciągania takiej próbki, decydującą jest plastyczność materiału rodzi-

4. Badania makro i mikroskopowe.

Wyniki badań wytrzymałościowych należy uzupełniać badaniami makro i mikroskopowymi. Oględziny gołym okiem też można zaliczyć do badań makroskopowych.

Na rys. 3 i 4 pokazane są próbki na zginanie oraz przełomy tych próbek. Chodziło, w danym wypadku, o określenie plastyczności spoin jedno i wielowarstwowych, surowych i wyżarzonych, w zależności od składu chemicznego, a ściślej od zawartości węgla.

Dwie próbki z bardzo twardymi spoinami surowymi nie dały trwałych odkształceń przy gięciu, natomiast trzecia i pozostałe dały odkształcenia trwałe dość znaczne. Wygląd przełomów całkowicie odpowiada zachowaniu się próbek podczas zginania. Nieobecność jakichkolwiek wad naprowadza nas na myśl, że bardzo twarde spoiny surowe są kruche i kruchość ta nie jest ich wadą, a przyrodzoną i naturalną właściwością. Na rys. 5 pokazana jest makrografia miękkiej spoiny konstrukcyjnej, a na rys. 6 — spoiny ze stali kwasoodpornej, wysokochromowej. Przebieg krystalizacji pierwotnej, wielkość krystalitów i kierunek tych krystalitów, są w każdym z podanych wypadków, jaskrawo odmienne. Rzuca się też w oczy skłonność do grubej krystalizacji w stali kwasoodpornej. Na rys. 7 podany jest obraz wielowarstwowego połączenia napawanego twardym metalem. Jest tu widoczny tak wpływ poszczególnych warstw spoiny jednych na drugie, jak i wpływ spoin na materiał spawany. Niezmiernie ciekawy przebieg regeneracji ziarna i stopniowego jego rozdrobnienia pouczają nas o niezmiernie skom-

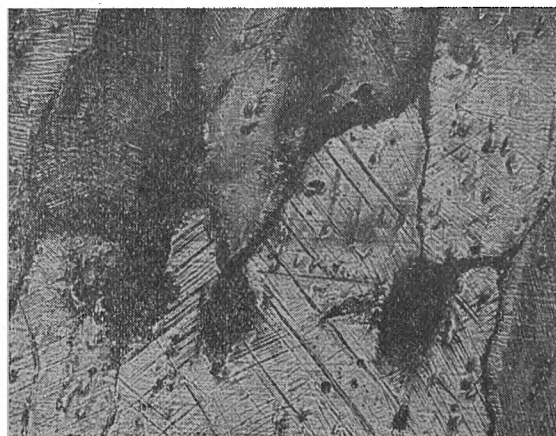
plikowanych procesach termicznych, jakie zachodzą przy spawaniu.

Przykład badania „współpracy spoiny z materiałem” przedstawiają rys. 8 i 9, przy czym na rys. 8 przedstawiony jest przełom płaskownika ze spoiną podłużną po próbie gięcia, a na rys. 9 makrograficzne zdjęcie przekroju. Spoina okazała się, w danym wypadku, bardziej plastyczna od materiału spawanego. Wyżarzanie doprowadziło do lepszego rozdrobnienia ziarna w spoinie, niż w materiale spawanym. Wtopienie spoiny w materiał, rodzimy wypadło doskonale.



stalicy, otoczone pasemkami ferrytu znajdują się jedynie w ostatniej warstwie.

Wyniki badań w wypadku spoiwa w bardzo złym gatunku zilustrowane są na rys. 14 — 16. W tym wypadku metal spoiny można nazwać „chorym”. Choroba metalu polega na słabej spójności międzykrystalitowej. Spoina taka dzieli się przy zginaniu (rys. 14), wykazując na przełomie zarysy poszczególnych krystalitów (rys. 15), a na szlifach (rys. 16) wyraźne szczeliny międzykrystalitowe. Żadna obróbka termiczna nie uzdrowi takiej spoiny.



Rys. 14 i 15. Spoiwo w złym gatunku dzieli się przy zginaniu, wykazując na mikrografii wyraźne szczeliny międzykrystalitowe.

5. Obróbka termiczna spoin.

Bardzo ważną dziedzinę badań stanowi wpływ obróbki termicznej na strukturę spoin. Jak już wyżej wspomniano, wpływ obróbki cieplnej na właściwości spoin miękkich (do 50 kg/mm²) praktycznie jest też znaczenia. Zupełnie inaczej ma się rzecz ze spoinami twardszymi.

Podobnie jak odlewy stalowe, spoiny półtwarde i twarde mają dość silnie zaakcentowaną krystalizację pierwotną, tak pod względem wielkości krystalitów, jak i pod względem ich orientacji. Krystalizacja wtórna (jeżeli rozumieć będziemy pod tym określeniem rozpad austenitu) nie przebiega w sposób chaotyczny, lecz jakoby odzwierciedla krystalizację pierwotną, znacząc wydzielającym się ferrytem granice krystalitów. Dopiero wyżarzanie normalizujące usuwa wpływ krystalizacji pierwotnej i nadaje spoinie strukturę, a z nią właściwości doskonałej stali kutej lub walcowanej. Wyżarzanie normalizujące spoiny jednowarstwowej może być skutecznie przez ogrzanie próbki spawanej w piecu lub też przez ogrzanie jednowarstwowej spoiny ciepłem spawania, tj. ciepłem następnej, względnie następnych spoin.

Skutek wyżarzania uwidocznił się na rys. 10 — 12. Rys. 10 przedstawia przełomy przez spoinę surową i przez spoinę wyżarzoną normalizująco. Mikrostruktury spoiny surowej (około 60 kg/mm²) i tejże spoiny wyżarzonej pokazane są na rys. 11 i 12 w pow. 200 razy.

Wyżarzanie normalizujące, osiągnięte automatycznie przez nakładanie jednej spoiny na drugą uwidoczniła rys. 13, pow. 20 razy. Wydłużone kry-

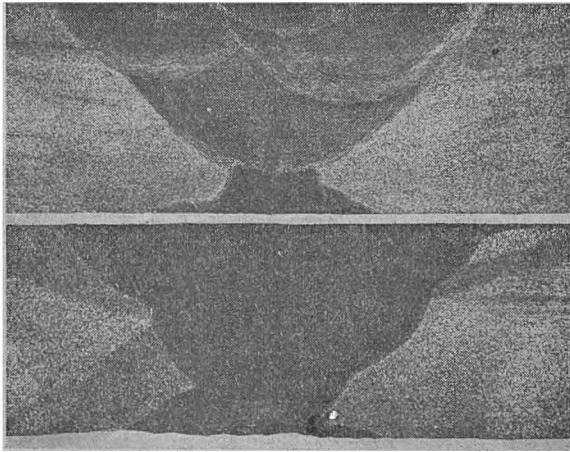
stkom międzykrystalitowym towarzyszą często, mniej groźne, pęcherze.

Obróbka termiczna nie usuwa też takich wad jak nasycenie azotem, pochodzące ze zbyt słabego przykrycia metalu spoiny żużłem i zbyt małej ilości gazów obojętnych, wydzielanych przez otulinę. Spoiny z takimi wadami pochodzą z elektrod gołych, względnie bardzo cienko otulonych. Makro (rys. 17) i mikrografia (rys. 18) uwidaczniają znacznie mniejszą odporność złej spoiny na działanie odczynnika makroskopowego oraz azotki (składnik iglasty) utwardzające metal i czyniące go kruchym.



Rys. 16. Spoiwo w złym gatunku dzieli się przy zginaniu, wykazując na mikrografii wyraźne szczeliny międzykrystalitowe.

Badania bardziej skrupulatne rozciągają się też na jarzenie się elektrody. Dla ustalenia temperatur, panujących w drucie elektrody wykonywane są następujące próby: bierze się drut z twardej stali i hartuje się go ostro. Następnie pokrywa się drut otuliną i spawa się nim

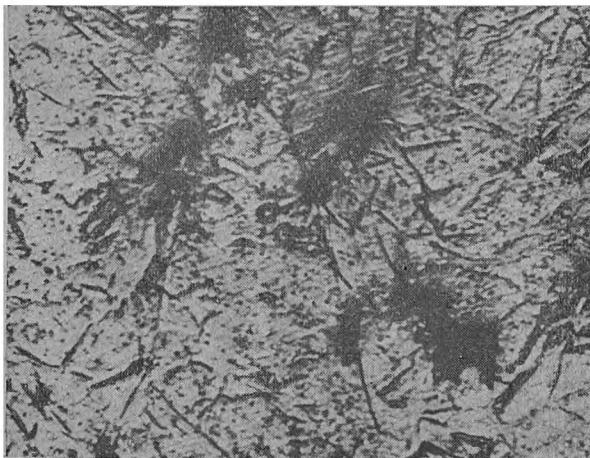


Rys. 17. Makro i mikrografia spoiny z dużą zawartością azotu (mała odporność na działanie czynnika makroskopowego oraz struktura iglasta).

jak normalną elektrodą. Po pewnym czasie spawanie przerywa się, przecina się drut elektrody i wykonuje się szlif w płaszczyźnie osi geometrycznej elektrody. Na podstawie istnienia tych lub innych składników metalograficznych można określić temperaturę, jaka panowała w każdym z miejsc badanych elektrody (rys. 19).

6. Spawanie i napawanie stali konstrukcyjnych.

Spawanie i napawanie stali konstrukcyjnych budowlanych, tj. konstrukcyj, wymagających tak miękkiej stali, jak i miękkich elektrod (37 do 45, max. 50 kg/mm²) są dostatecznie znane i opanowane. Trudniejsze jest zagadnienie spawania i napawania stali twardszych oraz stali stopowych.



Rys. 18. Makrografia spoiny z dużą zawartością azotu.

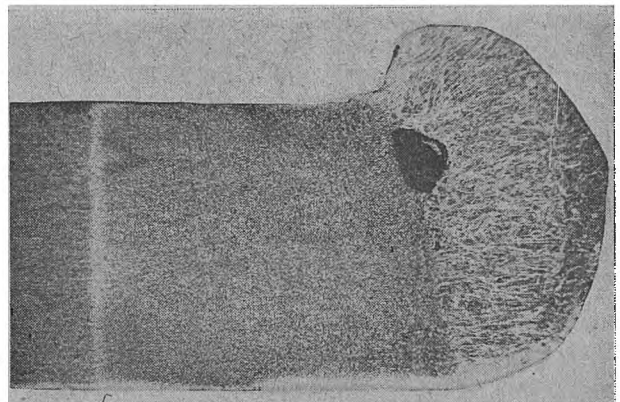
Pierwszy podział zasadniczy zagadnienia na spawanie połączeniowe i nadlewanie (napawanie)

należy uzupełnić podziałem na obiekty przeznaczone i nie przeznaczone do dalszej obróbki termicznej. Spawania połączeniowego stali twardszych i stopowych spoinami jednowarstwowymi nie zaleca się, jeżeli nie jest przewidziana dalsza obróbka termiczna. Stosować należy spoiny wielowarstwowe, co doprowadza do automatycznej obróbki termicznej (samowyzarzanie). Jeżeli przewidziana jest obróbka termiczna po spawaniu, to spoiny jednowarstwowe mogą być stosowane z powodzeniem. Napawaniu powierzchni żadnych ograniczeń nie stawiamy.

Jeżeli spoiny nie będą obrabiane termicznie, to skład ich może odbiegać od składu metalu rodzimego, pod względem wytrzymałości i przydłużenia jednak winny być jak najbardziej do niego zbliżone.

Realizujemy to w ten sposób, że dobieramy elektrody według właściwości mechanicznych materiału rodzimego.

W wypadku spawania takich obiektów, które będą podlegały obróbce termicznej, warunki tej obróbki będą dobierane tak, aby wymagane właściwości wytrzymałościowe osiągnąć w materiale rodzimym. Ponieważ do spoiny niepodobna zastosować innych warunków obróbki termicznej,



Rys. 19. Próba określająca przebieg temperatury na końcu jarzącej się elektrody.

trzeba więc, by spoina posiadała skład chemiczny możliwie zbliżony do składu chemicznego stali spawanej. Można jednak skład ten nieco zmienić, wprowadzając poprawkę na ewentualne wady spoiny. Jeżeli np. założymy, że wytrzymałość spoiny ma wynosić 90% wytrzymałości spawanego materiału, to musimy tak dobrać skład spoiny, aby wytrzymałość jej istotna (w miejscach absolutnie ścisłych) wynosiła 110% wytrzymałości materiału spawanego po dokonaniu obróbki cieplnej całości.

Napawanie powierzchni może mieć na celu jedynie uzupełnienie warstw zużytych i wtedy wszystko wypowiedziane w odniesieniu do spawania połączeniowego pozostaje w mocy. Gdy jednak nadlewanie ma na celu wytworzenie warstwy twardej (twardszej od przedmiotu napawanego) należy tak dobrać skład spoiny, aby twardość żądaną uzyskać po dokonaniu obróbki cieplnej. Zależnie od rodzaju obróbki cieplnej postępowanie

będzie odmienne. Tak więc należy pamiętać, że wprowadzanie pierwiastków „hartujących”, jak mangan, chrom, wolfram, wanad, molibden wywiera tym większy skutek im wyższą jest zawartość węgla. Przy stałej zawartości węgla i w wypadku niestosowania później obróbki cieplnej skutek będzie tym większy, im dogodniejsze są warunki hartowania (im szybciej stygnie spoina), a w wypadku stosowania dalszej obróbki cieplnej — im ostrzejsze jest hartowanie i niższa temperatura odpuszczania.

Jeżeli obróbka cieplna polega jedynie na normalizującym wyżarzaniu, to zachowanie się spoiny jest prawie takie, jak przy napawaniu bez dalszego stosowania jakiejkolwiek obróbki cieplnej. Jeżeli natomiast stosowane jest wyżarzanie normalizujące i zmiękczające, to wpływ pierwiastków „hartujących” jest znacznie słabszy.

Wyjaśnimy to na przykładzie. Wyobraźmy sobie, że dobieramy elektrodę w celu otrzymania warstwy napawanej danej twardości, na danej stali o danej grubości. W tym celu stosujemy szereg odmian elektrod, dających spoinę o stałej zawartości węgla, lecz nie jednakową zawartość manganu. Niech w każdym z naszych doświadczeń zawartość manganu w spoinie będzie wyższa, np. 0,4 — 0,6 — 0,8 — 1,0 — 1,2 — 1,4 i 1,6. Odkładając na jednej z osi zawartość manganu i na drugiej twardość nadlanej powierzchni otrzymamy krzywą podnoszącą się najpierw łagodnie, potem coraz stromiej. Z krzywej tej wyczytamy, że wpływ zawartości manganu na twardość jest

bardzo znaczny, szczególnie przy wyższych zawartościach manganu. Podobny wynik uzyskamy badając wpływ chromu.

Jeżeli teraz wyżarzemy nasze płytki normalizująco i zmiękczająco (np. stosując zmiękczenie w czasie 4 godzin przy 650°) i ponownie wykreślmy krzywą zależności twardości od zawartości manganu (ewentualnie chromu), to zauważymy, że krzywa ta leży znacznie niżej od poprzedniej i wznosi się znacznie mniej stromo.

Zahartowanie płytek w wodzie da jeszcze jedną krzywą, która będzie wznosiła się stromiej od pierwszej.

Podobne doświadczenia wykonane na płytkach znacznie cieńszych, dadzą krzywe mniej strome niż przy płytkach grubych. Nie tylko więc skład chemiczny odgrywa rolę w tym wypadku, ale i grubość materiału napawanego.

Jak widać z powyższego, dobieranie spoin pod względem składu chemicznego nie jest rzeczą prostą. Jeżeli jednak trudności takie mogą budzić zastrzeżenia, to należy zrezygnować w ogóle ze stosowania stali, komplikacje bowiem tkwią nie w procesie spawania, lecz we właściwościach samej stali.

Samą spoina jest w swojej istocie odlewem stalowym, wykonanym w warunkach niezmiernie sprzyjających wytwarzaniu się drobnego ziarna. Zagadnienia spawalnicze przedstawiają więc wiele analogii do zagadnień odlewniczych i przy rozwiązywaniu ich badania metalograficzne odgrywają równie ważną rolę.

Warunki spawalności stali przeznaczonych na konstrukcje silnie obciążone

Prof. inż. LEON DREHER

Spawalność stali nie jest właściwością jednoznaczną; zależy od metody wytopu, składu chemicznego, grubości materiału, sposobu spawania i zabiegów termicznych. Rozpatrując kolejno wpływ tych czynników autor klasyfikuje stal na 4 kategorie: dobrze, dostatecznie, źle spawalną i niespawalną, oraz formułuje kryteria wg których określa się zdolność spawalniczą stali, przeznaczonych na konstrukcje silnie obciążone.

Określenie spawalności.

Zagadnienie spawalności stali przeznaczonych na konstrukcje silnie obciążone, jak: kotły, mosty, budowle, pojazdy itp., sprowadza się do omówienia warunków, jakim powinny te stale odpowiadać, aby połączenia spawane tych stali nie pękały w trudnych warunkach pracy, a tym bardziej bezpośrednio po spawaniu, pod działaniem samych naprężeń skurcznych.

Zakładamy — oczywiście — że wszelkie inne warunki wpływające na jakość połączenia spawanego, niezależne od metalu rodzimego (odpowiedni dobór spoiwa, właściwy sposób wykonania, racjonalne kształty itp.), są spełnione.

Spawalność nie jest jednoznaczną właściwością materiału, zależy bowiem od szeregu różnych czynników. Główne momenty, od których zależy spawalność są następujące:

- metoda, wedle której dokonano wytopu stali,
- skład chemiczny,
- grubość materiału łączonego,
- sposoby oraz technika wykonywania połączeń spawanych.

Spawalność stali jest natomiast w zupełności niezależna od kształtu połączenia spawanego, od rodzaju konstrukcji spawanej i związanych z tym naprężeń skurcznych płaskich, wzgl. wieloosiowych, spawalność bowiem jest zagadnieniem metalurgicznym, fizyko-chemicznym, a nie czysto konstruktorskim, jakim jest zagadnienie kształtu.

Ogólne pojęcie charakteryzujące przydatność stali do celów spawalniczych — z punktu widzenia własności mechanicznych — można wyrazić w następujący sposób: stal można uważać za spawalną, jeśli wykonana z niej konstrukcja nie wykazuje w czasie spawania, ani następnie po obciążeniu

zeniu, rys i pęknięć, mogących wywołać zniszczenie konstrukcji; zakładając przy tym, że w czasie dokonywania połączeń zastosowano wszelkie możliwe i dostępne środki, jakimi rozporządza wiedza spawalnicza w danym momencie.

O przydatności zatem jakiegoś gatunku stali do spawania połączeniowego, stanowią wady wynikające wyłącznie lub też częściowo z właściwości materiału przeznaczonego do spawania.

Metoda wytopu stali.

Najodpowiedniejsze gatunki stali przeznaczonej na konstrukcje spawane uzyskuje się, wytapiając je metodą Siemens-Martina kwaśną wzgl. zasadową, lub też — co lepiej — w piecach elektrycznych. W obu tych procesach istnieje daleko idąca możliwość dokładnego oczyszczenia stali z zanieczyszczeń, zmniejszających spawalność materiału. Metoda Thomasa oraz Bessemera, jakkolwiek nie daje znacznie większych różnic w zawartości węgla w stosunku do metody Siemens - Martina, to jednak zawartość fosforu czy siarki, a szczególnie azotu jest wyższa. Jeśli chodzi zatem o czystość stali, gatunki wyprodukowane metodą Siemens-Martina, czy w piecach elektrycznych, stoją pod tym względem wyżej.

Stal fabrykowana metodą Thomasa czy Bessemera odznacza się poza tym większą wrażliwością na wpływ zimnej przeróbki. Działanie zgniotu wywołuje w tych stalach znacznie większy wzrost twardości i wytrzymałości, niż to ma miejsce w stalach wyprodukowanych w piecach Siemens-Martina. Zmniejszona skutkiem tego ciągliwość jest często powodem, że złom następuje bez uprzedniej deformacji.

Dalszą ujemną właściwością stali Thomasowskiej, szczególnie jeśli nie była dość starannie wykonana, jest zwiększona skłonność do tworzenia wydzielin (likwacji), utrudniających spawanie.

Bardzo ważnymi momentami wpływającymi wybitnie na właściwości stali przeznaczonych do spawania jest sposób prowadzenia wytopu, odtlenienie, zawartość gazów itp. Dwa gatunki o tym samym składzie chemicznym, pochodzące z różnych wytopów, mogą zachowywać się podczas spawania w sposób zupełnie odrębny. Gdy jeden z nich daje połączenie zupełnie bez wad, drugi o tym samym składzie wykazuje skłonność do tworzenia pustych miejsc (por) i rys. Dotyczy to w równej mierze spawania acetylenowego i łukowego, a na grubszych profilach daje się łatwiej obserwować.

Skład chemiczny.

Głównym czynnikiem powodującym złą spawalność stali jest nieodpowiedni skład chemiczny stopu, zanieczyszczenia niemetaliczne i nadmierne zawartości gazów. Zanieczyszczenie żużlem, zwłaszcza w blachach z wadliwie zawalcowaną jamą odlewniczą, sprzyja warstwowemu rozdzielaniu się materiału, oraz często uniemożliwia przetopienie przez całą grubość łączonego materiału.

Także struktura warstwowa występująca w blachach, szczególnie gdy spowodowana jest nad-

mierną zawartością fosforu i siarki, jest zjawiskiem niepożądanym i wpływającym ujemnie na wytrzymałość połączenia spawanego.

Zbyt znaczny dodatek krzemu, powyżej 1%, jakkolwiek powoduje w nisko węglowej stali wzrost granicy sprężystości, staje się poważną przeszkodą w uzyskaniu czystej i jednolitej spoiny.

Najważniejszą jednak wadą z punktu widzenia spawalności jest niewątpliwie skłonność materiału do hartowania się w strefie przejściowej, w bezpośrednim pobliżu spoiny i w związku z tym do występowania rys już w czasie stygnięcia połączenia spawanego. Zjawisko hartowności w dziedzinie spawalnictwa ma z uwagi na niepożądane skutki doniosłe znaczenie, przy czym zależne jest w pierwszym rzędzie od analizy chemicznej materiału, a w drugim rzędzie od szybkości stygnięcia w czasie procesu spawania.

Głównym czynnikiem wywołującym niewątpliwie wspomniane zjawisko hartowania się strefy przejściowej jest węgiel zawarty w każdej stali, zarówno sam, jak i z innymi składnikami stopowymi, w szczególności z manganem, chromem, molibdenem, wanadem i niklem. Nie ulega zatem kwestii, że ilość wymienionych składników, a szczególnie węgla, powinna być o ile możliwości w ten sposób określona, żeby — nie tracąc możliwości uzyskania stali odpornej na znaczne obciążenia — przeciwdziałać zjawisku hartowności.

Usiłowania wprowadzenia do konstrukcji spawanych stali o znacznie większej zawartości węgla nie dały spodziewanych wyników. W miarę bowiem dodawania coraz to większych ilości węgla wzrasta co prawda doraźna wytrzymałość stali, lecz granica sprężystości nie doznaje współmiernej z nią zmiany. Spadek ciągliwości, pogorszenie się spawalności oraz niebezpieczeństwo zahartowania stało się powodem, że stale węglowe o znacznie większych zawartościach nie mogły znaleźć zastosowania w konstrukcjach wysoko obciążonych.

Ograniczając zatem zawartość węgla, braki te uzupełniono odpowiednimi dodatkami innych metali. Wskazówki ogólne, odnoszące się do dopuszczalnych zawartości składników specjalnych w stali przeznaczonej na wysoko obciążone konstrukcje, dadzą się ująć w następujący sposób:

Podstawowy składnik, węgiel, będący główną przyczyną powstawania stref zahartowanych, nie powinien przekraczać 0,25%. Dopuszczalna zawartość kilku składników specjalnych zależna jest od każdorazowej ilości węgla. Całkowita ilość węgla i dodatkowego składnika nie powinna przekraczać następujących granic:

C + Ni =	max. 3,00%
C + Cr =	„ 0,35%
C + Mn =	„ 1,40%
C + Mo =	„ 0,50%
C + V =	„ 0,40%
C + V =	„ 0,40%
Cu =	„ 0,50%
P + S =	„ 0,10%

W wypadku równoczesnej obecności większej liczby wymienionych dodatków specjalnych, podnoszącej zdolność hartowniczą stali, wpływ po-

szczególnych składników dodaje się, przy czym suma $C + Cr + Mo + V$ nie powinna przekraczać 0,60%.

Dodatek miedzi do 0,50% w warunkach normalnego studzenia nie wpływa w sposób widoczny na właściwości wytrzymałościowe stali, natomiast uodparnia stal przeciw działaniu wpływów atmosferycznych.

Wpływ grubości elementów łączonych.

Dopuszczalna zawartość składników specjalnych nie daje się ściśle określić, ponieważ hartowność zależy też od szybkości stygnięcia. Określony zatem stop może podczas sprzyjających warunków tak wolno ostygnąć, że nie będzie żadnych śladów hartowania, natomiast ta sama stal w niekorzystnych warunkach chłodzenia wykazuje strefę silnie zahartowaną. Szybkość studzenia zwiększa się w miarę pogrubiania się części spawanej, co jest zrozumiałe ze względu na znaczne przewodnictwo cieplne, opada natomiast w miarę zmniejszania się grubości, by w końcu znowu zwiększyć się, gdy materiał staje się bardzo cienki i promieniowanie jest znaczne. Analogicznie przebiega zjawisko hartowania się metalu rodzimego, połączone z tworzeniem się rys (szczelin, pęknięć).

Zabiegi polepszające spawalność.

Szybkość studzenia a z nią i niebezpieczeństwo powstawania rys ograniczyć można zwiększając dopływ ciepła. Skutecznym środkiem zapobiegawczym mającym na celu ograniczenie szybkości stygnięcia, a tym samym przeciwdziałającym hartowaniu, jest podgrzanie spawanych części do około 200° i utrzymanie ich w tej temperaturze aż do ukończenia spawania. Zbyt niska temperatura otoczenia, przy której wykonuje się spawanie a także studzenie części podczas spawania, powiększa niebezpieczeństwo powstawania stref zahartowanych i rys.

W wypadku gdy nie można przeszkodzić zjawisku hartowania drogą podgrzewania lub zmniejszenia szybkości spawania, należy wyżyć część spawaną w temperaturze około 600 do 640°. Wspomniane wyżarzanie ma na celu nie tylko usunięcie niebezpiecznych stref zahartowanych, lecz równocześnie powoduje bardzo pożądane rozładowanie naprężeń spawalniczych.

Jakkolwiek podhartowanie metalu jest powodem pęknięcia, to jednak strefa utwardzona stano-

wi tylko podłoże sprzyjające temu zjawisku, rysy zaś powstają pod bezpośrednim działaniem naprężeń skurcznych w czasie ostygnięcia. Ograniczenie zatem naprężeń skurcznych zmniejsza też niewątpliwie niebezpieczeństwo powstawania rys. Ponieważ praktycznie trudno uniknąć naprężeń spowodowanych chłodzeniem, należy w pierwszym rzędzie przeciwdziałać hartowaniu, stosując się do wskazówek opisanych poprzednio.

Jeśli materiał posiada zdolność poddawania się odkształceniom miejscowym, rysy zostaną zlokalizowane i nie przedłużą się na cały przekrój spawany; w przeciwnym razie może nastąpić zniszczenie konstrukcji. Jeśli w materiale spawanym wystąpi nie tylko zahartowanie, ale też rysy wywołane skurczem, to w tym wypadku późniejsze wyżarzanie jest bezcelowe.

Klasyfikacja stali pod względem spawalności.

Na podstawie opisanych wyżej właściwości i wad wynikających jedynie z rodzaju i jakości stali, można ustalić zdolność spawalniczą stali w ogólnych zarysach w następujący sposób:

a) Stal nadaje się dobrze do spawania, gdy bez stosowania środków ostrożności, w temperaturze otoczenia o kilkanaście stopni wyższej od 0°, przy grubości ścianek poniżej 40 mm i bez cieplnej obróbki, daje spoinę połączeniową wolną od błędów w postaci znacznych wtrąceń żuźlowych, warstwowego rozdzielania się materiału i stref zahartowanych.

b) Stal nadaje się w stopniu dostatecznym do spawania, jeśli do osiągnięcia połączenia spawanego w materiale o grubości powyżej 20 mm, bez błędów określonych pod a, należy zastosować pewne środki ostrożności przed spawaniem lub podczas spawania (odpowiedni skład chemiczny, podgrzewanie, zmniejszoną szybkość spawania, wolniejsze studzenie itp.) lub obróbkę termiczną (wyżarzanie odprężające, normalizowanie) po spawaniu.

c) Stal jest źle spawalna jeśli do uzyskania połączenia spawanego, bez błędów określonych pod a, konieczne jest stosowanie nie tylko specjalnych środków ostrożności, ale też późniejszej obróbki cieplnej; do wszystkich grubości ścianek.

d) Stal nie nadaje się do spawania, gdy mimo środków ostrożności stosowanych podczas spawania, oraz wobec następnie przeprowadzonej obróbki cieplnej, nie daje się wykonać spoiny bez błędów opisanych pod a.

Przegląd pism technicznych spawalniczych

A. N. Szyszko: Podstawy regulacji składu płomienia do spawania (Osnovy regulirovanija sostawa gazo-swarocznego plamieni). Awt. Dieło, Nr 7, lipiec 46, str. 1, 8 str. 7 wyk., 5 tabel, 5 referencji.

Blizsza analiza regulacji płomienia acetylenowo-tlenowego, stosowanego do spawania, oparta na zbadaniu procesów utleniania i tworzenia się w warstwach granicznych fazy gazowej i metalowej przy temperaturach powierzchni kąpielii metalu, prowadzi do rozwiązań, zbliżonych do

cyfr, uzyskanych przez doświadczenia praktyczne. Udowodniono, że stosunek normalny zużycia tlenu i acetyleny wyrażający się objętościowo cyfrą 1,15, uwarunkowany jest procesami fizyko-chemicznymi, zachodzącymi przy spawaniu i ma zastosowanie tylko przy spawaniu stali miękkiej.

K. W. Lubawskij: Zachowanie się manganu w kąpielii pod topnikami bezmanganowymi (Uswojenje mar-

ganca swarocznej wanny pod bezmargancewistymi fluksami). Awt. Dzieło, Nr 7, lipiec 46, str. 9, 5 str., 11 wykres, 9 tabel, 9 referencji.

Studium dotyczy spawania łukowego stali miękkiej, na automacie, pod proszkiem-topikiem, złożonego z krzemianów i nie zawierających manganu. Ustalono wzory pozwalające na podstawie 2-ch spośród 3 elementów: zawartości Mn w materiale rodzimym, w elektrodzie i w spoinie, określić trzeci.

T. M. Słuckaja: Spawanie stali miękkiej na mrozie (Swarka maouglorodistoj stali na morozie). Awt. Dzieło, Nr 7, lipiec 46, str. 14, 3 str. 10 fig. (6 rys., 4 wyk.).

Stwierdzono doświadczalnie, że udarność nie zmienia się w sposób widoczny przy zmianach temperatury otoczenia do 46°, stal o zawartości węgla powyżej 0,20% może być spawana w temp. do minus 10° a poniżej 0,20% do minus 30°. Skład powłok obu. użytych do badań typów elektrod jest podany; jedna charakteryzuje się dużą zawartością w powłoce Ni (1,2%), a druga ferro-manganu (24%):

A. S. Gelman: Przyczynki do zagadnienia spawania konstrukcji w niskich temperaturach (K woprosu o swarkie konstrukcij pri nizkich temperaturach). Awt. Dzieło, Nr 7, lipiec 46, str. 17, 3 str., 4 wyk., 5 referencji.

Autor dowodzi, że wpływ temperatury atmosfery w czasie spawania może być bardzo znaczny, szczególnie przy spawaniu grubszych elementów. Dolna granica temperatury, przy której można jeszcze otrzymać spoinę bez rys, przy stalach 0,30 — 0,35% C, może być nieraz dość wysoka (np. + 15°). Ze względów praktycznych, należy się starać, aby ta granica nie była wyższa od 0°. Sposób spawania ma też wpływ na tę granicę. Badania wykazały, że udarność tak stali miękkiej, jak i spoiny na tej stali ulega znacznemu spadkowi w granicach od + 20° do —20°.

G. P. Michajłow: Miejscowe naprężenia w okolicy spoiny (Miestnyje napriazienja w zonie swarnoj toczki). Awt. Dzieło, Nr 7, lipiec 46, str. 20, 1 str., 2 tabl. wykresów.

Doświadczenia wykonane na modelach z bakelitu wykazały, że naprężenia rozchodzą się na dość dużych przestrzeniach wokół punktu. Wraz ze zwiększającym się podziałem punktów, nierównomierność rozkładu naprężeń i maksymalne wartości naprężeń wzrastają. Doświadczenia na próbkach ze stali o spoinach wielopunktowych wykazały przeciążenie skrajnych punktów, które pierwsze pękały.

Z. D.

Z DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP

Apel do współpracy!

Uchwałą Zarządu Głównego SIMP z dnia 22 października ub. roku został powołany do życia **Instytut Wydawniczy SIMP**, który z początkiem b. r. rozpoczął swą działalność. Założenie Instytutu miało na celu stworzenie takich form organizacyjnych dla naszej działalności wydawniczej, któreby umożliwiały zaspokojenie potrzeb pracowników przemysłu metalowego w możliwie najkrótszym czasie i w sposób najwłaściwszy. Zorganizowanie instytucji w sposób racjonalny nie stanowi jeszcze o jej rozwoju. Formy organizacyjne należy wypełnić treścią żywą, utworzoną z zapału i pracy ludzkiej.

Instytut działa, wydając dwa czasopisma, drukując i przygotowując do druku szereg książek o nieprzemijającej wartości i o doniosłym znaczeniu dla rozwoju naszej kultury technicznej. Wystarczy tylko wspomnieć o pięciotomowym poradniku technicznym „Mechanik”, którego pierwszy tom znajduje się w druku, a pozostałe tomy w opracowaniu, oraz o Polskiej Encyklopedii Mechaniki, która wprowadza ład pojęciowy w dziedzinie mechaniki i stwarza warunki zdrowego rozwoju piśmiennictwa technicznego w tej dziedzinie.

Istnienie i rozwój Instytutu Wydawniczego SIMP opiera się niestety na wysiłku nielicznej gąstki osób. Ogół polskich mechaników zajmuje stanowisko bierne, ograniczając się do korzystania z artykułów i książek, opracowanych i wydawanych przez Instytut. Niewątpliwie odbudowa naszego przemysłu i trudności pracy pionierskiej w tej dziedzinie usprawliwiają w pewnej mierze ten „wstręt do pióra”, na który użalali się

i utyskują nadal redaktorzy pism technicznych. Niemniej jednak współdziałanie w kształceniu młodego narybku i dokształcaniu ogółu mechaników polskich, jest naszym elementarnym obowiązkiem, od którego spełnienia zależy rozwój naszej kultury technicznej i wszystkich gałęzi gospodarstwa narodowego. Współpraca z Instytutem Wydawniczym SIMP, który biorąc swój początek w redakcji czasopisma „Mechanik” przekształca się w poważną instytucję wydawniczą, może przejawiać się w różnych formach, w zależności od zakresu zainteresowań i doświadczenia autora na polu zawodowym.

Wydajemy dwa czasopisma: „Mechanik” reprezentujący kierunek warsztatowy i utrzymany na poziomie, dostępnym dla wykwalifikowanego rzemieślnika, oraz miesięcznik naukowo-techniczny „Przegląd Mechaniczny”, utrzymany na poziomie inżynierskim i omawiający głównie zagadnienia metaloznawcze, konstrukcyjne, energetyczne, organizacyjne i ekonomiczno-przemysłowe. Szeroki zakres tematów i różnorodność poziomów obu czasopism umożliwiają pełną i wszechstronną pracę na polu piśmiennictwa technicznego, związanego z mechaniką i przemysłem metalowym. Należy tylko chwycić za pióro! Należy zerwać z przesadnym dążeniem do ideału, w wyniku czego dziesiątki rękopisów, gromadzonych skrzętnie, uzupełnianych i doskonalonych w ciągu szeregu lat padło pastwą zniszczenia wojennego. Każdy przyczynek do wiedzy, każda choćby najkrótsza notatka, zaczerpnięta z praktyki warsztatowej jest pożądana. Wiemy, że polski świat techniczny w odbudowie przemysłu zdobył się na wysiłek, przekra-

czający — zdawałoby się — w wielu wypadkach przeciętne możliwości ludzkie. Z gruzów powstają nowe hale fabryczne, nowe laboratoria i placówki badawcze. Osiągnięcia te, stanowiące chlubnie o naszej prężności narodowej i ofiarności polskiego inżyniera, technika i rzemieślnika, nie znajdują należytego oddźwięku w naszej prasie technicznej. Tymczasem wiadomości o wynikach odbudowy zakładów przemysłowych, o uruchamianiu nowych gałęzi wytwórczości, opisy udoskonalen narzędzi, przyrządów i metod produkcji, podawane na łamach naszych czasopism, powinny nie tylko budzić wiarę we własne siły i stanowić podniecie szlachetnego współzawodnictwa, lecz również pomnażać zasób doświadczeń i udostępniać go ogółowi mechaników polskich.

W okresie przedwojennym „Przeгляд Mechaniczny” opierał swą działalność na rozgałęzionej sieci sympatyków, którzy współpracowali z redakcją czasopisma zarówno przez nadsyłanie artykułów i wzmianek, zachęcanie, i pomoc w opracowywaniu artykułów, oraz w organizowaniu prężności zbiorowej czasopisma. Dziś mimo niedomagań komunikacyjnych musimy organizację sieci sympatyków wznowić, a zakres jej działania wzmocnić. Niech każdy, komu na sercu leży odbudowa i rozwój polskiej kultury technicznej, dorzuci garść własnych doświadczeń, a wówczas czasopisma nasze będą mogły pełnić swą zaszczytną misję w sposób odpowiadający potrzebom ogółu mechaników polskich i polskiego przemysłu metalowego!

Wydawnictwa Książkowe Instytutu Wydawniczego SIMP

Program działalności Instytutu Wydawniczego SIMP obejmuje wydawanie książek ze wszystkich dziedzin wiedzy, na których opiera swą działalność przemysł metalowy.

Książki, wydawane przez Instytut, mają zaspakajać przede wszystkim potrzeby praktyki warsztatowej i szkolnictwa zawodowego, oraz służyć rozwojowi polskiej nauki i techniki w dziedzinach, związanych z przemysłem metalowym.

Książki, opracowywane i przygotowywane do druku przez Instytut Wydawniczy SIMP, obejmują następujące serie:

Seria I. Dzieła podstawowe z zakresu techniki.

Seria II. Prace badawcze.

Seria III. Książki do nauki (tzw. podręczniki szkolne na różnych poziomach nauczania).

Seria IV. Książki warsztatowe.

Seria V. Poradniki techniczne zawodowe i funkcyjne (zwane dawniej „kalendarzami technicznymi”).

Seria VI. Encyklopedie techniczne.

Seria VII. Słowniki techniczne i prace z zakresu słownictwa technicznego.

Seria VIII. Poradniki bibliograficzne.

Program wydawniczy w zakresie potrzeb rzemiosła i przemysłu metalowego został omówiony w zeszycie 1/46 czasopisma „Mechanik” w artykule p. t. „O racjonalny program wydawniczy w zakresie potrzeb rzemiosła i przemysłu metalowego”.

Realizacja programu w zakresie wydawnictw książkowych przedstawia się następująco:

Seria I. Dzieła podstawowe z zakresu techniki.

Wyszła z druku książka inż.-mech. K. Ochęduski „Koła zębate w przystępnym zarysie”. Tom I. Konstrukcja. A5, str. XVI + 215. Cena zł. 500.

Tom II, obejmujący wykonywanie i sprawdzanie kół zębatach, znajduje się w opracowaniu.

W opracowaniu znajdują się ponadto:

I tom monografii ś. p. prof. E. Herzberga „Obrabiarstwo i obróbka metali”

Prof. inż. Wł. Mermion „Warsztatowe środki pomocnicze”.

Seria II. Prace badawcze.

Streszczenia prac badawczych teoretycznych i doświadczalnych ogłasza się na łamach „Przeządu Mechanicznego”.

Na szczególną uwagę zasługują prace:

dr inż. Bolesław Szczeniowski — „Aerodynamiczna teoria odrzutowego napędu dynamicznego” „Przeгляд Mechaniczny”. Zeszyty 4—6/47.

Prof. inż. Michał Broszko — „Hydromechanika racjonalna”, która ukaże się w jednym z najbliższych zeszytów „Przeządu Mechanicznego”.

Seria III. Książki do nauki.

W serii tej wyszła z druku książka inż.-mech. R. Sypniewskiego „Zarys wiadomości o metalach i stopach przemysłowych”, odpowiadająca programowi liceum mechanicznego, A5, str. XVI + 280. Cena zł. 600.

W opracowaniu znajdują się książki:

a) w zakresie i na poziomie gimnazjum mechanicznego,

inż.-mech. Marian Kraiński „Mechanika techniczna”.

Tadeusz Dobrzański „Rysunek techniczny”, inż.-mech. Tadeusz Pelczyński „Metaloznawstwo”.

prof. inż. Ludwik Uzarowicz „Trasowanie”, techn.-mech. Ludwik Miszczuk „Organizacja przedsiębiorstw i kalkulacja”.

inż.-mech. Tadeusz Lewicki „Części maszyn”, inż.-met. Andrzej Wójcik „Odlewnictwo”, inż.-mech. Roman Sypniewski „Kowalstwo”, techn.-mech. Hieronim Tracz „Tłocznictwo”.

inż.-mech. Zygmunt Dobrowolski „Spawalnictwo”.

inż.-mech. Aleksander Tomaszewski „Pomiary warsztatowe”.

prof. inż. Ludwik Uzarowicz „Ślusarstwo”, inż.-elektr. Stanisław Wolff „Podstawy elektrotechniki warsztatowej”.

W programie leży ponadto opracowanie następujących podręczników, przeznaczonych podobnie jak wyżej wymienione dla szkół przemysłowych grupy metalowej: Chemia i materiałoznawstwo, Obróbka cieplna, Toczenie i tokarki, Struganie i strugarki, Wiercenie i wiertarki, Frezowanie i frezarki, Szlifowanie i szlifierki.

Instytut Wydawniczy SIMP zwraca się do autorów, mających powyższe tematy opracowane lub też zamierzających przystąpić do opracowania tego rodzaju podręczników szkolnych, o nawiązanie łączności z redakcją Wydawnictw Książkowych Instytutu.

b) na poziomie szkół inżynierskich:

Prof. dr inż. M. T. Huber nadesłał rękopis książki p. t. „Kinematyka i Dynamika” (przygotowanie techniczne rękopisu i wykonywanie rysunków w toku).

Prof. dr inż. Wacław Moszyński złożył pierwszą część „Wykładu Elementów Maszyn” obejmującą połączenia. Dalsze dwie części, obejmujące łożyskowanie i napędy są przygotowywane do druku.

Seria IV. Książki warsztatowe.

Wydano książkę inż. Zygmunta Zbichorskiego p. t. „Kalkulacja robót frezerskich” A5, stron 80. Cena zł. 150.—

Wyszła z druku praca inż.-mech. Mariana Wakalskiego „Skrawanie narzędziami ze stopów spiekanych” A5, str. XIV + 128. Cena zł. 300.—

Ponadto złożono rękopisy następujących prac: inż.-mech. Kazimierz Szopski „Wyoblanie”.

inż. Jerzy Witkowski „Ostrzenie frezów”, inż.-mech. Aleksander Tomaszewski „Zarys metrologii warsztatowej”,

inż. Marian Stróźniak „Kalkulacja robót szlifierskich”,

inż. Stanisław Kijas „Kalkulacja techniczna”.

Seria V. Poradniki techniczne.

Rozpoczął się skład I tomu „Poradnika technicznego Mechanik”, obejmującego tablice i nauki matematyczno-fizyczne oraz ogólne nauki techniczne. Tom ten będzie się ukazywać zeszytami o objętości 80 — 96 stron; druk potrwa około roku.

Równocześnie znajdują się w opracowaniu dalsze tomy, poradnika, a mianowicie:

Tom II, obejmujący Materiałoznawstwo pod redakcją prof. dr inż. Kornela Wesołowskiego, Rysunek techniczny i Elementy Maszyn w opracowaniu prof. dr inż. Wacława Moszyńskiego,

Tom III pod redakcją inż.-mech. Witolda Gokiego, inż.-mech. Władysława Gwiazdowskiego i prof. inż. Ludwika Uzarowicza znajduje się w początkowym stadium opracowania,

Tom IV, obejmujący Silniki i maszyny robocze, pod redakcją prof. inż. Jana Kunstettera, jest poważnie zaawansowany pod względem opracowania i przypuszczalnie jeszcze w bieżącym roku zostanie przygotowany do druku.

Redakcję tomu V, zawierającej organizację przedsiębiorstw, przemysłowych, ruch fabryczny, kalkulację techniczną, bezpieczeństwo pracy, zasady gospodarki finansowej, prawo przemysłowe, prawo patentowe i prawo o miarach, objął inż.-mech. Jan Tuszyński.

W serii tej program wydawniczy przewiduje opracowanie „Poradnika rzemieślnika-mechanika” oraz szereg poradników funkcyjnych, z których jeden znajduje się już w opracowaniu, mianowicie „Poradnik techniczny blacharza” w opracowaniu techn.-mech. Jana Kaweckiego.

Potrzeby w serii poradników zawodowych i funkcyjnych są ogromne. Program wydawniczy obejmuje blisko 80 tytułów, które oczekują na realizację.

Seria VI. Encyklopedie techniczne.

W opracowaniu znajdują się materiały do POLSKIEJ ENCYKLOPEDII MECHANIKI, które ukażą się w postaci artykułów w „Mechaniku” i „Przeglądzie Mechanicznym” a odbitki ich są rozsyłane prenumeratorom. Prace na tym polu są hamowane brakiem odpowiednich funduszy.

Seria VII. Słowniki techniczne.

W opracowaniu znajduje się „Podręczny ilustrowany słownik warsztatowy” w językach: polskim, angielskim, francuskim, niemieckim i rosyjskim.

Na drodze do pełnego rozwoju książkowej akcji wydawniczej stoi szereg przeszkód, jak brak wytrawnych autorów, brak odpowiednio wyposażonych drukarni, trudności zdobycia papieru, no i niedostatek funduszy. Przeszkody natury technicznej i finansowej, prędzej czy później, zostaną usunięte. Istotna trudność leży we wstręcie do pióra u ludzi, kórzy swe zdolności i doświadczenia zawodowe poświęcają wyłącznie zagadnieniom produkcji przemysłowej, zapominają o tym, iż zakład przemysłowy to nie tylko maszyny i urządzenia, lecz przede wszystkim ludzie, których trzeba stale kształcić i doksztalać!

A. T. T.

CZAS ODNOWIĆ PRENUMERATĘ NA KWARTAŁ III!

Należność z tytułu prenumeraty prosimy wpłacać na konto nasze PKO I-4665, podając na blankiecie w sposób czytelny: 1) imię i nazwisko, 2) dokładny adres, 3) ilość egzemplarzy, 4) okres za który prenumerata została opłacona.

Prenumerata normalna zł. 400.— Prenumerata kwartalna ulgowa zł. 300.

CZASOPISMA NADEŚLANE

„HUTNIK“ Zeszyt 4/47 zawiera wyjątek pracy Stanisława Staszica, wybitnego polityka, historyka, myśliciela i ekonomisty, „O Ziemiordztwie gór dawnej Sarmacji, a później Polski“ oraz następujące artykuły: dr inż. Michał Śmiałowski „Dwa lata działalności Hutniczego Instytutu Badawczego im. Stanisława Staszica“, Leszek Średnicki „Łuszczenie się blach cynkowych podczas walcowania“, Franciszek Suchonek „Makroskopowe oznaczenie stopnia zanieczyszczenia stali“ (streszczenie pracy dyplomowej, przedłożonej Wydziałowi Hutniczemu Akademii Górniczej w Krakowie), Wł. Różański „Redukcyjność żużla martenowskiego“, inż. Zygmunt Wusatowski „Kalibrowanie walców sposobem graficznym“.

„PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY“ Zeszyt 3 — 4/47 zawiera m. in. następujące artykuły: inż. Z. Gogo-

lewski „Przyszłe drogi rozwojowe przemysłu maszyn elektrycznych“, „Linia Śląsk — Łódź — Warszawa na 220 kV“. W dziale II. Odbudowa i remonty znajduje się artykuł inż. E. Proppego „Zagadnienie remontów w siłowni“. W dziale III „Szkolnictwo“ znajdują się następujące artykuły: prof. dr inż. L. Jakubowski „Wyższe szkolnictwo elektryczne w Polsce“, Program prac Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego SEP“, inż. Włodzimierz Kotłowski „Program nauczania w szkołach przemysłowych elektrotechnicznych“, inż. Józef Knysz „Udział świata technicznego w szkolnictwie zawodowym“, inż. W. Torbus „O programach przedmiotów elektrotechnicznych“, inż. Wacław Fischer „Dokształcanie specjalistów w energetyce“ inż. Zdzisław Marciniak „Metody szkolenia w warsztacie“.

OD REDAKCJI

W ZWIĄZKU Z AKCJĄ DRUKU PODRĘCZNIKÓW SZKOLNYCH I ZWIĄZANEJ Z TYM OSZCZĘDNOŚCI W ZUŻYCIU PAPIERU — NINIEJSZY ZESZYT »PRZEGLĄDU MECHANICZNEGO« UKAZUJE SIĘ W ZMNIEJSZONEJ OBJĘTOŚCI.

T R E Ś Ć

	Str.		Str.
I. ARTYKUŁY GŁÓWNE.			
Prof. inż. J. Werner — Rzut oka na dawne dzieje i obecne poczynania przemysłu samochodowego w Polsce	197	Inż. L. Dreher — Warunki spawalności stali przeznaczonych na konstrukcje silnie obciążone	214
Prof. dr B. Szczeniowski — Aerotermodynamiczna teoria odrzutowego napędu dynamicznego	201	Przegląd pism technicznych spawalniczych — Z. D.	216
II. DZIAŁ SPAWALNICZY.			
Inż. J. Obrębski — Kontrola spawania łukowego w świetle badań makro i mikroskopowych	208	III. Z DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP.	218

C O N T E N T S

I. MAIN ARTICLES.	Problem of Weldability of high tensile structural steels.
History of the motor-car industry in Poland	
Aerothermodynamical theory of jet propulsion.	
II. WELDING.	III. BULLETIN OF THE PUBLISHING INSTITUTE SIMP.
Arc welds testing in light of macro- and micro-graphic investigations.	

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa

Kolegium redakcyjne: Prof. dr inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI.

Redaktor działu odlewniczego: Prof. inż.-mech. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI.

Redaktor działu spawalniczego: Inż.-mech. Zygmunt DOBROWOLSKI.

Redaktor naczelny: Inż.-mech. Edmund OSKA.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Mickiewicza 18.

Redaktor przyjmuje poniedziałki i piątki od 11 do 15.

Administracja czynna poniedziałki, środy i piątki od 9 do 15.

Przedpłata kwartalna 400 zł.

PKO Nr konta I 4665.

Cena zeszytu 150 zł.

CENTRALA TECHNICZNA

(Przedsiębiorstwo Państwowe)

SIEDZIBA, DYREKCJI WARSZAWA, ULICA PUŁAWSKA 1-a
TELEFONY: 8-60-67, 8-74-49, 8-74-50, 8-60-68, 8-81-81 • WEWNĘTRZNY: 14, 21, 34

Centrala Techniczna zaopatruje przemysł państwowy w narzędzia produkcji krajowej i zagranicznej oraz artykuły techniczne jak fibra, azbest i pasy transmisyjne

Centrala Techniczna posiada następujące oddziały:

W GDANSKU Oddział Morski:
ul. Lignicka 7 Nr tel. 312-22

W ŁODZI
ul. Piotrkowska 109 Nr tel. 152-15

W KRAKOWIE
ul. Floriańska 5 Nr tel. 585-71

W LUBLINIE
ul. Bernardyńska 24 Nr tel. 29-24

W WROCLAWIU, Pl. Teatralny 2 Nr tel. 34-30

19/47

Centrala Handlowa Przemysłu Metalowego

BIURO SPRZEDAŻY WYROBÓW BLASZANYCH ≡ Bytom, ul. Chrzanowskiego 17

Telefony:

Dyrekcja 4426
Wydział sprzedaży naczyń 2608 i 2016
Wydziały sprzedaży innych wyrobów 4426

Oddziały:

w Krakowie, Batorego 5, telefon 50-242
w Kielcach, Piotrkowska 81, telefon 1196
Skrót teleg.: „Centremal” Bytom

prowadzi wyłączną sprzedaż następujących artykułów blaszanych:

**naczyń dla gospodarstwa domowego emaliowanych, ocynkowanych, aluminiowych, szlifowanych i lakierowanych,
naczyń mleczarskich, wiader ocynkowanych, latarń wiatroodpornych i lamp karbidowych,**

za pośrednictwem składów własnych oraz składów Centrali Handlowej Przemysłu Metalowego, „Społem”, „Centrostali”, Państwowego Przedsiębiorstwa Składów Żelaza, Powszechnych Domów Towarowych P.C.H. oraz uznanych hurtowni prywatnych;

innych wyrobów blaszanych, jak:

beczek ocynkowanych, bębnow blaszanych, pudełek, puszek i innych opakowań blaszanych, cylindrów do pieców kąpielowych, pieców i kuchenek przenośnych blaszanych i żeliwnych różnych typów, piekarników, kolan i rur piecowych, kublów do śmieci różnych typów itp.

przez własne Wydziały Sprzedaży oraz biura sprzedaży swych Oddziałów.

21/47

CENTRALA ZBYTU

GWOŹDZI, DRUTU I CZARNYCH NARZĘDZI

w Bytomiu, ul. Wrocławska 14

Sprzedaje na prawach wyłączności:

- Gwoździe** kwadratowe, okrągłe, budowlane, wszelkich wymiarów, rodzajów i fasonów.
- Druty żelazne** czarne i białe żarzone, ocynkowane, ocynowane, miedziowane, jasne i polerowane. Druty, teletechniczne (w/g Polskich Norm Teletechnicznych). Druty profilowe. Druty specjalne kalibrowane. Druty w prętach o długości do 12 m-
- Liny i druty stalowe** Liny stalowe żelazne, ocynkowane, i niepokryte. Liny okrągłe, trójkątne i płaskie. Druty stalowe okrągłe i profilowe, jasne, ocynowane i miedziowane.
- Siatki** z drutu żelaznego jasnego i ocynkowanego, siatki ogrodzeniowe i tkaniny.
- Łańcuchy** elektryczne spawane, techniczne i gospodarskie, o prostych i kręconych ogniach. Łańcuchy skręcane patent „Victor”.
- Szpadle i łopaty** wszelkich typów i wymiarów z trzonkami i bez.
- Widły** wielozębne do ładowania z gałkami i bez, widły ogrodnicze do kopania ziemi.
- Kopaczki i motyki** wszelkich typów i różnych wielkości.
- Młoty i młotki** kowalskie, ślusarskie, kamieniarskie i murarskie wszelkich typów i wielkości.
- Siekiery, kilofy, oskardy, łomy, przebijaki, przecinaki** wszelkich typów, rodzajów i wielkości.
- Sprężyny** meblowe do siedzeń i oparc samochodowych i wagonowych oraz cylindryczne w dowolnych długościach.

Zamówienia na I i II kwartał 1948 r. na artykuły reglamentowane (gwoździe, druty, liny), instytucje państwowe i przemysł państwowy winny nadsyłać w ramach rozdzielnika CUP w terminie do dnia 1-go listopada 1947 r.

Przemysł prywatny obowiązuje ten sam termin.

Handel państwowy i spółdzielczy zaopatruje się za pośrednictwem własnych Organów Centralnych. Uznane hurtownie prywatnie kierują zamówienia bezpośrednio do Centrali.

Sprzedaj wyłącznie hurtowa

Dział Gwoździ i Drutu – telefon 35-43

Dział Lin Stalowych i Drutu Stalowego – telefon 43-39

Dział Czarnych Narzędzi – telefon 46-90

Zaopatrzenie regionalne przez Składy Centrali-Handlowej Przemysłu Metalowego

w Gdańsku-Wrzeszcz, ul. Curie Skłodowskiej 3a
w Katowicach, ul. Padarewskiego 41a
w Krakowie, ul. Kopernika 6

w Poznaniu, ul. Towarowa II brama
w Szczecinie, ul. Bohaterów Warszawy 26
w Warszawie, ul. Tęczowa 31

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU
CENTRALA ZBYTU
MASZYN ROLNICZYCH
ŁÓDŹ

UL. TR AUGUTTA 9, TELEFON 172-79, 108-94, 224-60

Skrzynka pocztowa 221 – Adres telegraficzny „GEMAROL“

DOSTARCZA HURTOWO

i na prawach wyłączności

z fabryk państwowych

Pługi — Brony polowe i posiewne — Brony i kultywatory sprężynowe — Obsypniki i opielacze — Narzędzia traktorowe — Siewniki rządowe — Młocarnie cepowe na słomę prostą i targaną — Młocarnie sztyftowe — Młocarnie z czyszczeniem Wialnie — Młynki — Kieraty różnych systemów — Sieczkarnie Śrutowniki — Parniki i inne maszyny i narzędzia rolnicze — Wozy i koła do wozów — Części płużne i zęby sprężynowe do bron i kultywatorów

oraz MASZYNY i URZĄDZENIA MŁYŃSKIE

Sprzedaż pojedynczych sztuk sprzętu rolniczego odbywa się we wszystkich Spółdzielniach Rolniczo-Handlowych, w Punktach Sprzedaży przy Fabrykach oraz w handlu prywatnym, wszędzie po jednakowych cenach według obowiązującego cennika

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU BUDOWY MASZYN WŁÓKIENNICZYCH

PRODUKCJA MASZYN WŁÓKIENNICZYCH

ZE-
SPOŁY
ZGRZEBLNE.
SELFAKTORY.
LEWIATHANY. URZA-
DZENIA KARBONIZACYJ-
NE. KROCHMALARKI. PRZE-
WIJARKI. CEWIARKI. KRÓSNAJED-
WABNICZE AUTOMATYCZNE BAWELNIANE
I KORTOWE (PÓŁAUTOMATY)
WIRÓWKI. OBERMEYERY. MA-
SZYNY DZIEWIARSKIE.
MASZYNY DO SZY-
CIA. LICZNIKI
DO KRO-
SIEN.



PRODUKCJA CZĘŚCI ZAMIENNYCH

do maszyn włókienniczych prowadzi

BIURO CZĘŚCI ZAMIENNYCH – ŁÓDŹ, PL. ZWYCIĘSTWA 2 tel. 167-59.

Adres Zjednoczenia;

Łódź, Plac Zwycięstwa 2 – telefony: 133-28, 191-43, 268-41.

Adres telegraficzny: **Metalotekstyl.** – Ł ó d ź.

Konto bankowe: B. G. K. 832, 920 – N. B. P. 642 – P. K. O. 935.

Delegatury: **WARSZAWA, ul. Wilcza, tel. nr. 862-38,**
KATOWICE, Hotel „SAVOY”, tel. 337-72.

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU OBRABIARKOWEGO

GRUPA OBRABIAREK

PRUSZKÓW, ■ ulica Sienkiewicza Nr 19 ■ telefon 28

=====
Zawiadamia że zakłady wchodzące w skład
Zjednoczenia wyrabiają następujące maszyny. =====

Tokarki wszelkiego typu i rewolwerówki. Tokarki do zestawów wagonowych i parowozowych (kołówki). Obrabiarki specjalne kolejowe. Karuzelówki normalne i specjalne. Wiertarki stołowe, kolumnowe, promieniowe i ściernie. Strugarki poprzeczne i podłużne. Szlifierki narzędziowe i uniwersalne narzędziowe. Szlifierki do płaszczyzn i do szlifowania na okrągło.

Wytaczarki. Frezarki różnych typów. Różne obrabiarki do obróbki drzewa. Tłocznie i prasy. Piły i nożyce do metali. Maszyny blacharskie ręczne. Młoty pneumatyczne.

Sprzedaż obrabiarek za pośrednictwem

BIURA SPRZEDAŻY PRZEMYSŁU OBRABIARKOWEGO

PRUSZKÓW ————— ulica Sienkiewicza 19 ————— telefon 28

28/47

ZJEDNOCZENIE

PRZEMYSŁU OBRABIARKOWEGO

~~~~~ Grupa Narzędzi ~~~~~

PRUSZKÓW, ■ ul. Sienkiewicza 19 tel. 28

produkuje:

frezy, gwintowniki, rozwiertaki, piły, narzędzia  
rzemieślnicze i pomoce

Sprzedaż narzędzi za pośrednictwem

### CENTRALI ZBYTU NARZĘDZI TNĄCYCH

PRUSZKÓW, ■ ul. Sienkiewicza 19 tel. 126

28/47



DYREKCJA

PRZEMYSŁU  
MOTORYZACYJNEGO

WARSZAWA, Willowia 13

tel. 88-107, 8-62-84

Obejmuje przemysł:

r o w e r o w y,

m o t o c y k l o w y,

t r a k t o r o w y,

silników wysokopreżnych,

s a m o c h o d o w y,

k u z i e n n y,

remontu samochodów.

**BIURO SPRZEDAŻY PRZEMYSŁU MOTORYZACYJNEGO**

**WARSZAWA, Willowia 13**

UDZIELA INFORMACJI I PRZYJMUJE ZAMÓWIENIA  
NA WYMIENIONE POWYŻEJ PRODUKCJE