



TECHNIK

ORGAN

POLSKIEGO STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

ZJEDNOCZONE FABRYKI ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH

w MOŚCICACH i w CHORZOWIE

dostarczają:

CHLOR CIEKŁY - MONOCHLORBENZOL - PARADWUCHLOROBEZOL - SALETRE
AMONOWĄ - SALETRE SODOWĄ przemysłową - SALETRE SODOWĄ rafinowaną
SALETRE POTASOWĄ rafinowaną - SALMIAK KRYSTALICZNY - SALMIAK SUBLIMO-
WANY - WĘGLAN AMONU - KWAŚNY WĘGLAN AMONU - AZOTYN SODOWY
WĘGLAN WAPNIA strącony - SÓL GORZKĄ techniczną - SÓL GORZKĄ 99,8 % farma-
ceutyczną - KWAS AZOTOWY techniczny i chemicznie czysty - WODĘ AMONIAKALNĄ
chemicznie czystą - AMONIAK SKROPLONY - TLEN - AZOT

oraz nawozy: SALETRE WAPNIOWĄ - AZOTNIAK - SALETZRZAK - SIARCZAN AMO-
NOWY (krystaliczny i normalny) - NITROFOS - WAPNAMON - SALETRE SODOWĄ
i SUPERTOMASYNĘ za pośrednictwem wszystkich organizacji rolniczo-handlowych w kraju.

Spółka Akc. „AZOT“ w Jaworznie

dostarcza:

ŻELAZOCJANKI sodowy, potasowy i wapniowy - CJANKI sodu i potasu - BŁĘKIT PA-
RYSKI i „MILORI“ - CHLOREK POTASU 99—100% - WAPNO CHLOROWANE - POTAŻ
ŻRĄCY - POTAŻ KALCYNOWANY (węglan potasu) - SIARCZAN MIEDZI - „SOLNIT“
dla konserwacji mięsa oraz ŚRODKI OWADO- i GRZYBOBÓJCZE.

P. Manjura

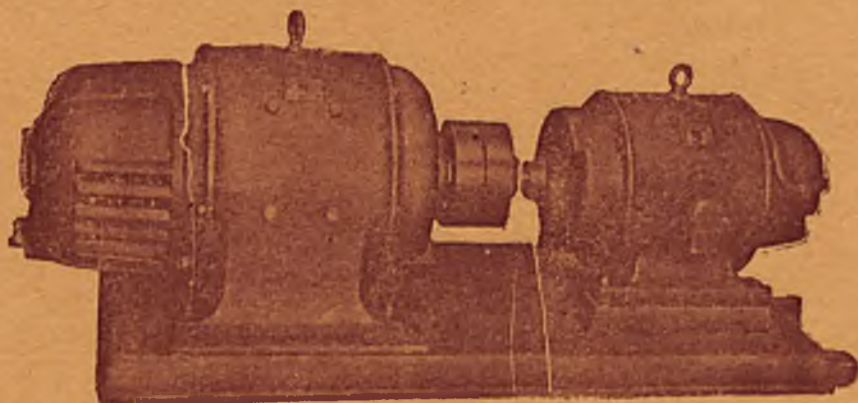
Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych

„UNION“

Tel. 404.

KATOWICE, ul. Sokolska 4.

Tel. 404.



Zakres fabrykacji:

Silniki elektryczne na prąd trójfazowy i stały, silniki dla celów specjalnych, przetwornice niskonapięciowe, elektropompy samosąsące, szlifiery, elek-

tryczne wiertarki stołowe do 26 mm Ø, wentylatory, dmuchawki, rozruszniki, przełączniki gwiazda - trójkąt, nastawniki (kontrolery).

Przewijanie, naprawa oraz przebudowa wszelkich maszyn elektr.

Szlifowanie

cylindrów samochodowych na specjalnej maszynie amerykańskiej.

TECHNIK

ORGAN POLSKIEGO STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW WOJ. ŚLĄSKIEGO

TREŚĆ NUMERU

- | | |
|--|--|
| 1. Budowa współczesnych instalacyj na wysokie ciśnienie — <i>inż. Jan Cyrus-Sobolewski</i> 359 | 4. Drogi rozwoju współczesnej chemji materiałów wybuchowych — <i>Dr. inż. Tadeusz Urbański</i> 390 |
| 2. Aparaty do mierzenia przepływów cieczy i gazów — <i>inż. Kazimierz F. Heller</i> 376 | 5. Przegląd czasopism technicznych 393 |
| 3. Badanie połączeń spawanych promieniami Roentgena — <i>inż. St. Nieświatowski</i> 381 | 6. Dział gospodarczy 398 |
| | 7. Dział prawniczy 400 |

Wpisany w Księgarni

Budowa współczesnych instalacyj na wysokie ciśnienie.

Inż. Jan Cyrus-Sobolewski.

Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych.

Wstęp.

Zastosowanie w przemyśle ciśnień z rzędu kilkuset atmosfer datuje się od stosunkowo niedawna. Wielkie rozpowszechnienie procesów technologicznych, operujących tak wysokimi ciśnieniami, rozpoczęło się w czasie wojny światowej, osiągając punkt kulminacyjny w latach konjunktury 1927—1928. Na te lata przypada okres wielkiej rozbudowy przemysłu chemicznego, szczególnie azotowego, który jest głównym odbiorcą aparatów wysokociśnieniowych. Równoległe z syntezą amoniaku z pierwiastków azotu i wodoru, uwiadcza się usiłowanie realizacji na podobnej zasadzie syntezy innych związków chemicznych, otrzymywanych dotychczas innymi metodami. I tak widzimy w Ameryce, Francji i Niemczech produkcję alkoholu metylowego drogą bezpośredniego łączenia wodoru z tlenkiem lub dwutlenkiem węgla. Dzisiejsza cena metanolu (syntetycznego alkoholu metylowego) jest wielokrotnie niższa od tej, którą musiano płacić za alkohol, otrzymany przy suchej destylacji drzewa. W Europie i Ameryce używa się wodoru pod ciśnieniem do utwardzania tłuszczów, co ma wielkie znaczenie szczególnie dla fabrykacji mydła; obecnie wprowadza się wodorowanie ropy naftowej w miejsce dotychczasowego „krakowania”, przyczem otrzymuje się produkty tańsze i o lepszych własnościach. W Niemczech wytwarza się benzynę do samochodów metodą

Bergiusa, przez działanie wodoru pod ciśnieniem na smołę otrzymaną z destylacji węgla brunatnego. Wyliczone tu procesy stanowią podstawę produkcji wielkich zakładów przemysłowych. Podług danych Habera*) zdolność produkcyjna fabryk niemieckich wynosiła w r. 1932:

1 000 000 tonn na rok amoniaku syntetycznego
120 000 benzyny systemem Berglusa
40 000 alkoholu metylowego
40 000 mocznika syntetycznego.

Ogólno-światowa zdolność produkcyjna amoniaku syntetycznego wynosiła podług tych samych danych w r. 1932 2 700 000 tonn.

Kapitał zainwestowany w aparaturze wysokociśnieniowej wynosi dzisiaj na całym świecie przypuszczalnie około miljarda zł.

Cyfry te wskazują na zupełne techniczne opanowanie problemów związanych z manipulacją gazami i cieczami pod ciśnieniem kilkuset atmosfer. Ciśnienie sprzyja wszelkim syntezom, przebiegającym ze zmniejszaniem objętości, przeto rola procesów wysokociśnieniowych w technologii chemicznej jest wprost nieograniczona. Dziedzina ta przedstawia wielkie pole dla badacza zwłaszcza w tych przypadkach, w których stosowanie różnych katalizatorów, przyspieszających selektywnie te lub inne procesy, prowadzi do dowolnego otrzymywania różnych

*) V. D. I. 1933 Nr. 13.

ciał z tych samych prostych surowców (np. z gazu wodnego).

We wszystkich krajach przemysłowych pracuje się obecnie nad wynajdywaniem katalizatorów do różnych reakcji chemicznych i najbliższe lata bez wątpienia przyniosą nowości w formie produktów syntetycznych w miejsce tych, które dzisiaj znamy i wytwarzamy starymi metodami.

Obok pogładowego opisu aparatury i maszyn na wysokie ciśnienia, pragnę w niniejszym artykule naszkicować drogę, którą przebywa projekt instalacji od chwili ustalenia katalizatora, aż do chwili sprecyzowania warunków, którym aparatura musi odpowiadać.

Budowa wnętrza konwertera. Katalizator w formie ziarenek, pastylek czy proszku wymaga umieszczenia w odpowiednim naczyniu. Przy pracy pod wysokim ciśnieniem naczynie to jest grubościenne z reguły kształtu walcowego, t. zw. bomba katalityczna lub konwerter.

Na samym wstępie dwa zagadnienia wysuwają się na pierwszy plan: zrównoważenie układu pod względem termicznym oraz zabezpieczenie aparatów i rurociągów przed atakiem ze strony gazów sprężonych i ewentualnie podgrzanych. Co do punktu pierwszego, to muszę zaznaczyć, że reakcja, którą mamy zamiar realizować, wymaga, ze względu na katalizator i ogólne warunki ruchu, utrzymania temperatury w pewnych granicach. Poniżej pewnej temperatury przebiega ona leniwie, prawie niedostrzegalnie, powyżej górnej granicy natomiast grozi zniszczeniem katalizatora i wewnętrznych organów konwertera. Jeżeli jednak przemiany chemiczne połączone są z wywiązywaniem ciepła, to musimy przewidzieć urządzenia, które zapobiegą nadmiernemu ogrzaniu się gazów, aby utrzymać się poniżej górnej granicy. Ponieważ zaś gaz przychodzi do systemu najczęściej chłodny i wymaga dopiero ogrzania zanim zetknie się z katalizatorem, istnieje więc możliwość pogodzenia tych dwóch warunków zapomocą wymiany ciepła między gazem surowym, chłodnym, a gazem skonwertowanym, gorącym. Takie wyjście ogromnie upraszcza konstrukcję. Spółczynnik przechodzenia ciepła dla gazów sprężonych jest bardzo wysoki, prawie tego samego rzędu co dla cieczy, a zatem powierzchnia wymiennika ciepła wypada niewielka. Bardzo korzystne dla połączeń rurowych jest obniżenie temperatury gazu wychodzącego z aparatu i możliwość doprowadzenia gazu chłodnego.

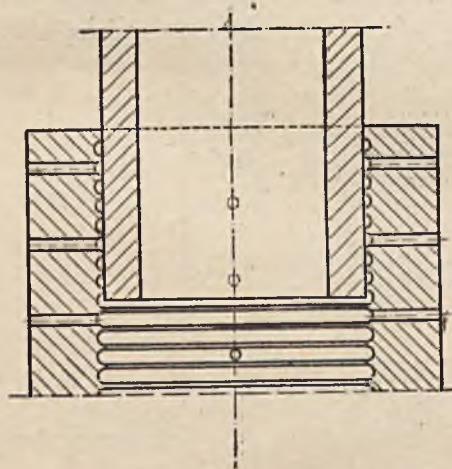
Jedną z największych zalet wymiennika jest praca pod minimalną różnicą ciśnień, gdyż po obydwóch stronach rurek jest gaz sprężony. W przeciwieństwie do tego grzejnik lub chłodnica przedstawia grubościenną rurę, wystawioną na działanie znacznej różnicy ciśnień i temperatur. Taka rura cierpi pod wpływem naprężeń termicznych, osłabiających jej wytrzymałość na wpływ ciśnienia.

Jakkolwiek więc dodanie wymiennika do konwertera powoduje jego powiększenie, to jednak przedstawia tak znaczne korzyści, że stosuje się je prawie z reguły. Sprawa jednak komplikuje się, jeżeli bilans cieplny procesu wykazuje wybitną nadwyżkę lub niedomiar ciepła. Pewne reakcje wywiązują tak dużo ciepła, że wystarczyłoby ono na ogrzanie do temperatury reakcji wielokrotnie większej ilości gazu, niż ta która dopływa. Ochłodzenie gazu przed wejściem do katalizatora jest utrudnione przez dolną granicę temperatury, poniżej której reakcja ustaje. Trzeba albo zastosować chłodzenie sztuczne przestrzeni reakcyjnej, co jest trudne do zrealizowania z punktu widzenia konstrukcyjnego, albo przerwać reakcję z chwilą, gdy temperatura osiągnie górną granicę, schłodzić gaz i zaczynać na nowo w drugim ładunku katalizatora, albo wreszcie postarać się o to, aby mniejsza część gazu przereagowała, czyli stworzyć odpowiedni balast cieplny w postaci gazu, który się podgrzewa, ale nie reaguje. Ten ostatni sposób jest najpowszechniej używany. W praktyce wygląda on w ten sposób, że celem ograniczenia procentu konwersji, czyli przemiany katalitycznej, obiera się stosownie nienazbyt wysokie ciśnienie ruchowe oraz dopuszcza się do konwertera duże ilości gazu, które chronią przed miejscowymi przegrzaniem katalizatora. Takie wyjście pociąga za sobą jednak konieczność cyrkulowania w cyklu zamkniętym, gdyż owe gazy, służące za balast cieplny, są zbyt drogie na to, aby po usunięciu z nich produktu reakcji wypuścić je w powietrze. Sposób poprzednio wspomniany oznacza drogę przeciwną: stworzenie warunków reakcji, sprzyjających wysokiemu procentowi konwersji, przy równoczesnym rozdzielaniu konwersji na szereg stopni, przedzielonych chłodzeniem. Zamiast jednej bomby z jednym ładunkiem katalizatora, mamy w tym wypadku szereg bomb małych, połączonych z sobą przez chłodnice. Ilość bomb w szeregu uwarunkowana jest względami na rentowność, gdyż od niej zależy ilość gazu, jaką na końcu tego łańcucha wypuszcza się w powietrze. Jeden i drugi system ma zastosowanie przemysłowe.

Gorzej przedstawiają się sprawy, jeżeli bilans cieplny zamyka się niedoborem. Ogrzewanie gazu przed bombą jest niemiłe z punktu widzenia ruchowego, szczególnie jeżeli chodzi o wyższe temperatury. Haber i Bosch w początkowych stadiach doświadczeń dodawali nieco powietrza do mieszanki azotu i wodoru przy wyrobie amoniaku syntetycznego, przez co spalali trochę wodoru, poprawiając tym sposobem bilans cieplny. Dzisiejsze wiadomości o racjonalnym obchodzeniu się co do długowieczności z katalizatorem, ze względu na jego konserwację, nie pozwalają na tak surowe metody. W takich wypadkach należy szukać wyjścia przez podwyższenie procentu konwersji, np. stosując wyższe ciśnienie ruchowe. Wtedy jednak warto sporo uwagi poświęcić konstrukcji wymiennika, jeżeli ma on odbierać duże ilości ciepła z małej objętości katalizatora. Ogrzewanie katalizatora, wzgl. gazu doń wpływającego, jest konieczne w chwili uruchomienia nowej instalacji, lub po kilkugodzinnej przerwie ruchu. Dlatego żaden system nie obejdzie się bez jakiegoś grzejnika, ale zależy na tem, aby go nie używać stale. Z jednej strony może to bowiem doprowadzić do defektu, co jest zwłaszcza przykre, gdy pociąga za sobą konieczność otwarcia bomby poza tem stałe ogrzewanie, w szczególności elektryczne, podraża fabrykację. Przy doświadczeniach w skali laboratoryjnej prawie zawsze walczy się z niedoborem ciepła, gdyż straty ciepła są tam procentowo znacznie większe niż w produkcji przemysłowej. Radzi się zwykle przez nawinięcie uzwojenia ogrzewającego nazewnątrz bomby. To samo wyjście z trudności na dużej bombie jest wątpliwe, choćby tylko spowodowało powstawanie naprężeń cieplnych. Zasadniczo duża bomba powinna mieć ściany dobrze izolowane, gdyż celem ich jest wytrzymywanie ciśnienia, a nie służenie za przewodnik ciepła.

Co do kwestji atakowania stali przez gazy sprężone i podgrzane, Bosch*) wypowiada się w tym kierunku, że azot nie wywiera szkodliwego wpływu, a wodór natomiast odwęglą stal i tworzy z pozostałym żelazem kruchy stop już poniżej 300 °C. Szybkość korozji zależy tu od temperatury, ciśnienia i prędkości przepływu gazu. Tlenek węgla zaś tworzy z żelazem karbonyłek już poniżej 100 °C, który nie tylko prowadzi na dłuższą metę do zniszczenia aparatury, ale natychmiast wywiera trujący wpływ na pewne katalizatory. Przy syntezie amoniaku walczymy z korozją przez wodór i tutaj nasuwają się trzy roz-

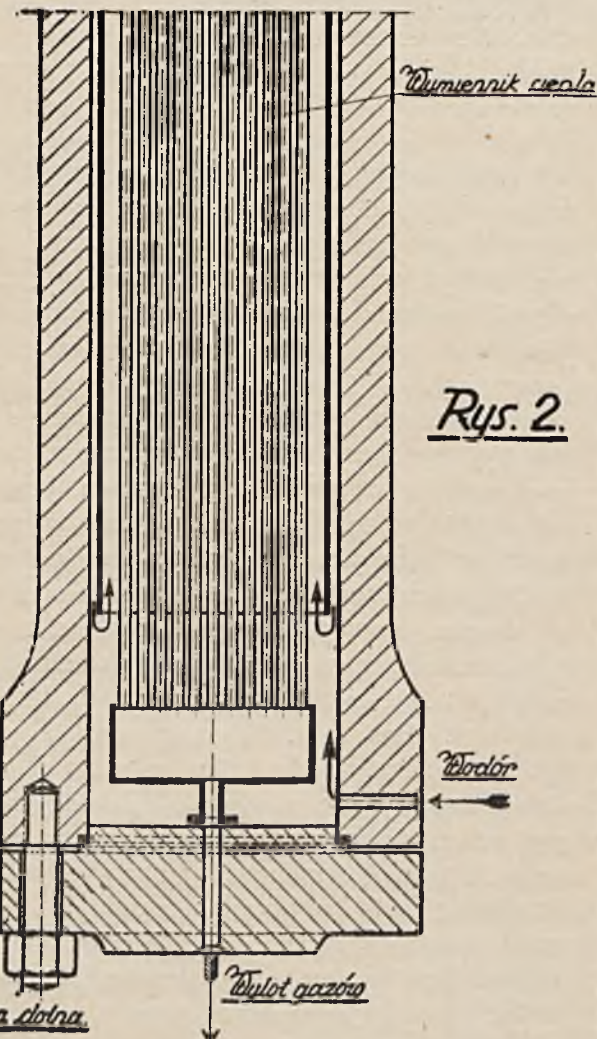
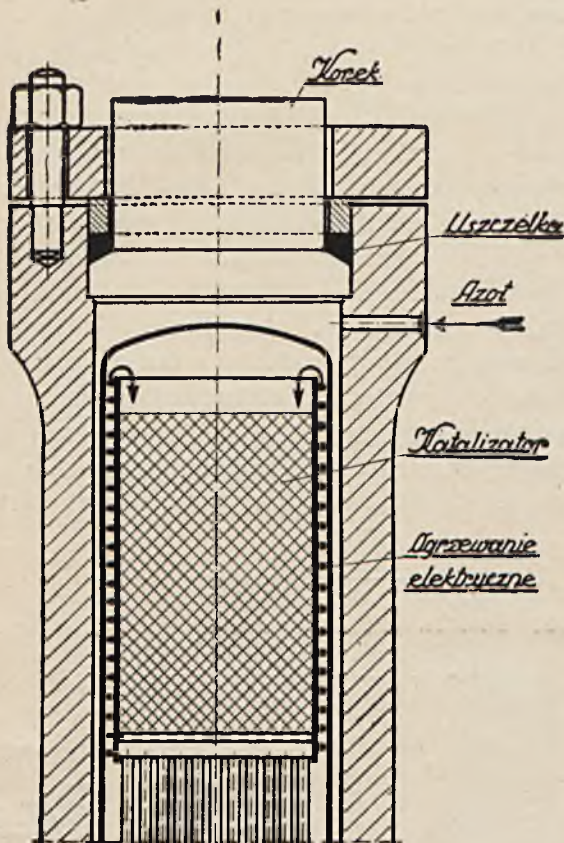
wiązania; pierwsze polega na zbudowaniu bomby ze stali stopowej. Stal wolframowa lub chromowa jest znacznie wytrzymalsza na wpływ wodoru niż stal węglista. Niestety, przy dużych bombach nie możemy opierać się na stopach, dających się otrzymywać tylko z pieca elektrycznego; przeszkodą jest niewystarczająca pojemność pieca oraz wielkie koszty. Drugim rozwiązaniem jest zabezpieczenie ścian, wytrzymujących ciśnienie od zetknięcia z gazem korodującym. Polega ono na wyłożeniu bomby łuską z innego materiału. Pod tym względem zasługuje na szczególną uwagę opisana przez Boscha i stosowana dawniej przez niego konstrukcja przedstawiona na rys. 1. Łuska z miękkiego żelaza jest wpraso-



Rys. 1.

wana do bomby w taki sposób, że dyfundujący przez nią wodór znajduje ujście nazewnątrz, dzięki systemowi rowków w wewnętrznej ścianie bomby, które są odwietrzone za pomocą cienkich wierceń. Przy pierwszym podniesieniu ciśnienia do wysokości roboczej łuska zostaje przyciśnięta do ścian bomby i pozostaje w tym stanie mimo, że z biegiem czasu skruszeje pod wpływem wodoru. Trzecie rozwiązanie, dzisiaj powszechnie stosowane, polega na tem, że ogrzewanie wodoru następuje dopiero w aparacie katalitycznym, umieszczonym wewnątrz bomby, której ściany są znacznie chłodniejsze niż wnętrze bomby, będące siedliskiem reakcji i ewentualnie mogą być dodatkowo chronione przed korozją przez spłókiwanie azotem od wewnątrz. Rys. 2 przedstawia konstrukcję podobną w zasadzie do jednej z bomb Boscha. Aparat katalityczny, złożony z cylindra, zawierającego katalizator, i z wymiennika ciepła opiera się o dno bomby, zachowując zupełną swobodę dylatacji cieplnej w kierunku pionowym. Przestrzeń między aparatem a ścianami bomby wypełniona jest azotem, który dopływa w górnej części, zaś dopływ wodoru znajduje się nadole i wymieszanie gazów dokonywa się w wymien-

*) Bosch otrzymał nagrodę Nobla za realizację aparatury wysokociśnieniowej w wielkiej skali fabrycznej.

Rys. 2.

niku ciepła. Zasadniczo wymiennik sięga częściowo do objętości katalizatora, skąd też ma do odprowadzenia pewną ilość ciepła, ale szczególnie ten pominięto na rys. 2, ze względu na przejrzystość rysunku i różnorodność odnośnych konstrukcyj. Również nie zaznaczono bocznika, czyli obejścia wymiennika, którą dopuszcza się gaz, gdy zależy na obniżeniu temperatury. Pomiędzy wymiennikiem a wejściem do katalizatora widać grzejnik, którego zadaniem jest ogrzewać gaz do żądanej temperatury w czasie, gdy bilans cieplny nie jest wystarczająco dodatni. Ponadto spotykane w praktyce konwertery mają wewnętrzną i zewnętrzną izolację cieplną oraz urządzenia do pomiaru temperatury wnętrza, najczęściej w postaci termoelementów.

Jakkolwiek pokazana tu bomba jest wydatnie chroniona przed atakiem wodoru, to jednak aparatura wewnętrzna, a przede wszystkim wymiennik, ulega niszczeniu i prędzej czy później staje się nieszczelna. Części aparatu katalitycznego, a szczególnie śruby, można łatwo wykonać ze specjalnych stali stopowych. Jako zasadę przyjmuje się też takie prowadzenie drogi gazów, aby różnica ciśnień, spowodowana spadkiem ciśnienia przy przepływie gazów przez masę katalizatora i przez inne opory ruchu, współdziałała z ciężarem aparatu i ze śrubami na połączeniach; dzięki temu połączenie jeszcze pozostaje jako tako szczelne nawet po skruszeniu śrub. Ta sama różnica ciśnień powinna działać na wszystkie cylindryczne części w kierunku ściskania, czyli odzewnątrz. Jak długo nie istnieje obawa wyboczenia, wzgl. zakłębnięcia, to nawet skruszały materiał będzie się trzymał doskonale przy naprężeniu ściskającym, natomiast uległby natychmiast rozerwaniu, gdyby to samo ciśnienie zaczęło działać w kierunku rozciągania. Znane jest doświadczenie z rurką szklaną, osadzoną w dławkach i poddawaną naprężeniu ściskającemu przez ciśnienie odzewnątrz. Jeżeli tylko ściany jej są na tyle grube, aby wykluczyć objawy analogiczne do wyboczenia, rurka ta nie da się zmiażdżyć nawet najwyższymi ciśnieniami. Ponieważ dążymy do zapewnienia wnętrza jaknajwiększej szczelności, wyzyskujemy to zjawisko i tem samym przedłużamy długowieczność wnętrza konwertera. W razie nieszczelności we wnętrzu konwertera nie cała ilość gazu płynie przez katalizator, lecz część jego wprost kieruje się ku wyjściu. Wówczas obniża się procent konwersji i powstaje niedomiar ciepła w systemie, co utrudnia lub uniemożliwia dalszy ruch.

Na tem kończę opis działania najważniejszego aparatu wysokociśnieniowego i pragnę przejść do omówienia elementów konstrukcyjnych instalacji i maszyn na wysokie ciśnienie. Do opisu konwertera wybrałem tylko jeden z wielu możliwych typów. Z jednej bowiem strony różne procesy stosują różne ciśnienia i katalizatory i tem samem mają odmienne warunki reakcji, z drugiej strony zaś każdy wynalazca stara się na swój sposób uzyskać konstrukcję jaknajbardziej zwartą, jaknajwydatniejszy wymiennik, możliwie korzystny przebieg temperatur w katalizatorze itd.

Naczynia wysokociśnieniowe. Inne części instalacji syntezy, jak wieże absorbcyjne, filtry, kondensatory i oddzielacze cieczy miewają również nieraz bardzo pomysłową budowę, jednak w nich organy wewnętrzne nie są w tym stopniu narażone na działanie gazów i dlatego zadanie konstruktora jest tam łatwiejsze. Zamiast podawania ich opisu, ich wewnętrznego urządzenia wolę poświęcić nieco miejsca sprawie konstrukcji i wykonania wszelkiego rodzaju naczyń na wysokie ciśnienie. Sprawa ta ma znaczenie ogólniejsze, dzięki bogatemu doświadczeniu jakie zdołano już zebrać oraz dzięki wszechstronnemu zastosowaniu, jakie może znaleźć w rozmaitych gałęziach technologii. Dzisiaj w połączeniach rur i aparatów stosuje się konstrukcje ustalone przez praktykę, która stale dążyła do ujednostajnienia stopnia bezpieczeństwa, czyli eliminowania „słabych punktów“ aparatury. Początki tych konstrukcyj datują się od czasów pierwszego skraplania i sprężania gazów, a także wiele pionierskiej roboty dokonano w laboratorjach fizykalnych przy sposobności pracy pod najwyższymi ciśnieniami.

Konstruowanie aparatów na wysokie ciśnienie jest specjalnością samo w sobie, pośrednio tylko związaną z procesami technologicznymi, dla których instalacja służy. O ile bowiem w laboratorjum nieraz stosuje się aparatury, jakich niektóre części zdolne są wytrzymać kolosalne ciśnienia, a pracują w warunkach łatwych, w innych znowu wypadkach łąta się aparaturę w taki sposób, że tylko cudem nie wylatuje w powietrze — to jednak, projektując instalację przy stole konstrukcyjnym, należy zastosować jednolity stopień bezpieczeństwa. W pewnych wypadkach wystarcza doświadczenie i stosowanie wypróbowanych konstrukcyj, czasem jednak, np. przy dużych aparatach, sposób obliczenia musi być nadzwyczaj staranny i wszechstronny, gdyż po pierwsze rozmiary katastrofy w razie rozerwania aparatu są ogromne, po drugie niema

do rozporządzenia takiej statystyki pęknięć jak np. dla butli stalowych na gaz sprężony, po trzecie stosowanie zbyt wielkich współczynników bezpieczeństwa kolosalnie podraża aparaturę. Dla konwerterów na wysokie ciśnienie obliczenie na rozerwanie pod wpływem ciśnienia wewnętrznego nie wystarcza, gdyż spowoduje znacznej grubości ścian naprężenia termiczne mogą być nawet większe. Przed wzięciem do ruchu poddaje się zatem konwertery próbie wodnej, nie szablonowo ciśnieniem o 50% wyższem od ruchowego, jak to jest naogół przyjęte dla innych bomb, lecz takim ciśnieniem, które wywołuje naprężenia w przybliżeniu ilustrujące stan rzeczy po nagraniu i pod ciśnieniem. Odnośnie do przeliczania wytrzymałości duże znaczenie posiada mimo wszystko czynnik subiektywny konstruktora, gdyż kwintesencją zagadnienia jest wybór stopnia bezpieczeństwa, czyli stosunku wytrzymałości materiału do dopuszczalnego natężenia. Intencja projektodawcy spełnia się oczywiście tylko o tyle, o ile faktyczny rozkład naprężeń nie różni się zasadniczo od założeń, poczynionych przy obliczaniu. Nadmiar złego, środki teoretyczne nie są tu tak doskonałe, jak np. przy obliczaniu kratownic. Trzeba czasem stosować sposoby, o których wiadomo, że nie są całkiem ściśle. I tak np. do obliczania wytrzymałości naczyń grubościennych używa się zazwyczaj wzoru Bacha:

$$\text{naprężenie rozciągające } \sigma = p \cdot \frac{1,3 R^2 + 0,4 r^2}{R^2 - r^2}$$

$$\text{naprężenie ścinające } \tau = p \frac{R^2}{R^2 - r^2}$$

gdzie: R promień zewnętrzny naczyń cylindrycznego,
r promień wewnętrzny,
p różnica ciśnień wewnątrz i zewnątrz,
K wytrzymałość materiału,

na podstawie którego możnaby sądzić, że każde naczynie walcowe pęknie, gdy $p = \frac{K}{1,3}$, gdyż wtedy nawet najgrubsza ścianka nie uratuje sytuacji. W rzeczywistości tak nie jest, albowiem nawet przekroczenie granicy wytrzymałości na ścianie wewnętrznej, gdzie rzekomo występują największe naprężenia, nie prowadzi do rozerwania naczyń, o ile naturalnie materiał jest dostatecznie ciągliwy i nie popęka w szpary. Gdyby tak nie było, nie możnaby wogóle zbudować naczyń w jednej sztuce na więcej niż około 10 tysięcy atmosfer, tymczasem już znacznie przekroczone 20 tysięcy at, oczywiście dla celów laboratoryjnych. W rezultacie

możnaby uważać wzór Bacha za pesymistyczny i dopuścić mniejszy stopień bezpieczeństwa. Tu jednak wkraczają dwa zagadnienia, a mianowicie: niejednorodność materiału oraz sprawa naprężeń termicznych. Błędy w materiale wprowadzają czynnik zupełnie nieuchwytny pod względem teoretycznym, bardzo zależny od wyposażenia technicznego stalowni, która dostawę wykonywa, oraz od sposobów badania naczyń.

Wykonywaniem bomb o większych rozmiarach zajmuje się tylko kilka stalowni na kontynencie europejskim — w Anglii i Ameryce. Największy blok, użyty do wyrobu bomby ważył 225 tonn. Średnica wewnętrzna wynosi zwykle poniżej 1 metra, długość zależnie od wymagań, 10 do 20 metrów dla skruberów i konwerterów, znacznie mniej dla filtrów. Bomby długie są cylindrami otwartymi na obydwóch końcach, na których posiadają pokrywy przymocowane i uszczelnione zapomocą śrub kołkowych, osadzonych w odpowiednim zgrubieniu ścian. Naczynia zamknięte z jednego końca wykonywa się tylko w mniejszych rozmiarach, wytaczając otwór w pełnym bloku. Jeżeli zaś otwór ma być wykonany przez kucie i tylko dowiercony na dokładną średnicę, to proces fabrykacji przedstawia się mniejwięcej następująco:

Blok o kształcie krótkiego, grubego cylindra przebija się w środku i wieszka pod stemplem prasy na łańcuchach na przeciągniętym przez otwór wale. Przez nacisk stempla zgniata się materiał, co prowadzi do powiększenia średnicy otworu a zmniejszenia grubości ścian. Gdy już otwór jest na tyle szeroki, że można przez niego przeciągnąć lekko zbieżny trzpień, kładzie się blok na odpowiednim wykroju i przez uciskanie stemplem prasy, przy równoczesnym obracaniu bloku o mały kąt, powoduje się wydłużenie naczyń kosztem grubości ścian. Przed obróbką mechaniczną poddaje się bombę wyżarzeniu, a końcowe wyżarzenie następuje po ukończeniu grubego skrawania.

Rys. 2 przedstawia w przybliżeniu kształt normalnej bomby na średnie ciśnienie, około 300 at. Pokrywa górna i dolna różnią się na tym rysunku sposobem uszczelnienia, aby lepiej zobrazować możliwości konstrukcyjne. Pokrywa dolna zamyka bombę na zasadzie uszczelnienia ściskowego. Śruby kołkowe mają tu za zadanie nie tylko przeciwdziałać sile ciśnienia wewnętrznego, ale również muszą one zgnieść uszczelkę dostatecznie, tak aby wypełnić nią nierówności powierzchni uszczelniającej. Zaletą tego połączenia jest łatwość demontażu, przyczem najczęściej ponowne zamknięcie może nastąpić

bez wymiany uszczelki. Wadą niewątpliwą jest konieczność użycia silnych śrub, i to sprawia, że połączenia takie stosuje się tylko niechętnie powyżej 300 at ciśnienia ruchowego. Stosunek siły śrub do wytrzymałości uszczelki nie może być zupełnie dowolny. Gdyby bowiem śruby były bardzo elastyczne, to przy pierwszym spuszczeniu ciśnienia z aparatu, uszczelka zostałaby przez nie zmiażdżona i przy ponownym podniesieniu ciśnienia połączenie zaczęłoby „dmuchać“. Możliwość na to poradzić przez dociągnięcie śrub, ale nie podobna pogodzić się z takim stanem rzeczy. W przypadku podanego tu połączenia rozciąganie się śrub jest minimalne dzięki ich małej długości. Jako materiał na uszczelki stosuje się najczęściej miedź elektrolityczną wyżarzoną w postaci pierścienia wytoczonego z cylindra lub płyty, aby uniknąć spawania końców. Śruby kołkowe, trzymające pokrywę, wykonywa się najczęściej ze stali stopowej, uszlachetnionej przez odpowiednią obróbkę termiczną. Zahartowanie i następnie częściowe odpuszczenie podnosi znacznie wytrzymałość materiału kosztem tylko nieznacznego zmniejszenia ciągliwości. Śruby umieszcza się na obwodzie tak gęsto, jak tylko na to pozwala wygodne przykręcanie nakrętek. Dzięki zastosowaniu lepszego materiału na śruby można zaoszczędzić na wadze pokrywy oraz zmniejszyć konieczne zgrubienie bomby na końcach.

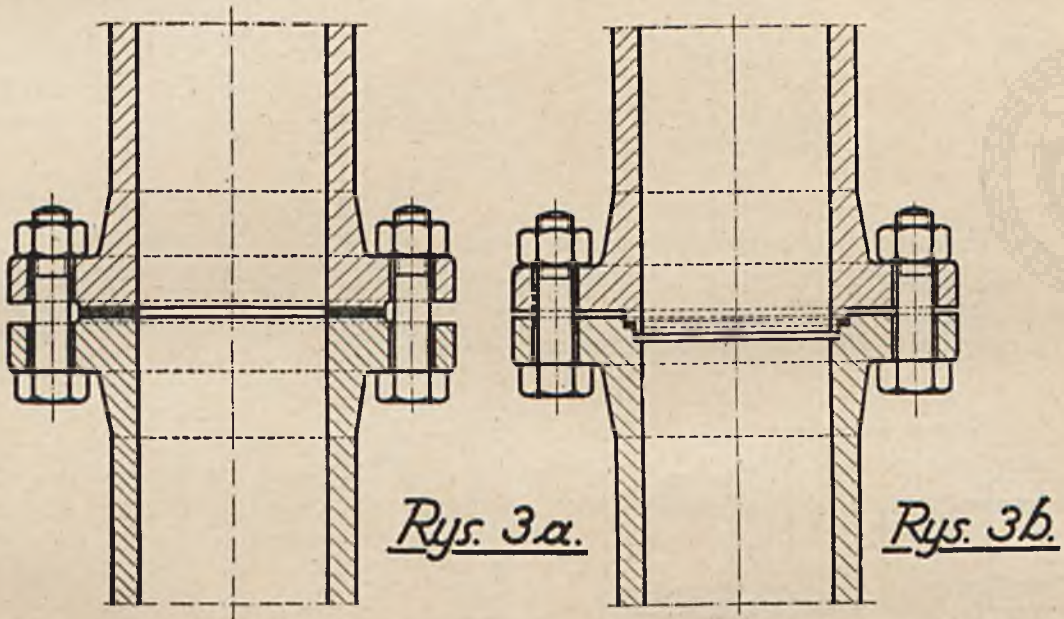
Zamknięcie górne na rys. 2 działa na zasadzie samodławienia. Uszczelka odgrywa w nim rolę szczeliwa w dławiku. Śruby służą do uszczelnienia wstępnego i przejmują siłę nie większą od siły ciśnienia wewnętrznego. Dzięki odpowiednim skosom osiąga się nacisk uszczelki we wszystkich żądanych kierunkach, aby zamknąć gazom wszystkie drogi ucieczki. Ciśnienie gazów przeniesione na „korek“ nie działa w kierunku otwarcia szczeliny, lecz w kierunku jej zamknięcia. Takie zamknięcie stosuje się do najwyższych ciśnień z pełnym powodzeniem. Przy odpowiednio dokładnym wykonaniu można w wypadku normalnych temperatur użyć uszczelki gumowej nawet przy kilku tysiącach atmosfer. Naturalnie, w bombach przemysłowych stosuje się zamiast tego z reguły pierścienie metalowe, jak w zamknięciu ściskowym. Wadą tego połączenia jest trudność demontażu, gdyż korek trzeba wyciągać z bomby zapomocą odpowiednich urządzeń śrubowych, a uszczelkę trzeba albo zmieniać za każdym otwarciem, albo przynajmniej obtaczać.

Połączenia rur i aparatów. Można powiedzieć, że większość konstrukcyj szczelnego

połączenia rur i aparatów stanowią odmiany dwóch podstawowych koncepcyj, podanych powyżej przy opisie bomb, uszczelnienia ściskowego i samodławiającego. Zwykły dławik też bywa z powodzeniem używany tam, gdzie chodzi o przepuszczenie wrzeciona do zaworu lub trzona tłokowego do cylindra pompy. Jakkolwiek uszczelnienie ściskowe jest bardziej naturalne i oczywiste dla konstruktora przyzwyczajonego do niskich ciśnień, to jednak przy wysokich ciśnieniach uważa się je za mniej pewne i bardziej prymitywne od uszczelnienia samodławiającego. To drugie stanowi też prawie że jedyną zasadę przepuszczania elektrod izolowanych przez ściany bomby, np. w celu doprowadzenia prądu do grzejnika itd. Naturalnie, mimo jednakowej zasady konstrukcyjnej, uszczelnienia mogą się bardzo różnić od siebie rodzajem uszczelki, wzgl. ich brakiem, mechanizmem dociskającym itd. Najczęściej spotyka się kołnierze i śruby. Jest to o tyle wygodne, że wy-

maga najmniejszego momentu przy dokręcaniu, natomiast jest bezpieczne tylko przy starannem pilnowaniu, aby wszystkie śruby niosły jednakowo. Aby się uniezależnić od skutków mniej starannego montażu, a także skrócić czas potrzebny na otwieranie i zamykanie połączenia, można zastosować bardziej skomplikowane mechanizmy do przyciskania uszczelki.

Połączenia rurowe wykazują dość znaczną różnorodność odnośnie do szczegółów konstrukcyjnych i zarazem są interesujące z punktu widzenia ogólnej konstrukcji aparatury. Dlatego, aby ułatwić sobie ich klasyfikację, zaczynam od połączeń stosowanych przy niskich ciśnieniach. Na rys. 3a widzimy połączenie na kołnierzu, przewidziane przez normy niemieckie aż do ciśnienia 100 at. Uszczelka z gumy, klinerytu lub płytki metalowej spoczywa bez osobnego oparcia na płaskich stykach kołnierzy. Na pierwszy rzut oka można osądzić, że przy ciśnieniach powyżej 10 at połączenie takie jest w ruchu

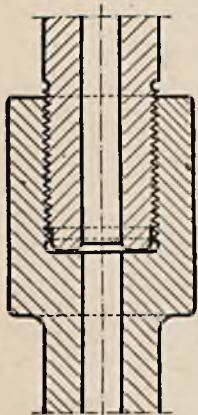


niepewne spowodu tendencji ciśnienia wewnętrznego do wyrzucenia uszczelki nazewnątrz. Na rzecz takiego połączenia odstąpiono podobno od systemu 3b w celu ułatwienia wyjmowania i zakładania uszczelki przy prostych odcinkach długich rurociągów. O ile bowiem w wypadku 3b musimy dość daleko przesunąć rurę osiowo, aby uszczelkę wymienić, to przy kołnierzach płaskich wystarcza przesunięcie minimalne. Aby się uchronić przed wyrzuceniem uszczelki, należy nadać jej małą grubość a dużą szerokość oraz wykonać na powierzchniach kołnierzy szereg współśrodkowych rowków dla lepszego jej przytrzymania. Nadewszystko zaś należy unikać skrzywienia rurociągu. Duża szerokość uszczelki

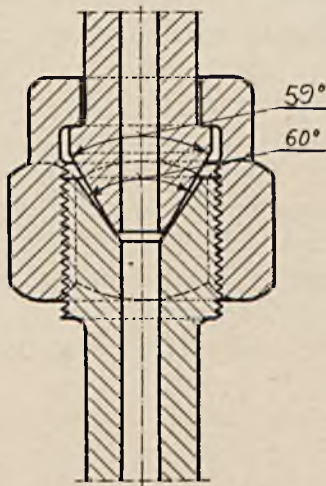
wymaga silnych śrub i kołnierzy i dlatego jest niepożądana, szczególnie przy wyższych ciśnieniach. A więc tam, gdzie chodzi o większą pewność ruchu pod ciśnieniem kilkunastu lub kilkudziesięciu atmosfer, poleca się raczej system 3b, lub umieszczenie uszczelki w rowku i przyściśnięcie jej występem, jak to zresztą normy niemieckie przewidują w formie dopuszczalnego warjantu. Wymienione poprzednio trudności nie istnieją dla rurociągu prostego. Rowek i występ jest od przedstawionego na rys. 3b podwójnego występu o tyle praktyczniejszy, że wymaga mniejszego przesuwania osiowego rur przy wymianie uszczelki, natomiast ten drugi nadaje się lepiej w wypadku stoso-

wania miękkich uszczelki metalowych, które w rowku rozgniatają się czasem do tego stopnia, że nie dają się łatwo wyjąć. Kołnierz może być spawany z rurą lub też nakręcony na gwint, podobnie jak na rys. 5.

Najbardziej udane dla celów wyższych ciśnień są połączenia na soczewkę metalową (rys. 5) dla rur powyżej 10 mm \varnothing wewn., oraz połączenia stożkowe (rys. 4b) dla rur cienkich

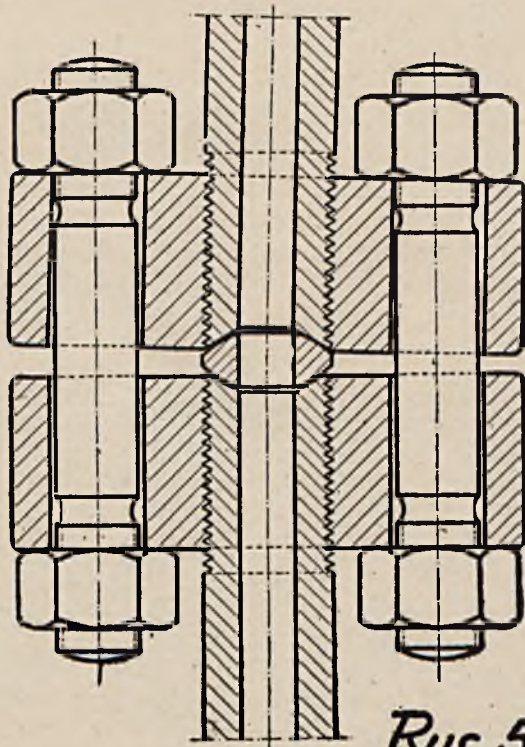


Rys. 4a.



Rys. 4b.

i elastycznych. Jak widać, szczelność zostaje osiągnięta w obydwóch tych wypadkach sposobem ścisowym, co przy rurach nie ma tych stron ujemnych, o których mówiliśmy przy pokrywach aparatów o znacznie większej średnicy. Soczewka



Rys. 5

metalowa (rys. 5) o powierzchniach kulistych spoczywa między stożkowymi wytoczeniami końców rur. Linją zetknięcia jest tu geometrycznie koło, praktycznie zaś wąska powierzchnia pierścieniowa, powstała przez odkształcenie kuli i stożka. Ciekawą cechą tego połączenia jest to, że do zapewnienia szczelności wystarczy zazwyczaj staranne obtoczenie powierzchni stykowych, szlifowanie zaś jest zbyteczne. Wskazane jest raczej stosowanie silniejszych śrub, aby zapewnić odkształcenie wystarczające do utrzymania szczelności. Zaletą jego o ogromnym znaczeniu praktycznym jest mała wrażliwość na skrzywienie osi rurociągu, zaznaczone na rys. 5. Gdy zależy na stworzeniu połączenia bardzo pewnego w ruchu, to soczewka może być rozwiązaniem najodpowiedniejszym nawet przy ciśnieniach poniżej 100 at. Należy jednak pamiętać, że przy niższym ciśnieniu ruchowym ten sposób łączenia wymaga stosunkowo mocniejszych śrub i kołnierzy, niż przy innych połączeniach na to samo ciśnienie. Albowiem siła potrzebna do odkształcenia, a więc zapewnienia szczelności, zależy tylko od nierówności powierzchni, twardości materiału i od wielkości faktycznej powierzchni zetknięcia stożka i kuli.

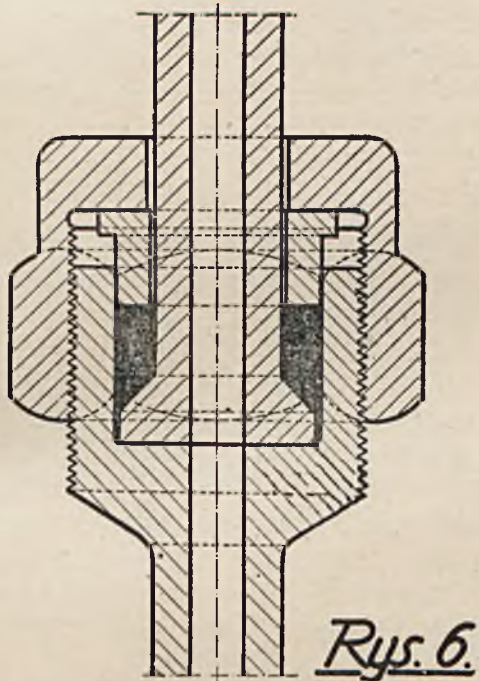
Złączka (rys. 4b) jest odmianą zwyczajnej złączki gazowej. Jej zaletą jest prostota i taniocść. Szczelność osiąga się tu przez docisk dwóch stożków, z których wewnętrzny może mieć nieco ostrzejszy kąt wierzchołkowy. Stożki powinny być cokolwiek wtarte w siebie. Połączenie takie jest wrażliwe na skrzywienie osi i dlatego stosuje się je raczej dla cienkich rurek, np. kapilar do przyłączania manometrów, analizatorów itd. Końcówki stożkowe łączy się z kapilarą przez lutowanie mosiądzem lub spawanie, czasem też przez łączenie z osadzeniem na gwincie.

Połączenie według rys. 4a bywa dość powszechnie używane w zaworach, aparatach itd., rzadziej przy rurociągach. Uszczelnienie polega na docisku powierzchni pierścieniowej do płaszczyny.

Połączenie według rys. 6, samodławiące, spotyka się rzadko, gdyż przy rurociągach sprawa sił potrzebnych na wytworzenie szczelności nie jest tak trudna, aby usprawiedliwiać jakiegokolwiek komplikacje.

Jako przewodów dla gazów i cieczy pod wysokim ciśnieniem używa się rur grubościennych, żelaznych, stalowych, miedzianych lub brązowych, zależnie od warunków. Jeżeli kołnierze mają być osadzone na gwintach, to należy

wybrać rurę o tak grubej ścianie, aby końce rur nie były zbyt słabe po nagwintowaniu. Zgrubianie samych końców rur jest łatwe do wykonania w walcowni i mogłoby stanowić znaczną oszczędność na wadze, ale w takim razie nie można rur ucinać na dowolną długość przy montażu. Gięcie odbywa się zawsze na możliwie



Rys. 6.

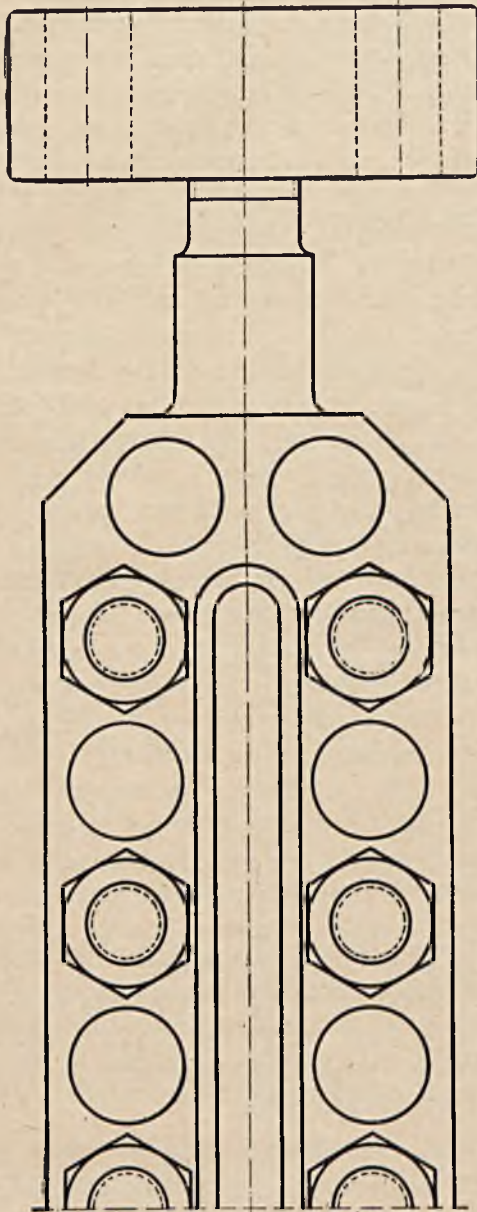
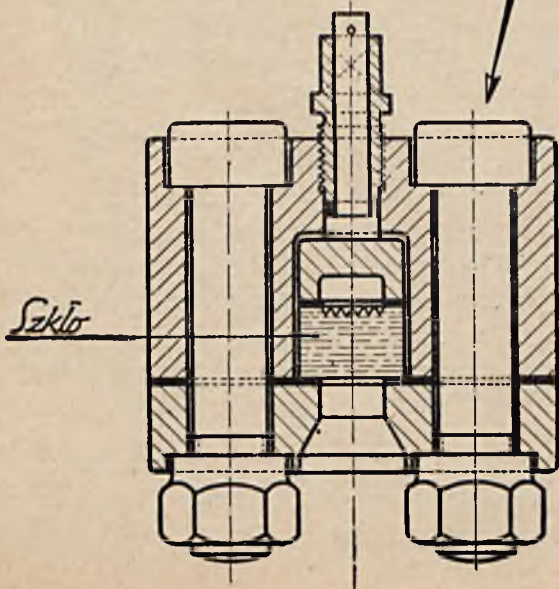
wielkie promienie, i to na zimno na specjalnej maszynie. Wyjątkowo tylko przy ostrych łukach robi się kolanka na gorąco. Przy gięciu ściana rury traci jednostajną grubość w przekroju poprzecznym i środek otworu przesuwają się na zewnątrz łuku. Z tym zjawiskiem należy się liczyć przy ustalaniu grubości ścian rury. Wreszcie trzeba pamiętać, że rura grubościenna jest trudniejsza do wykonania na dokładną średnicę wewnętrzną niż rura o normalnej grubości ścian. Tolerancje dla odbioru są tu z reguły bardzo duże: może zachodzić poważna odchyłka od nominalnej średnicy wewnętrznej, a ponadto otwór może być jeszcze ekscentryczny względem obwodu zewnętrznego. Dlatego przy obiorze grubości ścianek postępuje się z większą rezerwą, większą niż przy obiorze grubości ścian bomby, która dzięki toczeniu na wszystkich powierzchniach jest wykonana o wiele dokładniej. Kształtki, jak trójniki, krzyżaki itd., robi się z jednego kątowego kawałka. Są one dzięki temu dość kosztowne.

Płynowskazy. Różnorodność połączeń szczelnych metalu z metalem wskazuje na prostotę zagadnienia. Inaczej ma się sprawa połączenia metalu ze szkłem. Dzisiaj można

uważać 300 at za przybliżoną granicę ciśnienia ruchowego, przy jakim daje się bezpiecznie stosować szklane płynowskazy. Aby całkowicie uchronić szkło od naprężeń mechanicznych, wywołanych przez deformację oprawy metalowej, stosuje się okno szklane refleksyjne w metalowym korpusie. Płynowskaz taki wyrabiany przez fabrykę Klingera przedstawia rys. 7. Uszczelnienie pochodzi od nacisku wywieranego od wewnątrz przez ciecz wzgl. gaz na płytę szklaną, spoczywającą za pośrednictwem uszczelki na tej ścianie korpusu, która ma otwór okienny. Do wywarcia nacisku, potrzebnego dla uszczelnienia wstępnego, służy specjalny mechanizm dociskowy, składający się z metalowego korytka, przenoszącego siłę na szkło z szeregu śrub, przepuszczonych przez przeciwległą ścianę korpusu przy pomocy dławików. Korpus stalowy płynowskazu jest dwudzielny, ale śruby łączące jego dwie części nie mają oddziaływania na płytę szklaną. W ten sposób docisk może być bardzo równomierny i delikatny, oczywiście w założeniu, że zarówno szkło jak i korpus mają doskonale proste powierzchnie styku. Płynowskaz taki pracuje bez zarzutu przez szereg miesięcy, aż wystąpią pierwsze pęknięcia szkła na jego brzegach. Objawia się to małymi nieszczelnościami, które zmuszają do wymiany okna. Szkło użyte do wyrobu płyty nie powinno być zbyt twarde ani zbyt kruche. Szkło zielonkawe o pewnej zawartości żelaza jest lepsze od kwarcowego.

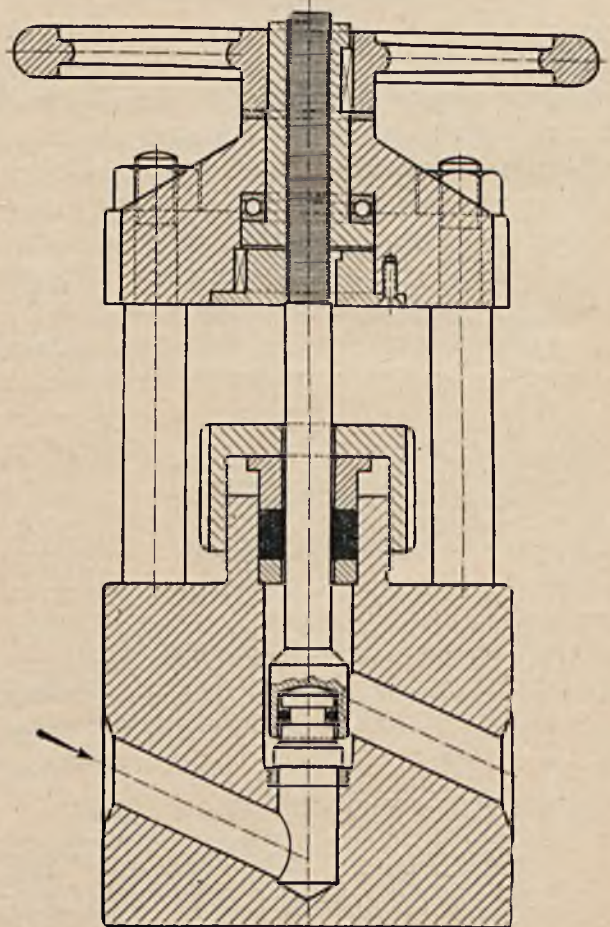
Przy ciśnieniach ruchowych 700 i 1000 at narazie możliwe jest tylko zastosowanie płynowskazów pośrednio wskazujących. W instalacjach syntezy sprawa cała sprowadza się nie raz do mierzenia poziomu cieczy w oddzielnikach, np. przy wyrobieniu amoniaku musimy odpuszczać z separatorów ciekły amoniak i nigdy nie dopuścić do przelania i porwania go przez cyrkulujące gazy. Da się to załatwić bez płynowskazu w taki sposób, że przewiduje się zbiornik o odpowiedniej pojemności, np. odpowiadający maksymalnej produkcji 20 minutowej, a wypuszcza się z niego ciecz np. co 15 minut. Trzeba naturalnie umieć uchwycić moment, kiedy ciecz przestaje płynąć, a zaczyna „dmuchać“ gaz. Można to albo wysłuchać, albo też zaobserwować na manometrze zabudowanym za zaworem spustowym. Moment ten objawi się jako skok ciśnienia. Wtedy zamyka się zawór spustowy, aby nie tracić gazu.

Zawory. Bardzo delikatną częścią aparatury są zawory na wysokie ciśnienie. Coprawda gaz przepływający przez nie jest zwykle nad-

*Rys. 7.*

zwyczaj czysty i nie pozostawia osadów, jednakowoż ma on skłonność do niszczenia siedziska i grzybka przy małych otwarciach, kiedy to prędkości przepływu są wielkie. Dlatego można liczyć na szczelność tylko tych zaworów, które nie pracują w pozycji minimalnego przelotu. Co więcej, trzeba dążyć do tego, aby nie używać zwykłych zaworów przelotowych do stałego dławienia ciśnienia, np. przy odgałęzieniach do analizatorów itd. Grzybek i siedzisko sprawiają najwięcej trudności w konstrukcji, budowie i konserwacji zaworów, natomiast z dławikiem, uszczelniającym wrzeciono, najczęściej niema kłopotu, o ile tylko obróbka jest dokładna a materiał dostatecznie twardy.

Na rys. 9 widzimy najprostszy typ zaworu iglicowego. Służy on do redukowania ciśnienia w ruchu ciągłym, natomiast jest mniej odpowiedni do zupełnego zamykania przepływu. Iglica o bardzo ostrym kącie wierzchołkowym, wykonująca równocześnie posuw i ruch obrotowy, przedstawia niebezpieczeństwo zadarcia o siedzisko, jeżeli wyrzemy zbyt wielką siłę na rączkę w celu zupełnego zamknięcia zaworu. Aby chronić zawór przed zużyciem przez szybko płynący gaz należy iglicę i siedzisko wykonać ze stali hartowanej i ewentualnie poprzednio

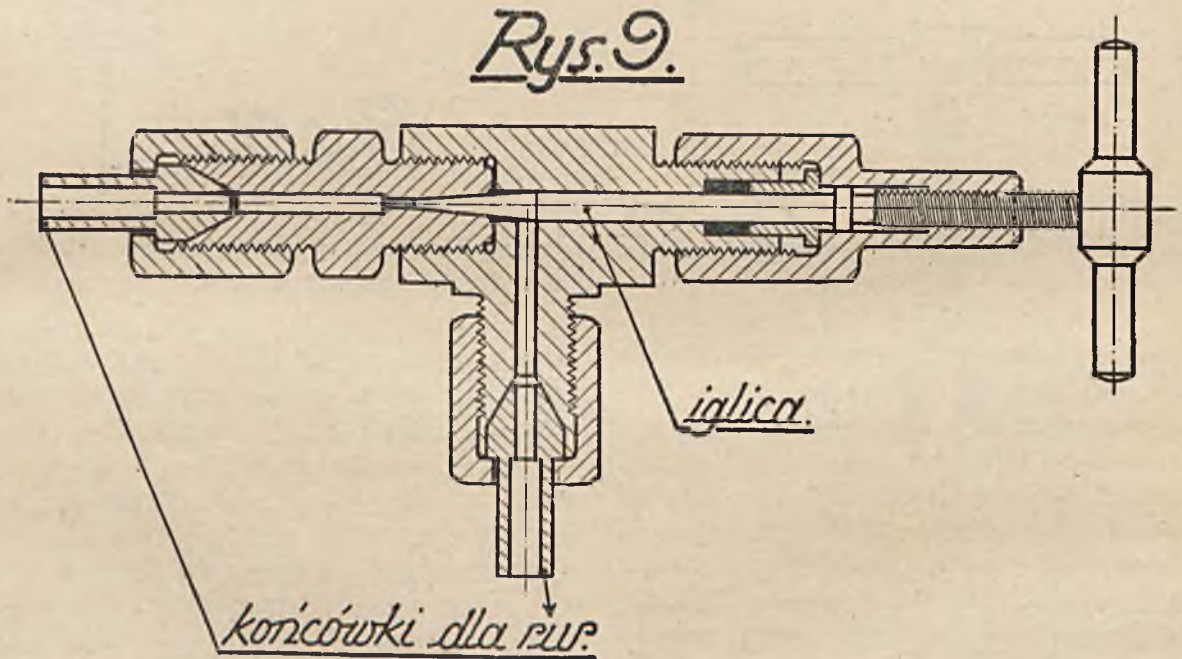
*Rys. 8.*

cementowanej. Konstrukcja tu pokazana umożliwia doszlifowanie iglicy bezpośrednio w siedzisku, do czego wystarczy odjąć z korpusu nakrętkę przyciskającą dławik. Jako szczeliwa w dławiku używa się pierścieni z klingerytu. Zawory takie wykonywa się dla średnic przelotu do 4 mm, a przy odpowiednio starannym wykończeniu nadają się one do ruchu nawet przy 1000 at.

Zawory, służące do zupełnego zamykania lub otwierania rurociągu, zbudowane są w taki sposób, że grzybek zostaje przyciśnięty do siedziska, nie wykonując przytem ruchu obrotowego (rys. 8). Powierzchnia uszczelniająca jest wąskim, płaskim pierścieniem; grzybek ma swobodę obracania się względem wrzeciona. Ze względu na duże siły we wrzecionie, jakie występują przy zaworach o dużym przelocie (do 50 mm \varnothing), ręczne zamykanie i otwieranie możliwe jest tylko przy zastosowaniu łożyska kulkowego do ujęcia siły osiowej. Przy bardzo dużych zaworach konieczne jest wbudowanie serwowatoru do tego celu. Jako szczeliwa do

dławika używa się tu zazwyczaj sznura bawelnianego, przesyconego tłuszczem i grafitem, natomiast pierścienie z klingerytu są tu mało stosowane, gdyż w celu dodania pierścienia trzeba by odmontować łożysko zaworu. Materiał użyty do wyrobu siedziska i grzybka powinien odznaczać się odpornością na ścieranie, natomiast nie powinien być nadmiernie twardy, aby siła potrzebna do uszczelnienia (odkształcenia) była niezbyt wielka. Zawór taki, jakkolwiek zbudowany do pracy w położeniu całkowicie zamkniętym lub otwartym, może oczywiście służyć też do regulacji przepływu, gdy tego zachodzi potrzeba. Gdzie jednak występuje silne dławienie, zawór iglicowy jest stosowniejszy.

Zalety jednego i drugiego ma podobno łączyć zawór o uszczelnieniu tłoczkowo-stożkowym, jaki pojawił się niedawno w handlu (rys. 10). Tłoczek z pierścieni klingerytowych, będący właściwie odwróceniem dławika, uszczelnia pod wpływem siły we wrzecionie oraz pod wpływem ciśnienia gazu w kierunku strzałki. Nie zapewnia on bezwzględnej szczelności, lecz



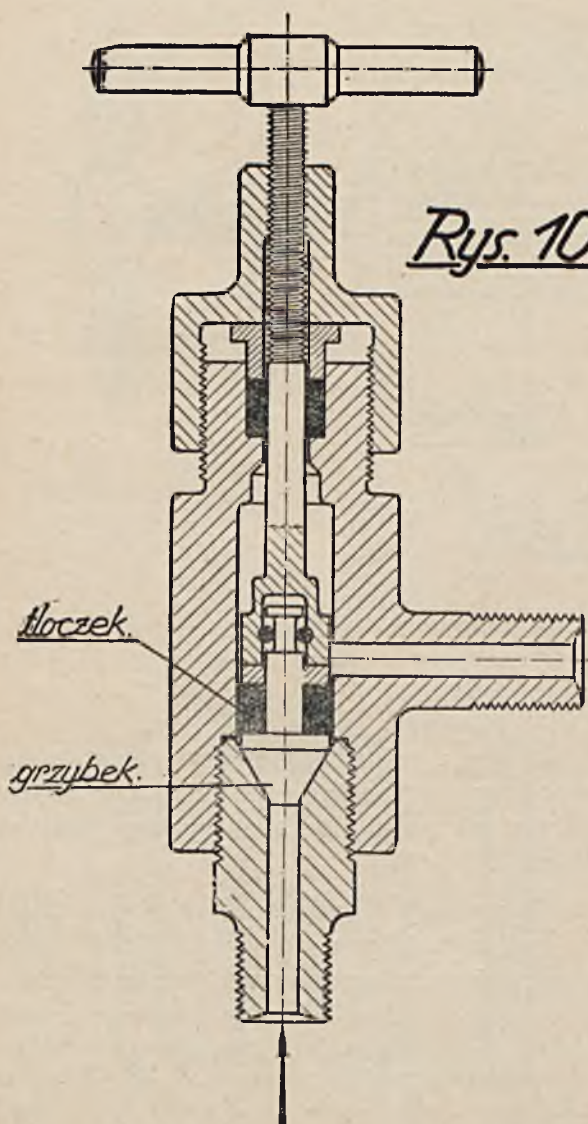
służy do silnego zdławienia przepływu. Zupełną szczelność osiąga się przez dociśnięcie grzybka do siedziska na stożek. Nawet w zastosowaniu do zamykania i otwierania rurociągów można liczyć na mniejsze zużycie grzybka przy takim podwójnym zamknięciu.

Na przewodach, prowadzących gorący gaz pod ciśnieniem, należy unikać zaworów przelotowych, gdyż mogą wystąpić trudności zarówno z dławikiem jak i z długim, delikatnym wrzecionem. Natomiast w pewnych wypadkach

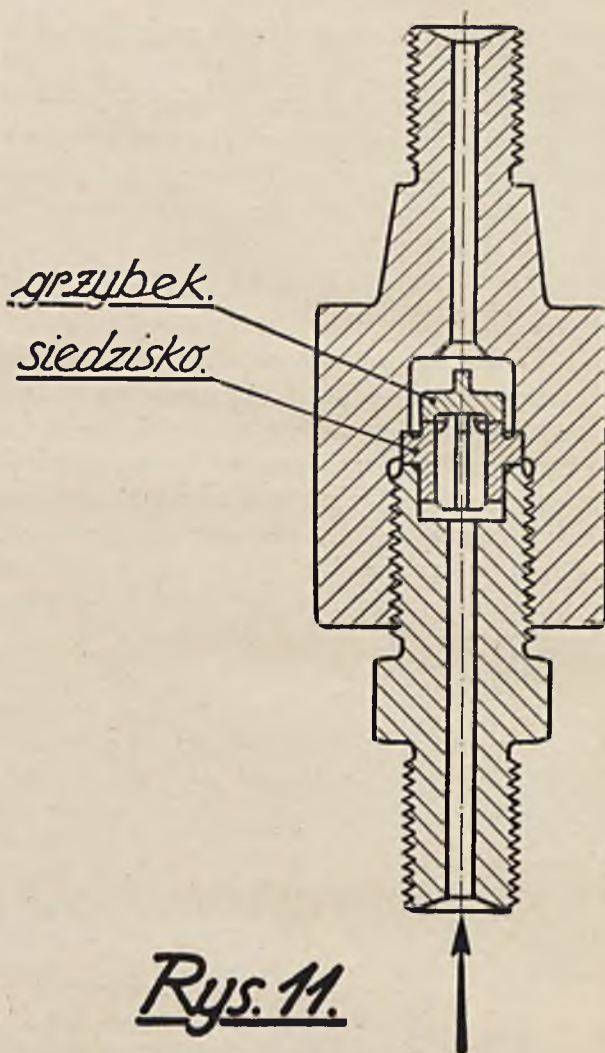
można tam z pełnym powodzeniem zastosować zawór zwrotny podług rys. 11. Konstrukcja jego jest tak prosta, że nie wymaga dalszych objaśnień.

Kompresory i pompy. Konstrukcja aparatury ogólnej byłaby w ten sposób dość jasno opisana. Z kolei pragnę przejść do kompresora gazu, który przeszedł pewną ewolucję zanim przybrał postać spotykaną obecnie w przemyśle syntetycznym. Wystarczy tylko wyobrazić sobie maszynę o mocy 1000 lub 2000 HP, sprężającą

gaz do 300, 700 lub 1000 atmosfer, od której już dziś oczekuje się, aby szła bez defektu jakie 3 tysiące godzin, w którym to czasie wykona ona około 20 milionów obrotów, aby nabrać przekonania o wysokich warunkach technicznych, jakim ona musi odpowiadać. Proces sprężania bywa często rozłożony na kilka maszyn, zależnie od sposobu oczyszczania gazu ze składników szkodliwych, któremu poddaje się gaz między poszczególnymi stopniami kompresji. Współpraca szeregową lub równoległą kilku kompresorów, jakoteż włączanie niezależnej aparatury pomiędzy ich poszczególne stopnie, wymaga bardzo szczegółowego rozpatrzenia wypadków, które mogą zajść w razie defektu w jednej z maszyn. Jako najpospolitsze uszkodzenia wypada wymienić niedomykanie lub pęknięcie jednego z zaworów. Czasem zachodzą i inne niedomagania, wymagające natychmiastowego odstawienia odnośnego kompresora. Zakłócenie warunków ruchu, szczególnie rozkładu ciśnień i temperatur, jest w takich wypadkach nieraz groźne dla pozostałych maszyn pracujących. Na wszelkie tego rodzaju wypadki



Rys. 10.



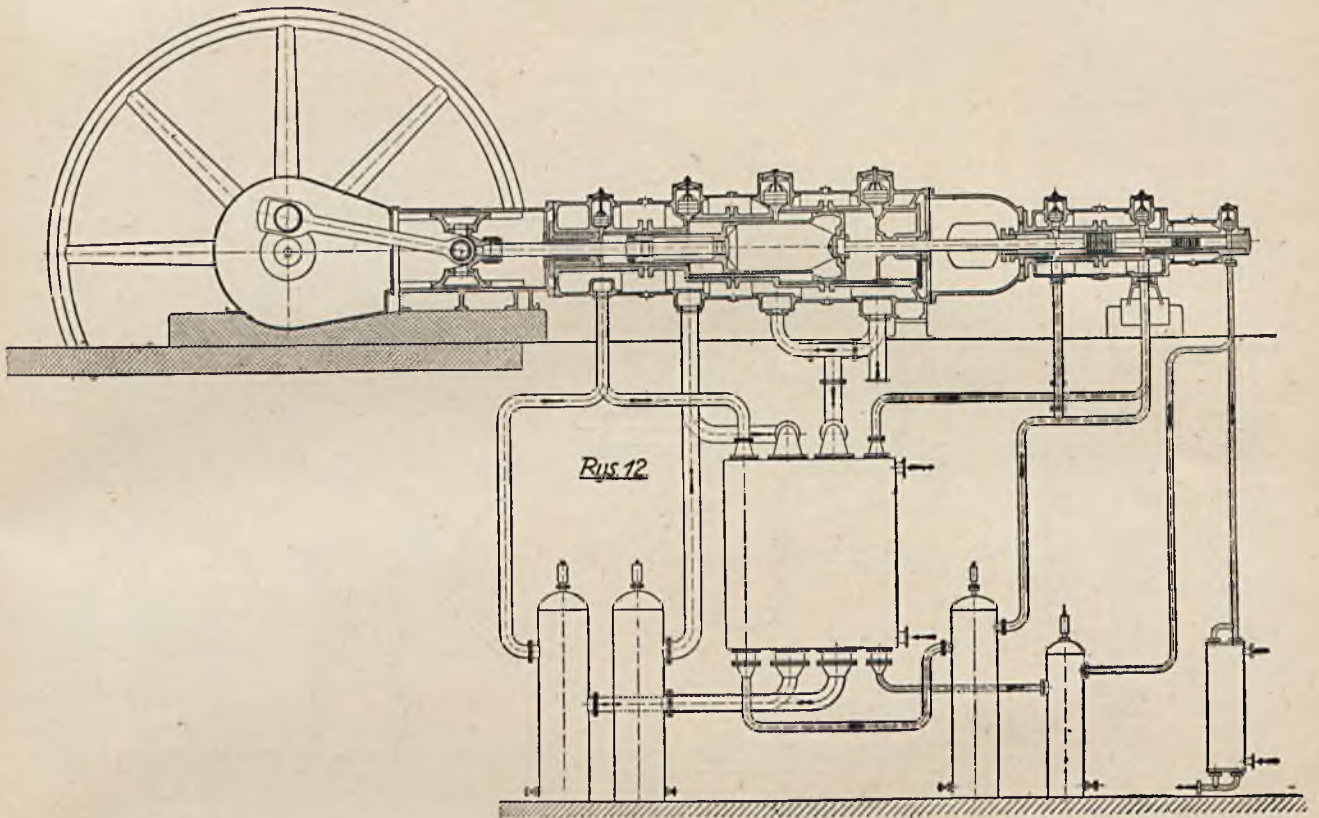
Rys. 11.

muszą być zgóry przewidziane odpowiednie urządzenia i zabezpieczenia.

Jak powiedziano, współczesne kompresory dla syntezy są to maszyny o mocy przeciętnie od 1000 do 2000 HP, wolnobieżne (100 do 150 obr./min.) o budowie leżącej. Do osiągnięcia ciśnienia 300 at stosuje się 5 lub 6 stopni, przy 1000 at — 7 stopni. Napęd bywa elektryczny przez silnik osadzony w miejsce koła zamachowego, lub parowy, o ile tylko istnieje zapotrzebowanie na parę niskoprężną. Regulacja ilości sprężonego gazu odbywa się w pierwszym wypadku zapomocą zmiennej przestrzeni szkodliwej w pierwszym stopniu kompresora oraz przez spuszczenie części gazu sprężonego do rury ssącej pierwszego stopnia, w drugim wypadku regulacja jest nadzwyczaj wygodna dzięki zmiennej szybkości maszyny parowej. Układ cylindrów dla poszczególnych stopni jest taki, aby o ile możliwości wypadła jaknajmniejsza ilość dławików, przez stosowanie tłoków różnicowych. Rolę dławika odgrywają tu pierścienie tłokowe, ale jeżeli różnica ciśnień w sąsiadujących cylindrach jest wielka, np. kiedy stopień 4 sąsiaduje z 1-szym, konieczne jest

odgrodenie cylindrów dwoma dławikami. Czasem wykorzystuje się taką lukę w serji cylindrów do umieszczenia osobnego wodzika, albowiem od doskonałego prowadzenia trzonów tłokowych zależy w wielkiej mierze dobra praca dławika, a ten jest narówni z zaworami słabym punktem kompresora.

Cylindry niższych stopni 1-go i czasem też 2-go są zazwyczaj dwustronnie działające, gdyż gaz ma w nich wielką objętość. Pozostałe cylindry sprężają jednostronnie. Każdy cylinder ma chłodzenie wodą, a wnętrze, przynajmniej na niższych stopniach, wyłożone tuleją żeliwną. Tłoki bywają osadzone na trzonie albo całkiem



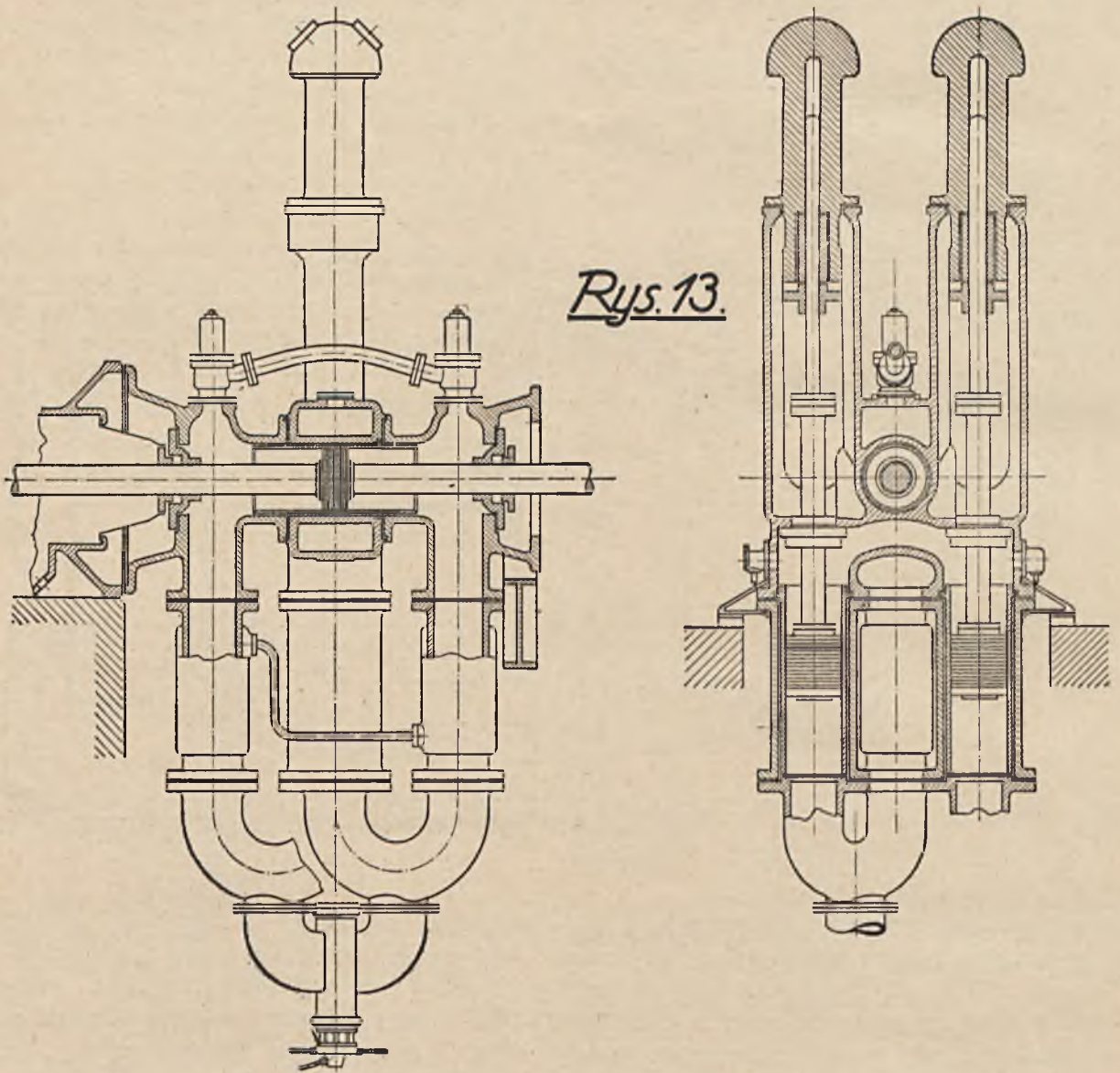
silnie, albo tylko szczelnie z dopuszczeniem pewnych drobnych ruchów niezależnych od trzona (Sulzer). Tłoki o dużych średnicach niekiedy tylko w dolnej części swego obwodu są całkiem okrągłe i leżą we wnętrzu cylindra, w górnej zaś części posiadają grę. Taka mała gra jest dla szczelności bez znaczenia, gdyż uszczelnienie jest zadaniem pierścieni tłokowych, a zato oparcie tłoka o cylinder jest lepsze. Zawory są prawie z reguły typu płytkowego, oczywiście samoczynne. Dławiki zawsze bywają metalowe, konstrukcję ich opiszę szczegółowo na końcu. Inne elementy konstrukcyjne, jak oparcie ramy o fundament, pozwalające na swobodne wydłużanie się jej i kurczenie, dalej system smarowania, chłodnice i separatory oraz zawory bezpieczeństwa posiadają budowę normalną (rys. 12).

Bardzo oryginalne jest rozwiązanie napędu stopni 6 i 7-go w kompresorach dla 1000 at ciśnienia ruchowego. Przez długi czas praca przy takim ciśnieniu napotykała na ogromne trudności i zachodziły niejednokrotnie poważne

wypadki, pociągające za sobą ofiary w ludziach. Stąd poszło przekonanie, że ciśnienie to jest dla celów przemysłowych nadmiernie wysokie. Zmiana tego poglądu datuje się od czasu zastosowania przez fabrykę Sulzera napędu hydraulicznego. Główną zaletą tego napędu jest elastyczność połączenia stopni wysokoprężnych z resztą maszyny. Gdy np. zajdzie wypadek zatarcia tłoka w cylindrze i siła w drągu tłokowym przekroczy dopuszczalne maksimum, to powstałe w konsekwencji nadmierne ciśnienie oleju w systemie hydraulicznym wyładowuje się przez zawór bezpieczeństwa i mechanizm zostaje unieruchomiony z uniknięciem niebezpiecznych uszkodzeń. Jest to poprostu zastosowanie prasy hydraulicznej do wytwarzania wysokich ciśnień, sposób najłatwiejszy i od bardzo dawna wypróbowany na skalę laboratoryjną. Rys. 13 przedstawia taki układ, złożony z pompy olejowej, której tłok siedzi na głównym trzonie kompresora, oraz z dwóch cylindrów gazowych o kształcie grzybów, w których pracują tłoki, poruszane przez

serwomotory znajdujące się bezpośrednio poniżej. Czasem spotyka się też osobną maszynę, zawierającą tylko 6 i 7 stopień, która służy jako rezerwa dla 7-o stopniowego kompresora.

Pompy cyrkulacyjne. Odmianą kompresora gazu jest pompa cyrkulacyjna, mająca za zadanie sprężyć gaz np. z 290 na 310 at, lub w podobnie niskich granicach przy innym ciśnieniu. Służy



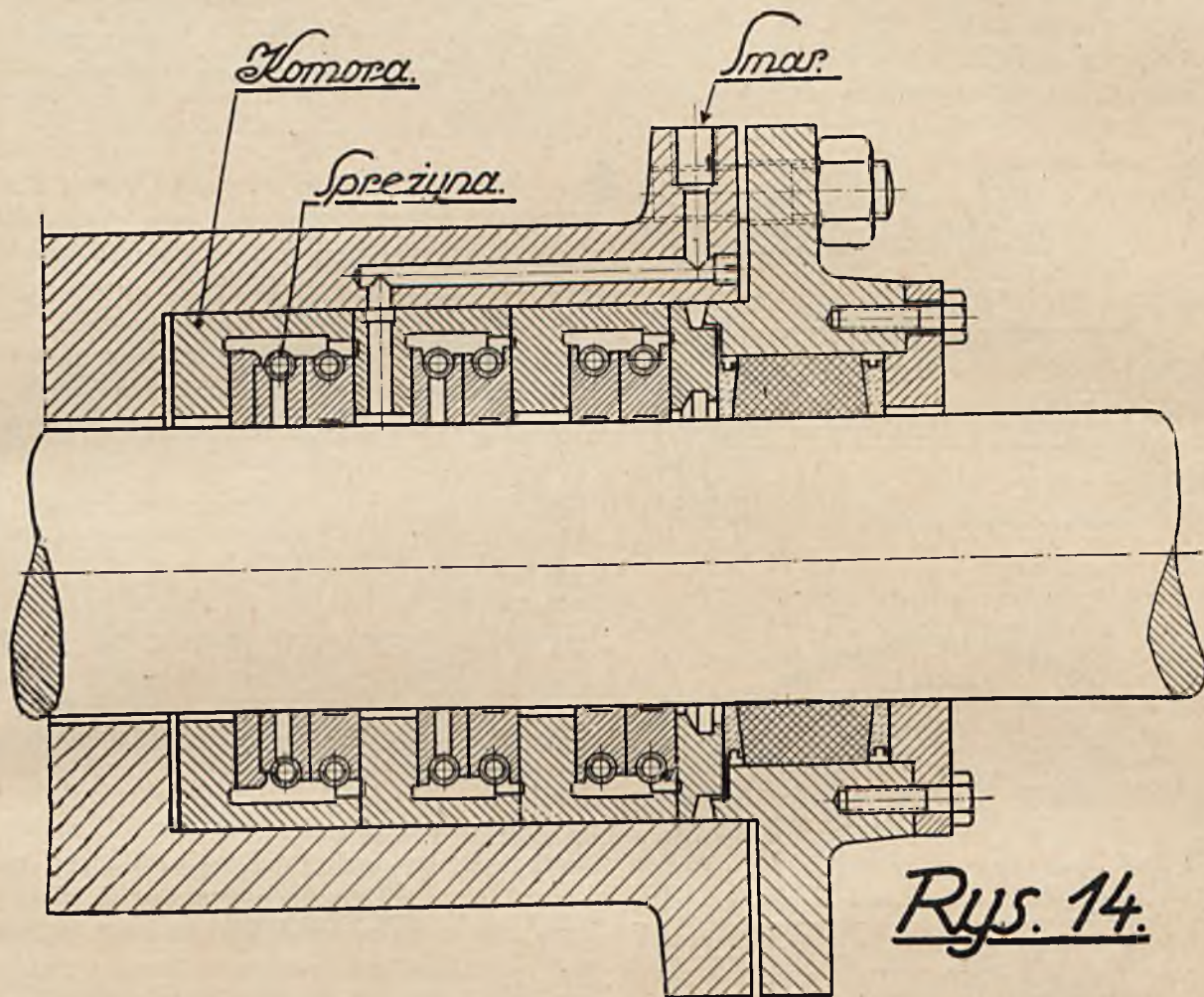
ona do utrzymania i do regulacji szybkości krążenia gazu w systemie syntezy. Ponieważ warunki ruchu wymagają z reguły dokładnej regulacji tej cyrkulacji, a zatem najwygodniej jest, jeżeli silnik napędowy pozwala na zmianę szybkości biegu w szerokich granicach. Osiąga się to przez napęd prądem stałym lub silnikiem komutatorowym prądu zmiennego, lub też przez połączenie pompy z maszyną parową. Ilość gazu cyrkulującego w syntezie jest zazwyczaj wielokrotnie większa od ilości uzupełnianej przez kompresor i dlatego cylinder pompy cyrkulacyjnej jest większy niż np. cylinder wysoko-
prężny kompresora. Duża objętość skokowa, przy równoczesnej konieczności uszczelnienia trzona tłokowego na pełną różnicę ciśnień mię-

dzy systemem syntezy a otaczającym powietrzem, wysuwa na pierwszy plan sprawę odpowiedniego dławika. Celem zmniejszenia sił w korbowodzie buduje się pompy cyrkulacyjne z reguły dwustronnie działające. Osiąga się przez to przede wszystkim odciążenie ramy i zmniejszenie średnicy trzona tłokowego, od której zależy trudność uszczelnienia, gdyż przy grubym trzonie siły wywierane na szczelisko są większe, a także większy jest obwód, na którym jest prawdopodobne „dmuchanie“.

Dławiki. Wysoki dzisiaj stopień doskonałości kompresorów i pomp na wysokie ciśnienie zawdzięcza się w znacznej mierze postępowi w budowie dławików, wyrabianych przez

szereg fabryk specjalnych. Dławiki ze szczelivem miękkim, stosuje się głównie przy pompach na ciecz. Nie różnią się one zbyt od wykonania normalnego, muszą jedynie posiadać minimalne luzy, zapobiegające wciskaniu się w nie szczeliwa, oraz hartowany i szlifowany nurnik, względnie trzon tłokowy. Jako szczeliwa używa się w takim wypadku najlep-

szej bawełny, plecionej w sznur o przekroju kwadratowym, przesyconej łojem i grafitem, lub t. zw. szczeliwa metalowego miękkiego, samosmarującego. Kardynalnym warunkiem trwałości wszelkich dławików zarówno miękkich, jak pierścieniowych metalowych, jest doskonałe prowadzenie trzona tłokowego, polegające na dopuszczeniu tylko bardzo nieznacznych luzów



Rys. 14.

w wodziku. Wszelkie ruchy poprzeczne trzona powodują w najkrótszym czasie nieszczelności. Prowadzenie jednak powinno być rozwiązane przez stosowne urządzenia, dostępne i dobrze smarowane, a nie przez sam dławik, który jest najdelikatniejszą częścią maszyny.

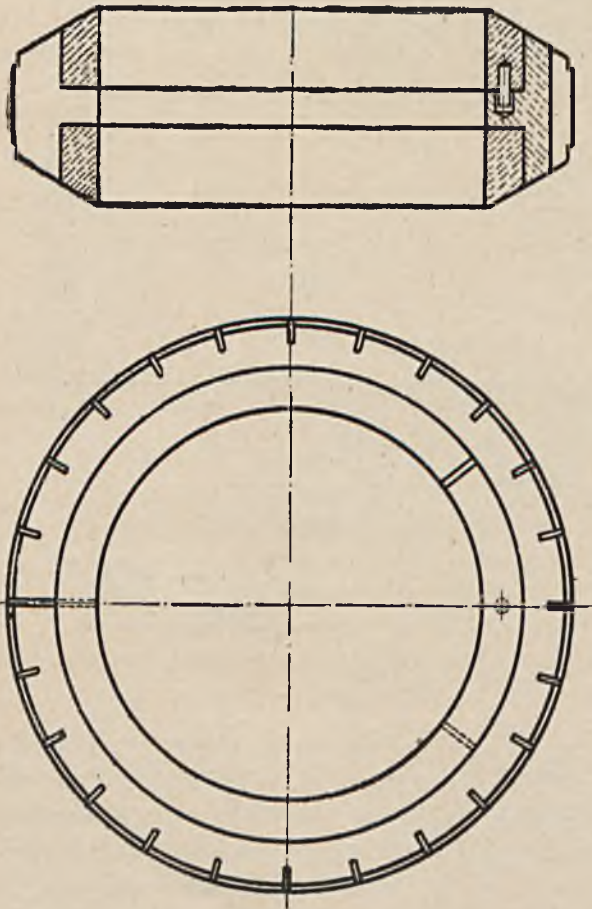
O ile ciecz nie niesie części stałych, to pompy pracują z dławikami miękkimi całkiem dobrze, jednak do uszczelnienia na gaz są te dławiki mało przydatne, ponieważ po pierwsze nie mają należytego chłodzenia, po drugie wymagania co do szczelności i trwałości są tu znacznie większe. Tym warunkom dławik bawełniany nie sprostą i trzeba się uciec do dławika metalowego, sprężystego, którego pierwowzorem jest pierścień tłokowy. Wyobraźmy sobie pierścień rozcięty, obejmujący trzon tł-

kowy i wywierający nań docisk promieniowy dzięki swej sprężystości. Posiada on dwie powierzchnie walcowe, wewnętrzną i zewnętrzną oraz dwie powierzchnie płaskie. Uszczelnienie odbywa się na jednej powierzchni płaskiej, na której — to zależy od konstrukcji, oraz na wewnętrznej powierzchni walcowej. Ciśnienie gazu powoduje jeszcze dodatkowy docisk między pierścieniem a trzonem, a zarazem wywiera siłę osiową na pierścień. Niezależnie od tego siła osiowa, wynikająca z tarcia między pierścieniami a trzonem, występuje jako wynik jego ruchów. Sposób dzielenia pierścienia musi być taki, aby uniknąć zbyt dużej szczeliny, przez którą gaz mógł „dmuchać“. Mimo tego pierścień taki będzie przepuszczał pewną ilość gazu, zależnie od różnicy ciśnień i dokładności przyle-

gania. Jeżeli zatem różnica ciśnień jest wielka, należy ją podzielić odpowiednio przez zastosowanie większej ilości pierścieni. Chodzi jednak o to, aby różnica ciśnień na każdym pierścieniu była możliwie jednakowa, gdyż wtedy osiągniemy największą szczelność i najmniejsze zużycie pierścieni. Doprowadzenie do takiego korzystnego układu warunków jest możliwe tylko wtedy, kiedy pierścienie pracują w małych niezależnych grupach, a cały dławik składa się z szeregu dławików mniejszych. Gdybyśmy bowiem nasunęli na trzon tłokowy szereg pierścieni jeden

W obrębie danej komory pierścienie są zupełnie niezależne od całości dławika, mają one na celu przeciwstawienie się spadkowi ciśnienia, przypadającemu na tę komorę. Ta różnica ciśnień przyciska je też do trzona, co daje siły znacznie mniejsze i pozwala na pierścień elastyczniejszy, niż gdyby przyciskanie pochodziło od pełnego ciśnienia ruchowego. Taka koncepcja jest zupełnie przejrzysta i na niej opierają się te systemy, które miałem możność ocenić w praktyce jako udatę, choć nie chciałbym twierdzić, że inne rozwiązanie jest wogóle niemożliwe.

Rys. 15.



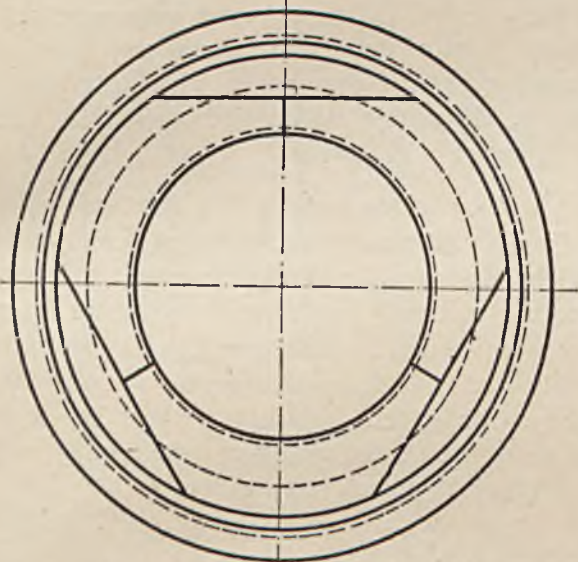
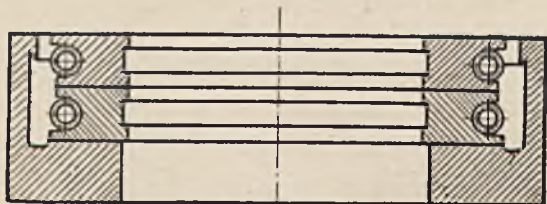
obok drugiego i zamknęli je w dławicy, to mała ich część brałaby na siebie dużą część spadku ciśnienia, co oczywiście powiększałoby zużycie i psuło szczelność. Podobnie jak robi się szereg rowków w tłoku do umieszczenia pierścieni tłokowych, tak że siły osiowe nie przenoszą się z jednego na drugi, tak też w dławiku metalowym małe grupy pierścieni (najczęściej po dwa lub trzy) zamyka się w nieelastycznych komorach. Szereg takich komór, złożonych razem i ściśniętych, stanowi całość dławika (rys. 14).

Rys. 14 przedstawia system Proell'a stosowany do 50 at, polegający na umieszczeniu w komorach pierścieni sześciokrotnych (rys. 16), których segmenty przyciskają do trzona sprężyny spiralne, ułożone na ich obwodach. Dopasowanie komór w kierunku osiowym musi być bardzo staranne, gdyż z jednej strony pierścienie nie powinny być ściśnięte o siebie, a z drugiej strony nie mogą być całkiem luźne, gdyż suwałyby się razem z trzonem. Ze względu na uszczelnienie na powierzchni płaskiej pierścienia, jak zaznaczono poprzednio, potrzebna jest siła osiowa. W tym wykonaniu niema urządzenia do jej wywarcia czy nadania kierunku, sytuacja jest tu więc taka sama, jak przy uszczelnieniu tłoka pierścieniami. Wykonanie to pozwala na zakładanie i wyjmowanie pierścieni na trzonie tłokowym.

W konstrukcji dławików firmy Elementenwerk-Kranz w Ludwigshafen, używanych przy najwyższych ciśnieniach pierścienie nie są dzielone, lecz rozcięte i sprężyste, jak pierścienie tłokowe rys. 15. Powierzchnie stożkowe tych pierścieni powodują zamianę częściową siły osiowej na nacisk promieniowy. Do wywarcia siły osiowej w kierunku tym samym jak ciśnienie gazów, służy po kilkanaście sprężynek spiralnych w każdej komorze. Styki między komorami, jak i styk między komorą wewnętrzną a korpusem cylindra, muszą być szczelne, aby gaz nie mógł omijać dławika. Otwory do smarowania i kanały powinny być oddzielne dla każdego punktu doprowadzenia oleju i muszą być połączone z niezależnymi pompkami, w przeciwnym bowiem razie kanały stanowiłyby połączenie między punktami o różnych ciśnieniach, i punkt o ciśnieniu wyższym nie otrzymywałby wogóle smaru. Trudno jest ocenić, w jakim stopniu olej, który służy przede wszystkim do zmniejszenia tarcia, dopomaga też do polepszenia szczelności, ale można się spodziewać dość wydatnego efektu w tym kierunku przy smarowaniu

odpowiednio intensywnym. Na tem zjawisku opiera się jedna z konstrukcyj Sulzera, gdzie dławik jest zupełnie zatopiony olejem, tworzącym w ten sposób poduszkę między gazem w cylindrze a atmosferą zewnętrzną. Ten dławik metalowy nie daje się doszczelnić przez

jak wodór, czy przez własności trujące, jak tlenek węgla, dławik powinien posiadać odwieńtrzenie. Na rys. 14 widzimy cztery komory chwytające ciśnienie ruchowe. Oprócz dławika głównego konstrukcja ta posiada dławik ochronny, którego celem jest wytworzenie przestrzeni odgrudzonej od atmosfery, a odwieńtrzonej w bezpieczne miejsce (do rurociągu ssącego lub na dach).



Rys. 16.

dociąganie. O ile śruby niosą na tyle silnie, że gaz nie ma możliwości uciekać między komorami lub omijać dławik, to pozostałe zadanie muszą wypełnić pierścienie, dostępne tylko po rozmontowaniu.

Jeżeli gaz sprężany jest dla otoczenia niebezpieczny, czyto przez swą wybuchowość,

Zakończenie.

W tym opisie instalacji wysokociśnieniowych starałem się ograniczyć tylko do rzeczy, mogących interesować ogół mechaników. Mimo obecnej niechęci do inwestowania w przemyśle, postęp w tej dziedzinie jest nadal tak szybki, że z pewnością na niejednym punkcie artykuł ten nie podaje rzeczy najnowszych i być może, niejednen pogląd tu przedstawiony jest już dziś przestarzały. Przedstawianie istotnie najnowocześniejszych urządzeń wysokociśnieniowych jest utrudnione tem, że między ogółem fabryk syntetycznych niema współpracy, a nawet ze względów konkurencyjnych zazdrośnie przestrzega się tajemnic.

Przemysł syntez wysokociśnieniowych pracuje z ogromnymi kosztami stałymi, t. zn. że wartość instalacji w porównaniu z wartością surowców i wydatkami na robociznę jest znaczna. Dlatego potaniecie aparatury jest głównym dążeniem konstruktora, a drogą do tego celu wiodącą jest budowanie jednostek możliwie wielkich. Ta krótka charakterystyka wystarczy do zrozumienia, że dalsza rozbudowa tego przemysłu przez kapitały prywatne jest możliwa tylko w czasach wyjątkowej pomyślności gospodarczej. Niemniej, jestem przekonany, że niech tylko pojawi się trwalsza możliwość rentownego produktowania, natychmiast szereg nowych procesów wyjdzie z laboratoriów na światło dzienne. Sposobność do skorzystania będzie miał ten, kto już teraz sprawę należycie przygotowuje i w decydującym momencie bez niespodzianek dla siebie rozpocznie fabrykację.

Aparaty do mierzenia przepływów cieczy i gazów.

Kazimierz F. Heller — inż. mech. i inż. elektr., Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych.

Dalszy ciąg.

Zanim przejdziemy do omawiania konstrukcji instrumentów, służących do wskazywania (wzgl. rejestrowania), a zazwyczaj i do pierwiastkowania różnicy ciśnienia h , wywołanej elementem spiętrzającym, należy zwrócić uwagę na następujące punkty. Przedewszystkiem instrumenty powinny być tak dymensjonowane, aby wskazania ich przy normalnych przepływach leżały, o ile możliwości, na przestrzeni między $1/2$ i $2/3$ podziałki. Następnie nie należy używać do kryz i dysz regulatora strumienia, który, zwiększając prędkość skutkiem zmniejszenia przekroju, przynosi często więcej szkody niż pożytku, chyba że byłby odpowiednio długi ($2 \cdot \varnothing$ rury minimalnie) i zabudowany dość daleko (kilkanaście \varnothing) od kryzy (dyszy). Natomiast może być potrzebnem użycie go w kanałach do pomiarów rurką Pito'a, gdzie ruch gazu bywa czasem bardzo burzliwy.

Oznaczmy przez x wysokość uchylenia słupka cieczy, mierzącej różnicę ciśnienia h . Oczywiście x jest wprost proporcjonalne do h . Przez dx oznaczamy bezwzględny tj. w mm mierzony błąd nastawiania się tego słupka; $\frac{dx}{x}$ będzie t. zw. błędem względnym. Przepływ mierzony w m^3/sek . oznaczmy np. przez V . Wówczas mamy: $h = c_1 \cdot V^2$, $x = c_2 \cdot h$, więc $x = c_1 \cdot c_2 \cdot V^2 = c \cdot V^2$, gdzie c_1 , c_2 i c są wyrazami stałymi. Różniczkując ostatnie równanie otrzymamy: $dx = c \cdot 2 V \cdot dV$. Przez podzielenie otrzymamy:

$$\frac{dx}{x} = 2 \frac{dV}{V}$$

dalej wyraz:

$$\frac{dx/dV}{x} = \frac{2}{V};$$

jest to t. zw. niedokładność względna, wyrażająca stosunek zmiany wskazania (dx) do zmiany wielkości mierzonej (dV) na całej długości skali (x). Otóż ta niedokładność w okolicy zera, tj. dla przepływów bardzo małych zbliżających się do zera, zbliża się, jak widzimy, do nieskończoności (bo V jest w mianowniku). Oczywiście, milcząco założyliśmy, że dokładność odczytania jest na całej skali jednakowa, co np. przy rurce U zachodzi. Jest więc faktem fizycznie uzasadnionym, że wszystkie przepływomierze różnicowe mają dokładność w okolicy zera

bardzo małą (niedokładność nieskończenie dużą) — nie nadają się więc do pomiaru przepływów znacznie mniejszych od normalnych. W praktyce fabrycznej okoliczność ta jest zazwyczaj bez znaczenia, bo zużycie wzgl. produkcja medjum wówczas jest tak mała, że w kalkulacji i tak nic się nie zmieni; natomiast ma to znaczenie przy pomiarach np. wody sprzedawanej wielkim ilościom małych odbiorców, gdzie niemierzone nieszczelności kurków u nich wszystkich razem wzięte, dają w rezultacie duże ilości niezapłaconej wody. Dlatego przepływomierze różnicowe bardzo dobre dla przemysłu, który też został przez nie ostatnio w zupełności opanowany, nie nadają się do sieci miejskich wodociągowych i gazowych.

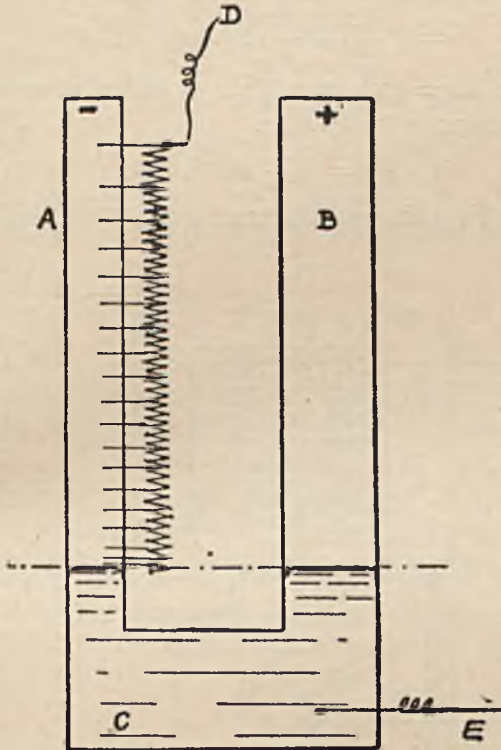
Z uwagi na kwadratową zależność różnicy ciśnienia od przepływu, głównym celem wszystkich konstrukcji przepływomierzy różnicowych będzie automatyczne pierwiastkowanie tej różnicy w samym instrumencie, tak aby wskazania były już wprost proporcjonalne do przepływających objętości. Wówczas wykres da się planimetrować a z mechanizmem wskazującym można połączyć ewentualnie i liczący.

(a) Oczywiście zwykła rurka U napełniona cieczą nie pierwiastkuje różnicy ciśnienia. Opis jej znajdziemy w numerze 5 „Technika“ z bieżącego roku. Przy pomiarach wody i pary, przy której rurki wiodące od kryzy mierniczej napełniają się kondensatem, pamiętać należy o tem, że w rurce U działa nie ciężar słupa rtęci, lecz różnica między ciężarem właściwej rtęci i wody, a więc tak jakby ciężar właściwy cieczy w rurce wynosił $13,6 - 1,0 = 12,6$ kg/litr. Przed kupnem przepływomierza dobrze jest zrobić sobie i założyć prostej konstrukcji kryzę próbną i przeprowadzić pomiar orientacyjny rurką U .

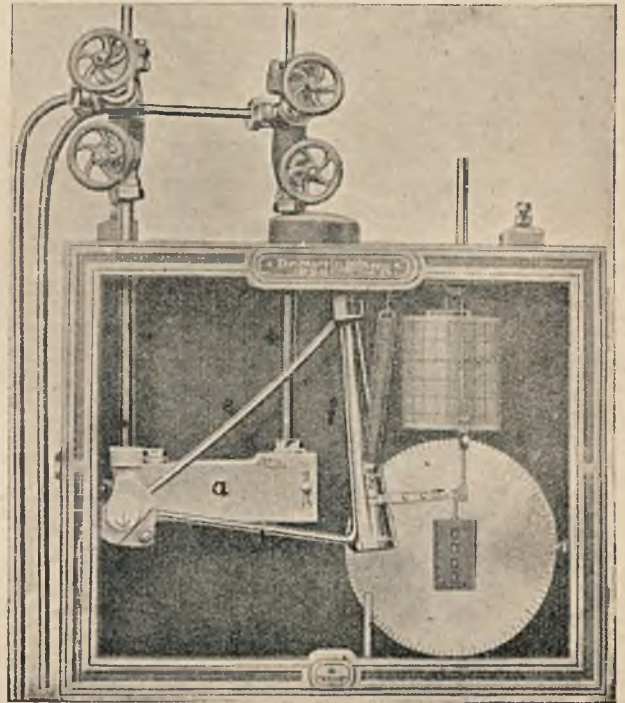
(b) Przepływomierz *Hallwachsa* (rys. 20) jest zwyczajną rurką U , której ramię o ciśnieniu mniejszem (t. zw. minusowe, w odróżnieniu od plusowego o większem ciśnieniu), ma wlutowany w szklaną ścianę szereg drucików (kontaktów) platynowych, połączonych ze sobą oporami R odpowiedniej wielkości (stałej na jednostkę wysokości rurki). Odległości kontaktów od siebie są tak dobrane, że prąd przepływający (przy stałym napięciu) jest proporcjonalny do pierwiastków z wysokości słupa rtęci, dotykającego danego drucika. Nad rtęcią, ze względu na

utrzymanie jej czystości i uniknięcie ewent. elektrolizy wody, znajduje się olej. Utrzymanie stałego napięcia dla prądu tak stałego, jakiego potrzeba do celów mierniczych, dawniej trudne i wymagające ciągłego doregulowywania, dziś jest zadaniem rozwiązaniem ze znaczną dokładnością, dającą się utrzymać nawet na wysokości $\frac{1}{10}\%$.

wśród szczęśliwych rywali. W żelaznej komorze *a*, połączonej z przewodem plusowym, znajduje się prawie do połowy rtęć (Hg) i kondensat (H₂O). Rtęć wypełnia również i obracalną dookoła osi *h—h* rurkę *d*, wtopioną u spodu naczynia *f*, które rtęć też jeszcze częściowo wypełnia. Jednym ze słabych punktów tego



Rys. 20. Przepływomierz Hallwacha.

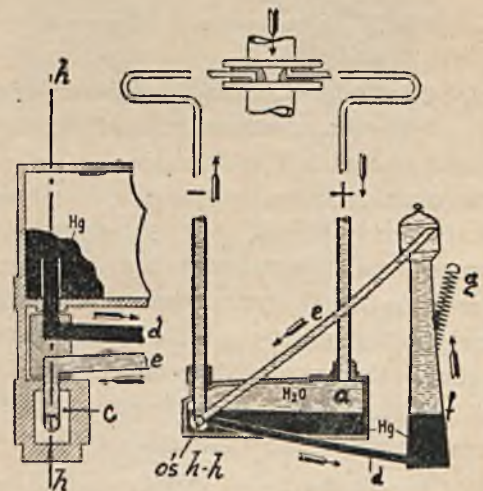


Wadą natomiast u Hallwacha jest dość znaczny brak ciągłości. Np. pierwszy kontakt jest o 2 mm ponad właściwym zerem. Następnie skala wygląda jak następuje:

Kontakt Nr.	1	2	3	4	5	...	36
Odległość od zera =	2	5,9	8,5	11,7	13,3	...	406,7 mm
Różnica ciśnienia =	25,6	75,5	108	150	170	...	5210 mm sł. w.

Aparat Hallwacha badany w laboratorium miał $\pm 3\%$ dokładności i przy max. 0,52 at różnicy ciśnienia rozpoczynał liczyć przy 7% maksimum skali, co równa się 14 do 21% przepływu normalnego. Zatrzymałem się na temi przepływomierzami nieco dłużej ze względu na ciekawą ich konstrukcję, mimo że dziś należą już one do przestarzałych, głównie ze względu na niedokładność i wysoką różnicę ciśnienia.

(c) Rysunek 21 a i b uwidacznia nam zasadę pierwszych bodaj dobrze funkcjonujących przepływomierzy różnicowych, nadających się do pomiaru pary. Są to *paromierze Gehre'go*. Dziś wyszły one już z użycia, pobite zupełnie konstrukcjami nowymi, niemniej jednak nie jeden z nich może być jeszcze w ruchu, no i zawsze jeszcze należy się temu seniorowi miejsce poczesne



Rys. 21 a, b. Przepływomierz Gehrego.

przepływomierza jest właśnie ta obracalność rurek *d* & *e*, ze względu na trudności uszczelnienia i duże tarcie. Gehre obszedł tę trudność zapomocą manszetów gumowych, przymocowanych do rurki i do osłony, i dających lekko się skręcać. Przewód minusowy jest ze swej strony doprowadzony do małej komory *c*, w której tkwi, obracalna dookoła tej samej osi *h—h* rurka *e*, wypełniona kondensatem, jak i cała

reszta aparatu. Dzięki tej konstrukcji trójkąt utworzony z rurek d i c oraz naczynia f , przytrzymawanego sprężynami g , obracać się może około osi $h-h$. Jeżeli ciśnienie w przewodzie $+a$ więc i w komorze „a” wzrośnie względem ciśnienia w przewodzie „-”, wówczas część rtęci przepłynie z „a” przez d do f , wyrównując różnicę ciśnienia zmianą różnicy H swych poziomów. Tym sposobem jednak wzrośnie ciężar rtęci w naczyniu f , skutkiem czego sprężyny g wydłużą się pod nim i trójkąt naczyń obróci

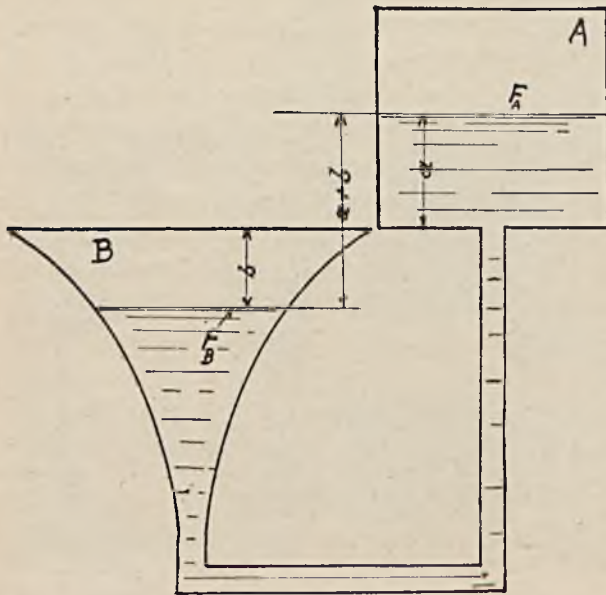
już w założeniu niedokładność w okolicy zera wyjątkowo dużą, większą jeszcze od innych. Pochodzi to stąd, że do przyczyn ogólnych poprzednio omówionych dołącza się następująca specyficzna (p. rys. 22): Chcąc otrzymać ruch zwierciadła rtęci w naczyniu A proporcjonalny do pierwiastka różnicy ciśnień, a ta wynosi $(a+b)$ mm rtęci, musimy założyć

$$a = K \cdot \sqrt{a+b} \dots \dots (1)$$

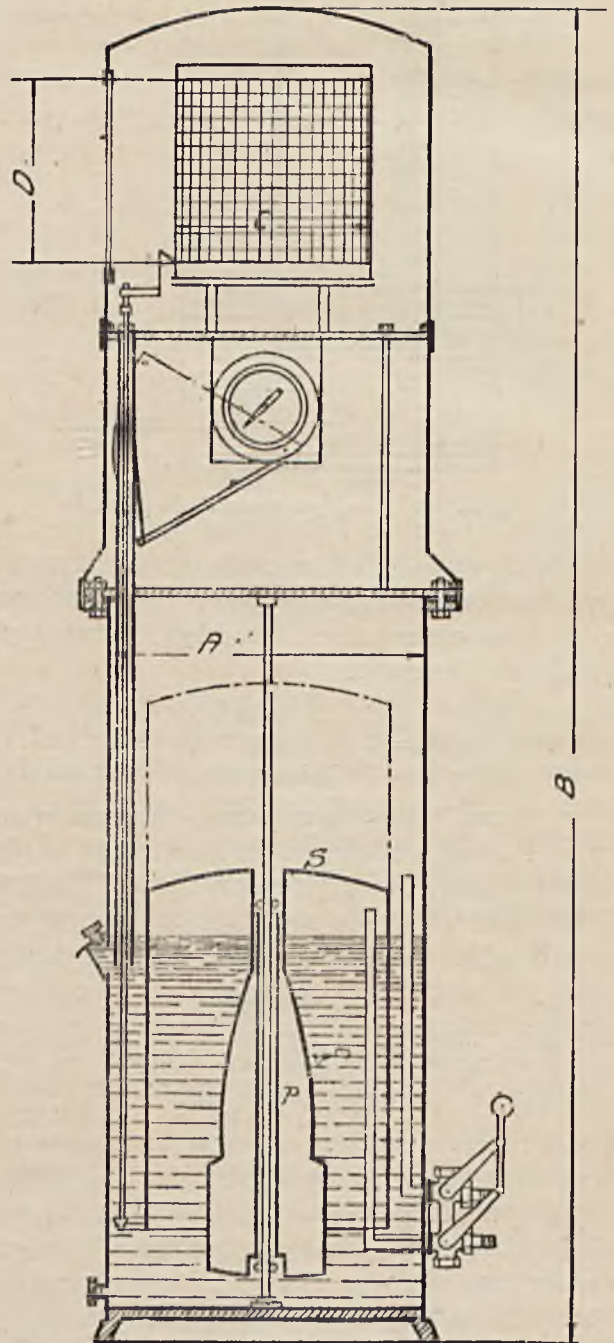
gdzie K = pewna stała. Ponadto musi być według praw hydrauliki:

$$F_A \cdot da = F_B \cdot db \dots \dots (2)$$

gdzie F_A i F_B są powierzchniami odpowiednich



Rys. 22. Pierwiastkowanie Siemens.



Rys. 23. Przepływomierz z pływakiem parabol.

się razem z odpowiednią wskazówką dookoła osi $h-h$. Przez odpowiedni dobór sprężyn i kształtu naczynia f osiąga się to, że wychylenia wskazówki są proporcjonalne do pierwiastka z różnicy ciśnień, a więc są proporcjonalne do przepływu. Instrument ten odznacza się dość znaczną siłą (1 kg przy maksymalnej różnicy ciśnienia 800 mm sł. wody). Konstrukcja jego jest jednak zbyt skomplikowaną, ciężką i kosztowną. Wskazania jego są pewne dopiero od $\frac{1}{6}$ części normalnego przepływu (16%).

(d) Firma Siemens i Halske oraz angielska W. H. Bailey & Co Ltd. Albion Works, Salford 5, Lancs rozwiązuje zagadnienie omawiane w sposób lepszy, omówiony w artykule p. inż. Olczakowskiego. Przepływomierze te starszego typu miały większą ilość zębów na magnesach, przez co zdarzały się przy nagłych zmianach przepływu, przeskoczenia jarzma o jeden lub parę zębów i stąd oczywiście bardzo wielkie błędy. Dziś wada ta ma być zupełnie już usunięta. System pierwiastkowania, zastosowany w przyrządach omawianych w tej chwili, ma

zwierciadeł (= przekrojom naczyń). Z równania (1) otrzymamy:

$$db = k \frac{(da + db)}{2 \cdot \sqrt{a+b}} = \frac{K \cdot db}{2 \cdot \sqrt{a+b} - K}$$

Wstawiając ostatni wyraz w równanie (2), otrzymamy:

$$F_B = F_A \cdot \frac{K}{2 \cdot \sqrt{a+b} - K}$$

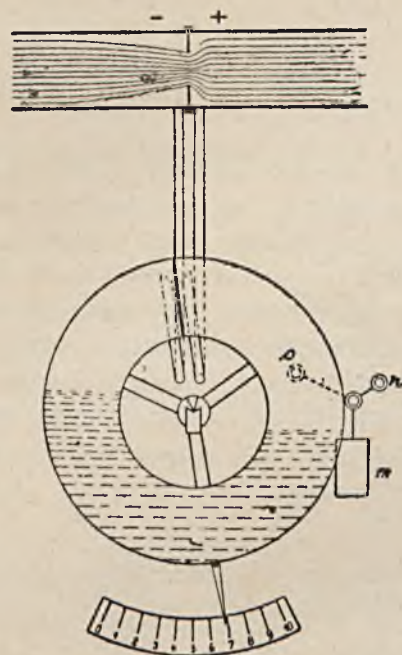
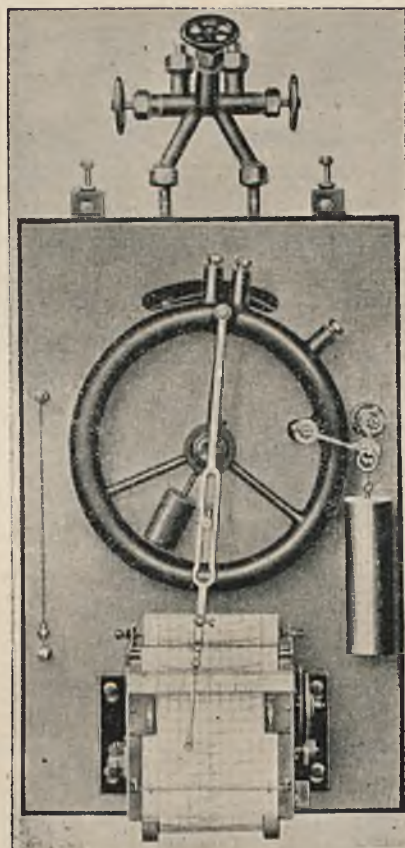
A więc dla $2 \cdot \sqrt{a+b} = K$, czyli dla $(a+b) = \frac{1}{4} \cdot K^2$ musiałyby być F_B nieskończenie wielkie, zaś dla $(a+b) = 0$, znowu $F_B = -F_A$. W rezultacie widzimy, że pierwiastkowanie od zera do

$$(a+b) = \frac{1}{4} K^2$$

jest na tej drodze wręcz niemożliwe. Instrumenty te mają też skalę proporcjonalną do przepływów dopiero od ok. $\frac{1}{5}$ swej części. Dokładność ich w tej części skali wynosi ok. ± 2 do 3% w średnich warunkach. Pomimo więc zastosowania sprzęgła magnetycznego i wogóle bardzo starannego wykonania, uważać należy system naczyń paraboloidalnego za nieco gorszy od systemu np. Zelenki lub wagi pierścieniowej.

(c) *Przepływomierz z pływką paraboloidalnym*, napełniany zwykle olejem nie rtęcią i stosowany do pomiaru małych różnic ciśnienia (np. 50 i 100 mm sł. wody) przedstawia rys. 23. Większe ciśnienie doprowadza się rurką pod dzwon S , który wznosząc się ku górze podnosi pływak paraboloidalny P ; ciężar tego ostatniego wzrasta zatem przy wynurzaniu się, tak że podnoszenie się dzwona jest wprost proporcjonalne do pierwiastka z różnicy ciśnień. Piórko umocowane na drążku przymocowanym do dzwona służy do rejestracji na bębnie, na którym nawinięto papier, i zarazem jako wskazówka, widoczna przez szczelne okno zwykle celuloidowe. Całe wnętrze aparatu napełnione jest gazem mierzonym i stoi pod ciśnieniem panującym w rurociągu. Instrumenty te służyć więc mogą jedynie jako gazomierze do gazów o małym ciśnieniu (poniżej 1 at). Poza to, chcąc otrzymać dostateczną dokładność i dostateczne do rejestracji siły, musi się nadawać przyrządom tym stosunkowo znaczne wymiary (np. ok. 1 m wysokości i ok. 300 mm średnicy). Zważywszy zatem, że waga pierścieniowa opanowuje łatwo jeszcze mniejsze maksymalne różnice ciśnień, możnaby przyrządy te spokojnie usunąć z rynku, na którym trzyma je jeszcze autorytet pewnych firm i niższa cena.

(f) *Przepływomierze różnicowe oparte na zasadzie wagi pierścieniowej* omówione zostały w wymienionym poprzednio artykule w numerze 5. „Technika“ b. r. Do tego artykułu dodam jeszcze opis pierwiastkowania, zastosowany w nowej konstrukcji Paul de Bruyn'a (firma ta zwie się krótko Debros, p. rys. 24 a i b). Waga pierścieniowa przy swym obrocie w lewo podnosi ciężarek m zawieszony na dwóch dźwig-



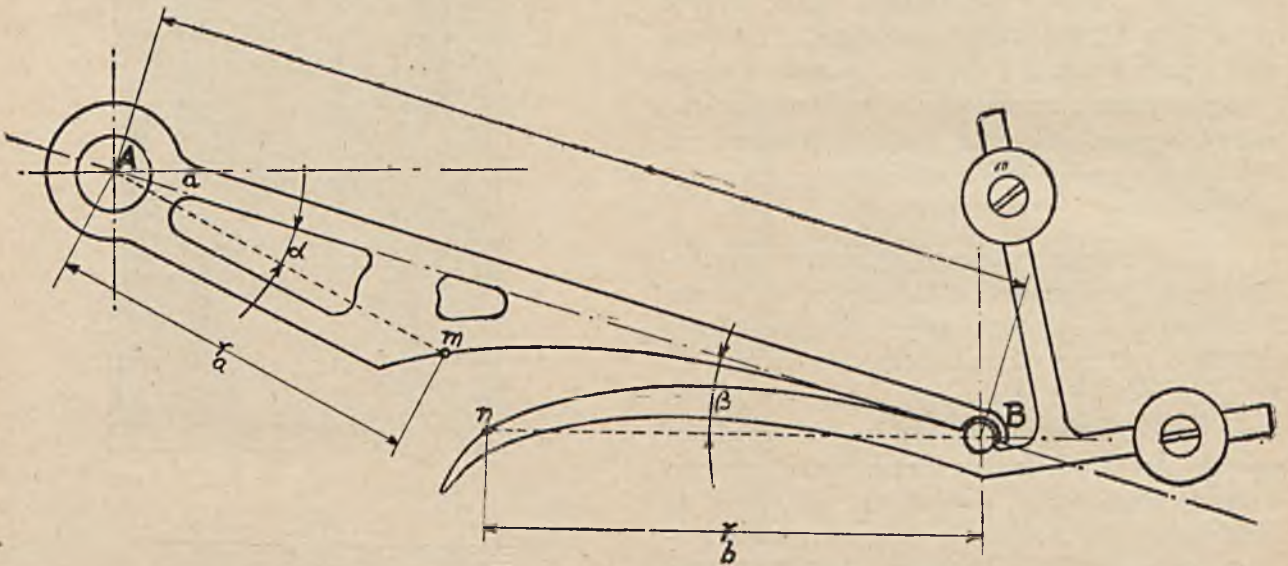
Rys. 24 a, b. Przepływomierz Debros.

niach, z których jedna o zaczepiona jest obrotowo na wadze, a druga również obrotowo w nieruchomym punkcie n . W rezultacie siła, przeciwdziałająca ruchowi wagi w lewo, wzrasta z kwadratem obrotu tej wagi — o co właśnie chodziło. To wykonanie jest ze względu na swą wyjątkową prostotę lepszym nawet od konstrukcji firmy Hartmann & Braun.

Wagi pierścieniowe są dziś typem należącem do najlepszych. Można budować je nawet dla bardzo małych różnic ciśnienia, jak np. 7 mm sł. wody max. Dokładność ich wynosi przy spokojnych przepływach ok. 1,5 do 2%, ewentualnie dochodząc do 1%. Ze względu na duże masy ruchome muszą one jednak posiadać silne tłumienie (wąskie rurki doprowadzające), skutkiem czego nastawiają się na nowe wartości stosunkowo powoli i dlatego nie nadają się do pomiaru przepływów szybko zmiennych, takich np. w których zmiana o 10 do 20% prze-

plywu dokonuje się w ciągu paru sekund i to dość często np. co kilka lub kilkanaście sekund. Wielką zaletą wag pierścieniowych jest nietylko ich wszechstronność tak co do rodzaju medjów mierzonych, jak i pod względem różnicy ciśnień, ale też i możliwość zmiany tych ostatnich przez zwykłą wymianę odpowiedniego ciężarka.

(g) Zalety tej nie posiada i do bardzo małych różnic ciśnienia (poniżej jakich minimalnie 100, lepiej 500 mm słupa wody) nie nadaje się, ale zato czułością przewyższa wagi *przepływomierz systemu Zelenki* (wyrabiany przez wiedeńską fabrykę Klinkhoff'a, patrz wspomniany artykuł, strona 216). Uszczelnienie sworznia, przenoszącego ruch pływaka na mechanizm pierwiastkujący, dokonano gumowym manszetem, przymocowanym mocno do osłony i do wałka. Skręcanie tego manszetu daje opór bardzo mały, dlatego że całkowity obrót maksymalny wynosi tylko jakieś 15° . Dla gazów nagryzających



Rys. 25. Pierwiastkowanie u Klinkhoffa.

gumę daje się uszczelnienie tylko na szlif — i wtedy powstają często kłopoty z nieszczelnościami. Na większą uwagę zasługuje w tym typie system pierwiastkowania zapomocą toczenia się dwóch krzywek po sobie (p. rys. 25). Warunek pierwiastkowania brzmi: jeżeli krzywka górna obróci się o kąt α , wówczas dolna dokonać ma obrotu o kąt β taki, aby było $\beta = K \cdot \sqrt{\alpha}$ ($K =$ pewna stała), przyczem punkty m i n zjedną się (patrz rys. 25) zawsze na linii AB .

Oznaczając odległości: $AB = e$, $Am = r_a$, $An = r_b$ otrzymamy:

$$d\beta = K \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \cdot d\alpha$$

$\frac{r_a}{r_b} = \frac{d\beta}{d\alpha} = \frac{K}{2\sqrt{\alpha}}$. Ponieważ m & n schodzą się zawsze na linii AB , przeto $r_a + r_b = e$.

Z tych 2 równań $r_a = \frac{K \cdot e}{K + 2\sqrt{\alpha}}$; $r_b = \frac{2e\sqrt{\alpha}}{K + 2\sqrt{\alpha}}$; a więc w punkcie zerowym jest

$r_a = e$, $\alpha = 0$ & $r_b = 0$, $\beta = 0$, a są to warunki mechanicznie wykonalne, choć szlif tak słabo wypukły (wzgl. wklęsły) jest bardzo trudny do wykonania i dlatego pierwiastkowanie w pierwszej $\frac{1}{10}$ części skali zwykle mocno szwankuje, tembardziej że wszystkim przepływomierzom różnicowym właściwa niepewność

punktu zerowego pozostaje pozatem i tu. Dokładność tego instrumentu powyżej $\frac{1}{10}$ części skali i w dobrych warunkach ruchowych da się utrzymać stale na poziomie ok. $\pm 1\%$ błędu nawet i mniej. Przepływomierz Zelenki reaguje na zmiany przepływu znacznie szybciej od wag pierścieniowych, pozatem jest mechanicznie bardzo wytrzymały. Nadaje się najlepiej jako paromierz i wodomierz oraz do sprężonych gazów. Do gazów o małym ciśnieniu lepsze są wagi pierścieniowe.

Specjalny problem u przepływomierzy różnicowych stanowi kwestja wyrzucania rtęci. Przy otwieraniu rurociągów takim, jak zwykle w ruchu, powstają z reguły, szczególnie przy wyższych ciśnieniach, tak silne uderzenia przepływu, że wskazówka wyskakuje poza skalę a rtęć zostaje wyrzucona z aparatu. Pomijając nawet jej straty i przejściowe udaremnienie pomiarów, następuje wówczas zwykle przepływ medjum mierzzonego przez miernik, co jest szczególnie szkodliwe przy wysoko przegrzanej parze. Tu zaznaczyć muszę, że miernik Zelenki wytrzymuje wprawdzie nawet 24-godzinny przepływ pary o 340°C , ale jego zawór, zabezpieczając mający rtęć przed wyrzuceniem, z reguły nie spełnia swego zadania. Pochodzi to stąd, że przyspieszenie dużej masy pływaka i dźwigni wymaga za dużo czasu, w ciągu którego rtęć wyprzedza pływak i wpada do przewodu. Inne przepływomierze nie posiadają żadnych urządzeń ochronnych, ale wobec tego co u zaworu Zelenki stwierdziliśmy, nie pogarsza to ich zdolności konkurencyjnej.

(h) Na wzmiankę zasługują jeszcze zwykłe *manometry sprężynowe* (p. rys. 26), wykonane

jako manometry różnicowe t. j. z doprowadzeniem ciśnienia jednego pod, drugiego nad sprężynową membranę, a więc dające się stosować do pomiarów przepływów (p. rys. 26). Zaletą ich są bardzo małe masy ruchome, stąd minimalna bezwładność i znaczna czułość. Reagują one nawet na szybkie drgania, co nieraz zamazuje linię diagramu. Sprężyna jednak męczy się prędko i staje się bardzo niedokładną. Częste cechowanie jest konieczne np. raz na miesiąc. Punkt zerowy (jak u wszystkich manometrów sprężynowych) jest niepewny. Ten rodzaj przepływomierzy słusznie też znikną już z rynku.



Rys. 26. Manometr sprężynowy różnicowy.

p. inż. Olczakowskiego w numerze 5 br. na stronie 218. Dodam tylko, że zgadzam się z Nim w zupełności w ostrej krytyce tych aparatów.

Wszystkie liczniki grupy szóstej (z wyjątkiem podgrupy „i”) są wskazującami, natomiast nie mają bezpośredniej możności całkowania swych wskazań t. j. liczenia ilości przepływających. Możliwość tę uzyskuje się albo na drodze elektrycznej albo mechanicznej.

Badanie połączeń spawanych promieniami Roentgena.

Inż. St. Nieświatowski — Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych.

Rozważając sposoby badania materiałów technicznych, a w szczególności materiałów służących do budowy maszyn, urządzeń mechanicznych i różnych konstrukcyj, stwierdzić można, że wszystkie stosowane dotąd metody dadzą się zaliczyć do jednej z następujących trzech grup:

- 1) badanie za pomocą prób mechanicznych np. na rozciąganie, zginanie, uderzenie itd.,
- 2) badanie składu chemicznego,

Badania roentgenowskie, tak odmienne od wszelkich innych metod badania materiałów, zdobywają coraz większe prawo obywatelstwa w technice zagranicą. Choćby pobieżne zapoznanie się z temi metodami jest dziś koniecznością, gdyż niezadługo przenikną one i do naszego przemysłu. Dziedzina, w której metoda roentgenowska poważne oddaje usługi, jest kontrola spawania.

3) badanie metalograficzne (makrograficzne i mikrograficzne) struktury przełomu.

Jakkolwiek z tych badań można wyciągać bardzo daleko idące wnioski, to jednak posiadają one wspólną wadę, że dają jedynie obraz stanu rzeczy w badanym miejscu, nie określają natomiast z zupełną ścisłością, jakie zachodzą warunki gdziekolwiek indziej, choćby w najbliższym sąsiedztwie. Wprawdzie na podstawie wyników badania z reguły osądza się pozostały

materiał, ale tylko przy równoczesnym milczącym założeniu, że własności jego są wszędzie jednakowe, co jednak niezawsze ma miejsce.

Szczególnie niebezpiecznym jest przyjęcie takiego założenia przy spawaniu tak tlenowo-acetylenowym, jak i elektrycznym. Jak wiadomo bowiem, wykonanie szwu zależy w wielkim stopniu od wprawy, umiejętności i sumiennosci spawacza. O ile kierownictwo oddziały może w każdej chwili kontrolować roboty przygotowawcze, dobór odpowiednich pałeczek, napięcia i natężenia prądu, to z chwilą zapalenia łuku elektrycznego czy też palnika wszelka kontrola staje się niemożliwą. Jasnym więc jest, że w tych warunkach nigdy nie można mieć bezwzględnej pewności, czy połączenie w każdym miejscu jest wykonane bez zarzutu i czy wyklucone są wszelkie wady i usterki.

Jeszcze na jedną okoliczność należy zwrócić uwagę przy spawaniu. Z charakteru robót spawalniczych wynika, że normalne próbki, które mają być poddane badaniu, trzeba przygotować zupełnie osobno, a nie można wyciąć ich z dowolnego miejsca gotowego już szwu, jak się to praktykuje w innych wypadkach, np. odbioru materiałów. Otóż przy spawaniu tych próbek niezawsze dostateczną zwraca się uwagę, aby były wykonane w tych samych warunkach, w których przeprowadza się główną pracę. Bardzo często położenie próbek jest o wiele dogodniejsze, co posiada znaczny wpływ na jakość szwu. Pragnąc usunąć tę możliwość nieścisłości i późniejszego sądu, amerykańskie przepisy dla budowy kotłów i zbiorników polecają przypawanie próbnymi blach na wszystkich rogach spawanego dzwona w ten sposób, by później szew blach i dzwona równocześnie był wykonany.

Przepisy amerykańskie poszły jednak konsekwentnie jeszcze dalej. Uznając z jednej strony wielkie niebezpieczeństwo dla życia ludzkiego, szczególnie przy kotłach i zbiornikach grupy pierwszej*), z drugiej zaś strony niedoskonałość metod dotąd stosowanych, wymagają obowiązkowo prześwietlenia wszystkich szwów zapomocą promieni Roentgena. W ten sposób nie na mocy prawdopodobieństwa lecz na zasadzie dokładnego i szczegółowego badania w każdym miejscu można wydać sąd o jakości połączenia.

O wartości i zaufaniu**), które zdobyło sobie prześwietlenie promieniami Roentgena

*) Technik rok 1933. Nr. 5. str. 227.

**) Journal of the American Welding Society 1932 r.

w ciągu przeszło rocznego obowiązywania przepisów, może świadczyć objaw, że odbiorcy zbiorników, zaliczonych do innych grup i niepotrzebujących prześwietlenia, wolą je zamawiać u firm rozporządzających aparatami Roentgena, niż u tańszych nawet, ale pracujących bez tych aparatów i wykonujących zbiorniki jedynie grupy drugiej i trzeciej *).

Zapoznajmy się na podstawie dotychczas ogłoszonych prac i wyników z techniką badania promieniami Roentgena oraz możliwością stosowania jej do kontroli połączeń spawanych.

Jak wiadomo, w roku 1895. zupełnie niespodziewanie odkrył W. C. Roentgen nowy rodzaj promieni, które nazwał promieniami X. W późniejszym czasie, dla uczczenia odkrywcy, nazwano je promieniami Roentgena. Promienie te znalazły najpierw bardzo obszerne zastosowanie w medycynie i to tak w diagnostyce, jak i w roentgenoterapii. W ślad za medycyną, poczęto posługiwać się nimi i przy badaniu materiałów organicznych jak tekstylnych, budowlanych itd.

Badanie metali promieniami Roentgena wykonuje się obecnie wedle dwu zasadniczych metod, które niezależnie od siebie rozwijają się i umożliwiają poznawanie struktury i własności materiałów z różnych punktów widzenia.

Promienie Roentgena, jak wykazał szereg żmudnych i ciężkich badań, a w szczególności świetny eksperyment M. v. Laue'go, polegający na zastosowaniu kryształu jako siatki dyfrakcyjnej, (1912 r.) są — podobnie jak np. pospolite promienie świetlne — falami elektromagnetycznymi. Różnica między jednymi a drugimi polega na długości fal. Gdy np. czerwone promienie świetlne posiadają długość 0,0008 mm, a fioletowe 0,0004 mm, to promienie Roentgena są 1000 — 10000 razy krótsze. Pozatem posiadają one bardzo wiele własności wspólnych, a więc podlegają tym samym prawom prostoliniowego rozchodzenia się, uginania, absorpcji, interferencji itd. Otóż własność uginania się promieni Roentgena w czasie przechodzenia przez kryształ wykorzystali Laue, Bragg, Debye-Scherer i Hull, każdy w nieco odmienny sposób, do przeniknięcia struktury kryształów. Ponieważ każda obróbka tak termiczna, jak i mechaniczna wywołuje pewne uprzywilejowane ułożenie się kryształów, przeto na zasadzie badania roentgenowskiego można wyciągnąć wnioski o właściwościach metalu, wewnętrznych naprężeniach, stanowiących bardzo poważne ukryte niebez-

*) Technik rok 1933. Nr. 5. str. 227.

pieczeństwo itd. Do badań takich używa się rurek Roentgena o mocy 200 — 800 W. Fotografję rurki przeznaczonej do badania metali omawianą metodą, przedstawia rys. 1.



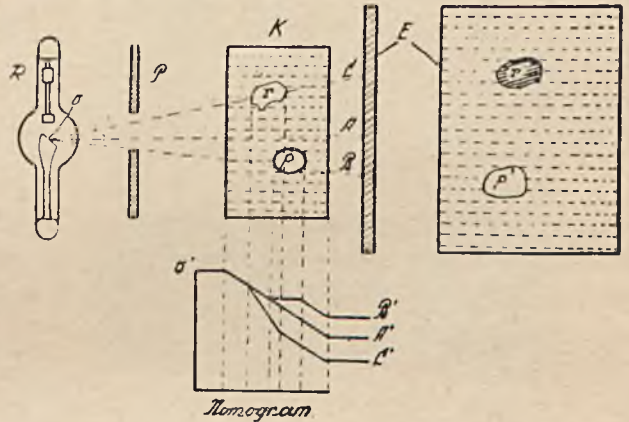
Rys. 1. Rurka do badania metali promieniami Roentgena.

Ponieważ jednak metoda ta stosowana jest, jak dotąd, w laboratoriach, a nie spotyka się jej w praktyce warsztatowej, przeto nie będziemy się nią dalej zajmować. Należy tu nadmienić, że po raz pierwszy zbadał układ atomów ciała plastycznie odkształconego prof. J. Czochralski w roku 1922, posługując się do tego celu metodą Laue'go *).

Promienie Roentgena posiadają zdolność przenikania ciał stałych, nieprzezroczystych dla promieni świetlnych. Zdolność przenikania ciał maleje szybko ze wzrostem ciężaru atomowego tych ciał. Inaczej mówiąc różne ciała w odmiennym stopniu absorbują promienie Roentgena. Przez absorbcję rozumie się zamianę energii promieniowania na inny rodzaj energii, a mianowicie: na ciepło, emisję elektronów oraz wtórne wysyłanie promieni Roentgena przez prześwietlane ciało. Prześwietlanie więc metali czyli diaskopja polega na tej samej zasadzie, na jakiej lekarz jest w możności prześwietlić płuca lub serce swego pacjenta. Ten sposób badania metali pokazał pierwszy już sam Roentgen. W roku bowiem 1897 prześwietlił on lunę strzelby wraz z tkwiącymi w niej nabojami i kulami. Fotografja ta — (promienie Roentgena bowiem działają na klisze lub filmy, podobnie do promieni świetlnych) — bywa reprodukowana w różnach czasopismach i książkach.

Dla zupełnie jasnego zdania sobie sprawy, jak poszczególne wady struktury metali można odczytać na ekranie fluoryzującym lub też na filmie, umieścimy kostkę K w obrębie działania promieni Roentgena, wychodzących z rurki R i ujętych przysłoną P (rys. 2). Jeśli w kostce znajdować się będą dwa różne od siebie złoża obcych materiałów, z których jeden p absorbuje słabiej promienie Roentgena, drugi zaś r silniej niż sama kostka, to przebieg absorbcji w obrębie kostki dla trzech różnych promieni OA , OB i OC przedstawia nam na nomogramie,

wykreślonym na tym samym rysunku, trzy linie $O'A'$, $O'B'$ i $O'C'$. Jako efekt świetlny na ekranie E zobaczymy na ogólnym jednostajnym tle plamę jaśniejszą p' , jako obraz pierwszego ciała, oraz drugą plamę ciemniejszą r' , odpowiadającą ciału drugiemu silniej absorbującemu.



Rys. 2. Zasada prześwietlania promieniami Roentgena oraz nomogram absorpcji promieni.

Najważniejsze metale absorbują promienie w następującym porządku w myśl wymienionej zależności absorbcji od ciężaru atomowego: miedź, mosiądz, stal *). Znadujące się w spoinie tlenki, pory, żuźle i rysy ukażą się na ekranie fluoryzującym jako jaśniejsze pola. Analogiczny efekt ujawnia się także, gdy grubość badanego przedmiotu maleje, promienie bowiem są absorbowane na krótszej drodze.



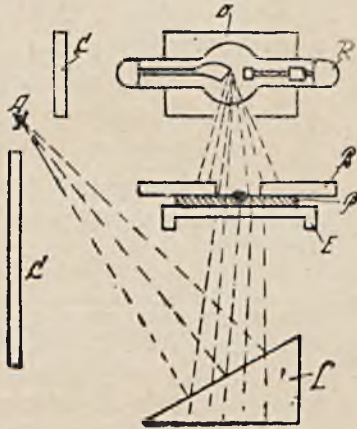
Rys. 3. Roentgenogram połączenia spawanego; u góry negatyw, u dołu pozytyw.

Fotografja czyli roentgenogram połączenia dwu blach zapomocą spawania pokazana jest na rys. 3., przyczem górna część przedstawia negatyw, dolna zaś pozytyw. Spoina ta nazewnątrz wyglądała zupełnie poprawnie i nie budziła żadnej obawy złego wykonania. Prze-

*) Engineering 1923 r. z 14 grudnia.

*) Zeitschrift V. D. I. 1927 r. zeszyt 17.

światlenie wykazało jednak wadliwe połączenie materiału. Widzimy na negatywie następujący obraz: na równomiernie zaciemnionem tle, przedstawiającem materiał blachy, uwydatnia się jaśniejsza wstęga narośli (zgrubienia) spoiny, wśród której widać wyraźnie miejsce wadliwego spoina jako ciemną, dość szeroką, podłużną kreskę. Pozytyw roentgenogramu będzie posiadał zaciemnienie wprost odwrotne, a więc jasną kreskę na ciemniejszym tle narośli, będzie więc odpowiadał co do zaciemnienia obrazowi na ekranie fluoryzującym.

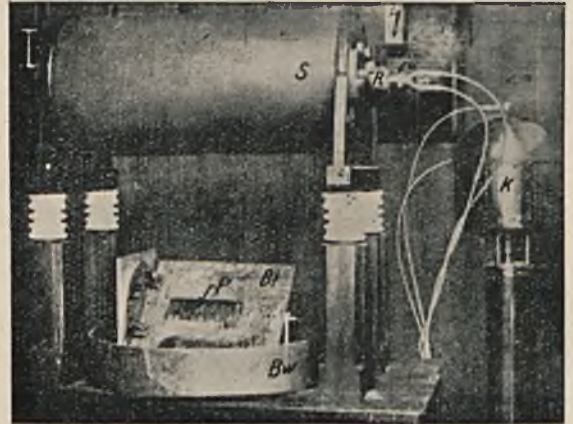


Rys. 4. Schemat diaskopu do prześwietlania spoin.

Na rys. 4. przedstawiony jest schematycznie diaskop czyli urządzenie do prześwietlania promieniami Roentgena, nadający się do badania mniejszych przedmiotów. Rurka *R* umieszczona jest w osłonie *O* z nałożonej gumy, celem usunięcia wszystkich zbędnych promieni, które są szkodliwe dla ciała ludzkiego i zaciemniają wyrazistość roentgenogramu. Promienie z osłony przedostają się nazewnątrz niewielką szczeliną i padają na przedmiot *P*. Ponieważ jednak przedmiot wysyła wtórne promienie Roentgena, przeto osłania się go z góry przysłoną ołowianą *B*, pozostawiając odkryte jedynie te miejsca, które przeznaczone są do prześwietlenia. Poza przedmiotem umieszcza się ekran *E*, który jednak obserwuje się z punktu *A* nie wprost, lecz w lustrze *L*. Dzięki temu urządzeniu promienie Roentgena przenikają przez lustro do ziemi, a obserwujący widzi w lustrze jedynie obraz ekranu. Przeciw błędzącym i przypadkowym promieniom Roentgena ustawione są płyty *CC* jako dalsza osłona obserwatora.

Fotografię takiego diaskopu widzimy na rys. 5. Promienie z rury *R* przechodzą przez otwór *o* w osłonie *S* i padają na przedmiot *P*. Przedmiot umieszczony jest w wannie ołowianej *Bw*, a z góry przykryty przysłoną ołowianą *Bl*. Przedmiot wraz z przysłoną daje się

obracać dookoła osi i ustawiać pod dowolnym kątem. Ponieważ w stosowanych do prześwietlania rurkach wywiązują się bardzo znaczne ilości ciepła, przeto w celu zmniejszenia zużycia materiału, z którego zrobiona jest antykatoda, stosuje się wodne chłodzenie. Wodę dostarcza do rurki specjalna pompka *K*, odpowiednio izolowana przeciw wysokiemu napięciu.



Rys. 5. Diaskop do badania małych przedmiotów.

Gdy chodzi o utrwalenie zdjęcia na filmie czy też kliszy fotograficznej, wkłada się ją w kasetę lub osłoniętą czarnym papierem w miejsce ekranu. Filmy, przeznaczone dla roentgenogramów, powleczone są obustronnie czułą emulsją, celem otrzymania wyraźniejszego obrazu. Z obu stron filmu układa się folje wzmacniające, pokryte masą świecąca pod wpływem promieni Roentgena, dzięki czemu wzmacniają one na filmie efekt promieni, a tem samem i skracają czas potrzebny do naświetlania. W praktyce najczęściej poprzestaje się na wykonaniu samego negatywu, ponieważ przy kopowaniu traci się wiele na wyrazistości obrazu.

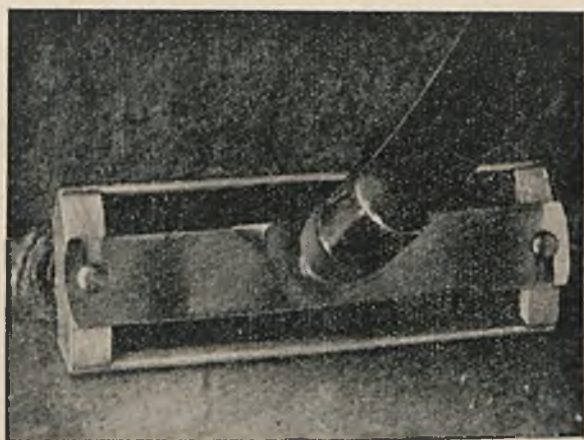
Przy większych przedmiotach i o kształtach nieregularnych zachodzi czasem trudność z umieszczeniem filmów czy też ekranu. W niektórych wypadkach kasetę z filmem umocowuje się przy pomocy kleju w ten sposób, by padające promienie trafiały na film prostopadłe, lub pod pewnym określonym kątem. Umieszczenie np. filmu w cylindrze parowym pokazane jest na rys. 6. Specjalną budowę posiada kasetka przeznaczona do badania szwów pachwinowych (rys. 7.), spotykanych w budowie mostów, żuraw i innych konstrukcjach stalowych.

Przy prześwietlaniu spawanych połączeń promieniami Roentgena chodzi głównie o stwierdzenie wad spoiny, a więc o ujawnienie istniejących wewnątrz porowatości, gniazd czy też

złóż żuźli, rys, a wreszcie wadliwych połączeń *). Na podstawie roentgenogramu, jak podaje jedno z amerykańskich pism **), istnieje możliwość oszacowania wytrzymałości połączenia. I tak przy wytrzymałości na rozerwanie wynoszącej 3500 kg/cm^2 błąd maksymalny popełniony w ocenie wynosił 200 kg/cm^2 tj. zaledwie około 6%.



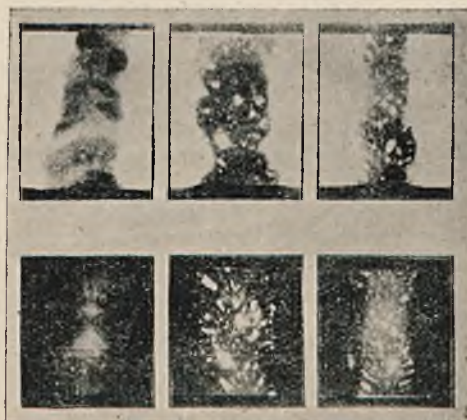
Rys. 6. Umieszczenie kasety B w cylindrze do prześwietlania promieniami Roentgena.



Rys. 7. Kasetka do prześwietlania szwów pachwinowych.

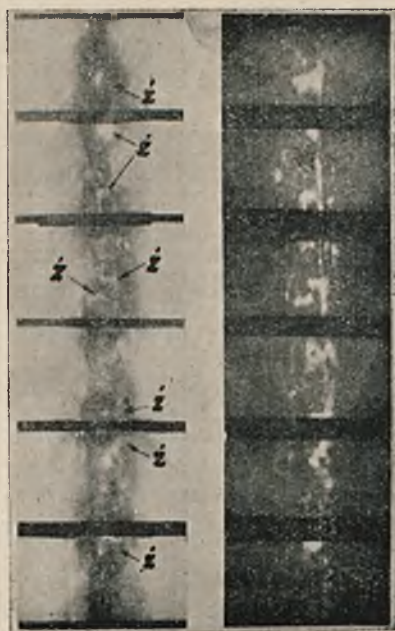
Porowatość w spoinie powstaje najczęściej skutkiem zmniejszania się rozpuszczalności gazów przy stygnięciu metalu. Wobec zbyt wczesnego skrzepnięcia spoiwa gazy nie mają możliwości wyjść nazewnątrz ze spoiny i pozostają w niej w formie baniek, tworząc miejsca niezapełnione metalem. Poszczególne pory w roentgenogramie ukazują się jako jasne plamki o brzegach zarysowujących się dość ostro i wyraźnie (rys. 8). Wielkość oraz ilość por, podobnie jak i rozłożenie ich, daje się stwierdzić z łatwością. Wszystkie szczegóły ukazują się znacznie wyraźniej po zrównaniu miejsca spa-

wanego z sąsiednimi blachami, ale nie jest to konieczne do przeprowadzenia badania. W praktyce z reguły rezygnuje się ze ścinania narośli, ponieważ w ten sposób osłabia się znacznie wytrzymałość szwu.



Rys. 8. Roentgenogram, przedstawiający porowate miejsce w spoinie; u góry narośl nie została usunięta, na dole narośl zeszlifowana.

Nieumiejętne spawanie szczególnie pałeczkami powlekanymi lub też niesumienne oczyszczanie spoiny przy nakładaniu następnej warstwy jest przyczyną pozostawiania w szwie złóż lub też gniazd żuźla. Skutkiem słabszej absorpcji promieni Roentgena w żuźlu niż w stali, ukążą się na ekranie lub filmie jasne plamy. Nie są one tak wyraźne jak plamy wywołane przez pory; granice ich są bardziej nieregularne i nie odcinają się dobitnie. Na rys. 9 przed-



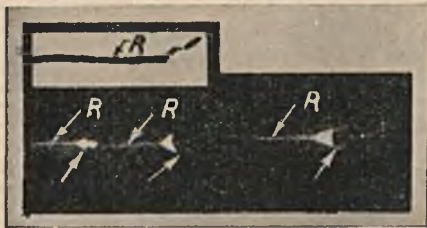
Rys. 9. Roentgenogram, przedstawiający złoże żuźla w spoinie; z lewej strony szew surowy, z prawej narośl usunięta.

*) N. Lefring. Einfluss der Schweisstrombedingungen bei der elektrischen Lichtbogenschweissung von weichen Flusstahl 1930 r.

***) Journal of the American Welding Society 1929 r.

stawiony mamy obraz szeregu próbek, zawierających żużel w spoinie, przy czym próbki lewej strony przy naświetlaniu posiadały narośl, z prawej zaś narośl ta była usunięta.

Dalszym niebezpieczeństwem dla połączeń spawanych są rysy. Powstają one skutkiem skurczu materiału w czasie stygnięcia. Już nawet bardzo drobne ryski mogą być groźne, szczególnie gdy sąsiadują z porami, gdyż przy nieznacznym nawet obciążeniu szybko rozszerzają się i grożą pęknięciem szwu. Ryskę taką w otoczeniu gniazda żużli pokazano na następnym roentgenogramie (rys. 10). W czasie badania należy zwrócić uwagę, że rysy, przybierające formę linii prostych lub zygzakowatych, znajdują się nie tylko w samej spoinie, ale także w warstwach przejściowych, a nawet w materiale pierwotnym.

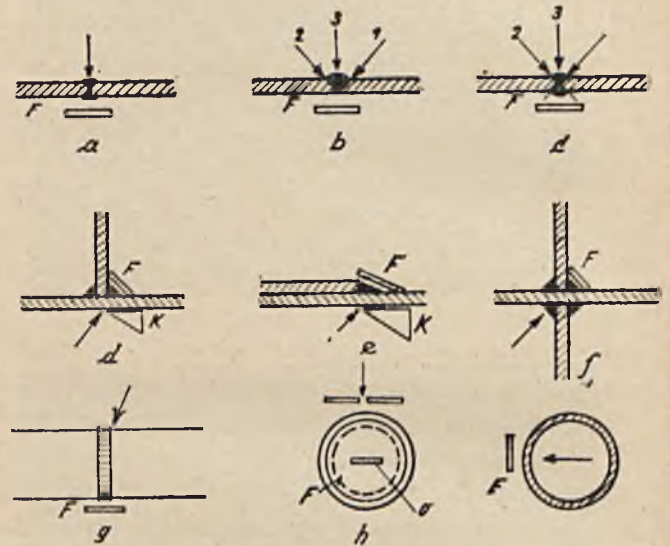


Rys. 10. Roentgenogram wykazujący rysy R w spoinie. Dalsze strzałki pokazują inne błędy spoinienia. U góry spoina po przecięciu.

Największe jednak niebezpieczeństwo dla spoin przedstawiają wadliwe połączenia. Zzewnątrz są one niewidoczne; spoina taka robi zupełnie dobre wrażenie. Tymczasem podczas spawania materiał pierwotny (np. blachy) nie stopił się dokładnie z materiałem świeżo nałożonym; między obu materiałami pozostaje czasem bardzo wąska szczelina, biegnąca wzdłuż powierzchni połączenia. Naturalnie miejsca takie nie przenoszą żadnych obciążeń, a nawet wykazują działanie podobne do działania karbu. Jak praktyka ustaliła, wadliwe połączenia spotyka się najczęściej między dwiema nakładanymi warstwami, albo też między blachą a spoiwem. Ujawnienie pierwszych jest dość trudne, ponieważ różnica w absorpcji promieni Roentgena jest minimalna. Wykrycie drugich daje się uskutecznić, ale pod założeniem, że kierunek padania promieni będzie możliwie zgodny z kierunkiem szczeliny, a więc będzie odpowiadał płaszczyźnie połączenia. Im większe następuje odchylenie tych dwu kierunków, co często zdarza się także skutkiem nierównego zokosowania blach, tem mniej ostro i dokładnie wady te ujawniają się na roentgenogramie. Wogóle zaznaczyć

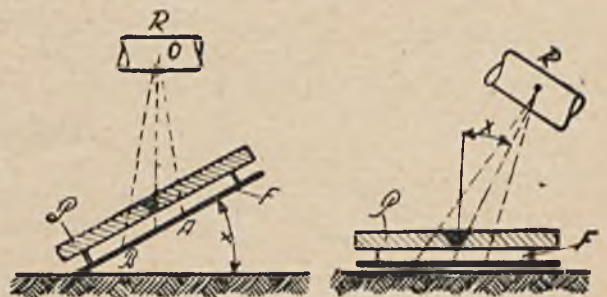
wypada, że błędy połączeń znacznie trudniej jest wykryć, niż stosunkowo szerokie pory i złoża żużli.

Praktyczne przeprowadzenie badania spoin w najprostszych, ale najczęściej spotykanych wypadkach, przedstawia się następująco: Przy spoinach typu I (rys. 11 a) wykonuje się jedno zdjęcie, przy czym otwór rurki ustawia się tak, by leżał on dokładnie nad szwem, dzięki czemu zapewniony będzie przebieg promieni prawie równoległy do płaszczyzn łączenia. Film F ułożony jest w kasecie pod blachą.



Rys. 11. Kierunki prześwietlenia przy różnych typach połączeń.

Dla połączenia V i X konieczne są conajmniej dwa prześwietlenia o ile rezygnuje się już z trzeciego w kierunku prostopadłym (rys. 11 b i c). Dla wykonania jednak takich roentgenogramów musi się albo badany przedmiot nachylić pod odpowiednim kątem (rys. 12 a), albo też rurkę odpowiednio skośnie umieścić (rys. 12 b). Przy małych przedmiotach łatwiej jest zastosować pierwszy sposób, tem więcej że diaskopy wyposażone są w odpowiednie urządzenie do obracania i dowolnego nastawiania przedmiotu (rys. 5). Większe natomiast części maszyn, kotły, zbiorniki itd., pozostają



Rys. 12. Wzajemne ustawienie przedmiotu i rurki przy badaniu połączeń typu V.

nieruchome, a jedynie ułożenie rurki dostosowuje się do wymagań.

Prześwietlanie spoin wzdłuż płaszczyzn połączenia pociąga za sobą większe koszty badania, conajmniej podwójne, jeśli się weźmie pod uwagę także i przedłużenie czasu naświetlania, spowodowane zwiększeniem drogi promieni przy skośnym nastawieniu przedmiotu. Przy spoinach typu V, dzięki różnej odległości filmu od rurki, jak to jasno pokazuje promienie *OA* i *OB* (rys. 12 a), istnieje możliwość wykonania dwu zdjęć na jednym filmie. Należy tylko film po pierwszym zdjęciu odpowiednio obrócić i przesunąć. Przeprowadzone próby*) wykazały, że przedłużenie naświetlenia nie jest tak szkodliwe jak się spodziewano; błędy połączenia pozostają dostatecznie widoczne jedynie mniejsze pory nikną, lub nie wychodzą dość jasno.

Przy spoinach pachwinowych (rys. 11 d, f) prześwietlanie wzdłuż powierzchni łączenia nie jest możliwe. Okazało się jednak, że jest to zbyt trudne, ponieważ błędy połączeń występują tutaj w samym rogu podobnie jak i przy spawaniu na zakładkę (rys. 11 e), co daje się z łatwością wykryć przy skośnym rzuceniu promieni. Dla wyrównania grubości prześwietlanego materiału i bardziej jednostajnego zaciemnienia filmu wstawia się dodatkowo klin *K*.

Dla rur o średnicy mniejszej niż 50 mm najbardziej wygodne jest nastawienie skośne, (rys. 11 g), przyczem obraz na filmie wypada w formie elipsy. Naturalnie konieczne jest dwukrotne prześwietlenie w kierunkach prostopadłych do siebie dla całkowitego zbadania szwu. Rury o średnicach większych niż 50 mm bada się przez ułożenie filmu wewnątrz rury pod spoiną, o ile zezwoli na to długość rury. Należy tu jednak uważać, by promienie nie padały w kierunkach bocznych, lecz kierować je dokładnie w stronę szwu. W rurze umieszcza się płytę ołowianą *O*, celem chronienia od prześwietlenia filmu, leżącego po drugiej stronie. Szwy kotłów, zbiorników lub rur o bardzo wielkiej średnicy bada się wreszcie wykonując szereg zdjęć poszczególnych odcinków. Odnalezienie późniejszego miejsca o wadliwym wykonaniu, wedle wskazówek roentgenogramu, jest bardzo łatwe. Należy tylko co parę milimetrów specjalnym, ołowianym ołówkiem nakreślić kreski i wypisać cyfry, które potem wychodzą na filmie. Usuwanie więc usterek spoiny może odbywać się z dokładnością do milimetra.

Główną przeszkodą w stosowaniu promieni Roentgena do prześwietlania metali ciężkich był brak odpowiednich rurek o potrzebnej mocy 3000 — 5000 W oraz bardzo długi czas naświetlania badanych przedmiotów. Dopiero z wynalezieniem przez W. D. Coolidge'a nowego typu rurek, opierającego się na zasadzie emisji elektronów przez silnie rozgrzane metale, udało się moc ich tak podwyższyć, że praktycznemu użyciu tej metody nic nie stało na przeszkodzie. W krótkim więc czasie rozwinęła się ona najpierw w Ameryce, potem w Anglii i Francji, a ostatnio od paru lat i w Niemczech. Przy dawnych aparatach do prześwietlenia grubszego przedmiotu trzeba było około 4 godzin. Obecnie możliwym jest dokonanie tego samego zdjęcia w przeciągu 8 minut. Przy naświetlaniu trzeba zwracać baczność uwagę na promienie boczne, jak też i wtórne, wywołują bowiem one mgłę na filmie i łatwo zaciemniają wyrazistość obrazu.

Praktyczne granice grubości przedmiotów, dających się prześwietlać przy prądzie stałym i 200 kV wynoszą: dla miedzi 20 mm na ekranie i 60 mm na filmie; dla stali 40 i 100 mm; dla aluminium 300 i 400 mm. Przy stali grubość dająca się prześwietlać (80 — 100 mm,) zależy od gatunku. Tak np. stal wolframowa pochłania silniej promienie Roentgena, niż zwykła stal węglista.

Dokładność, z którą daje się wykrywać błędy spoin, jest rozmaita w zależności od tego, czy obserwujemy obraz na ekranie fluoryzującym, czy też na roentgenogramie. Jak praktyka wykazuje na ekranie uwidaczniają się błędy dochodzące do 4% grubości prześwietlanego przedmiotu. Bardziej dokładne i szczegółowe wyniki otrzymuje się na roentgenogramach; usterek przewyższające 0,3% grubości materiału są już widoczne. W obu jednak wypadkach obowiązuje ogólna reguła, że łatwość wykrywania błędów spoiny maleje wraz ze wzrostem grubości przedmiotu oraz z twardością promieni. Promienie Roentgena posiadają bowiem różną długość fali zależnie od napięcia, jakie panuje w rurce. Im napięcie to jest wyższe, tem emituje ona promienie o krótszej fali, silniej przenikające przez metale. Ten rodzaj promieni nazywa się twardymi, w odróżnieniu od słabiej przenikających promieni miękkich o dłuższych falach. Wraz ze wzrostem twardości promieni maleje czas potrzebny do naświetlania przedmiotów.

Zachodzi więc tu pewnego rodzaju sprzeczność: z jednej strony ze względu na koszty

*) Autogene Metallbearbeitung 1933 r. zeszyt 8.

wskazaniem jest stosowanie krótkich czasów naświetlania przy większych natężeniach prądu, z drugiej jednak odkrywanie błędów jest łatwiejsze przy niskich napięciach i dłuższych falach. Koniecznym okazuje się zawarcie pewnego kompromisu między temi sprzecznymi wymaganiami.

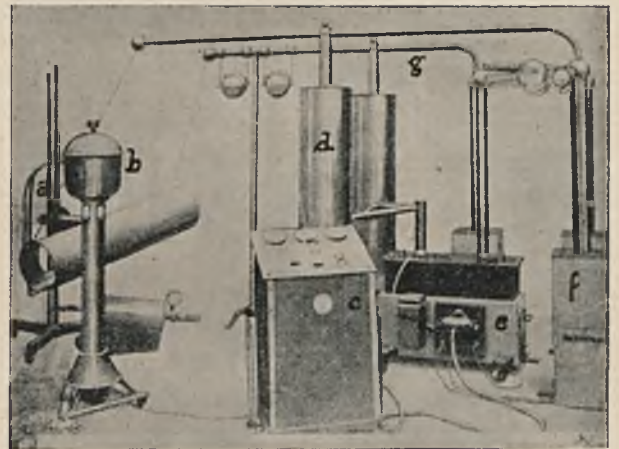
W ocenie i rozpoznaniu błędów nieodzowną jest także pewna wprawa i doświadczenie, pozwalające na wyciąganie z obserwowanych obrazów właściwych wniosków i sądów o spoinie. Naturalnie i roentgenogram musi być umiejętnie wykonany, a więc przedmiot odpowiednio ustawiony w stosunku do rurek, czas naświetlania właściwie dobrany i wywołanie filmu odpowiednio przeprowadzone.

Od subiektywnego oceniania roentgenogramów można się uwolnić stosując specjalny aparat zwany densografem. Zasada tego aparatu polega na przepuszczaniu przez film promienia świetlnego, który pada następnie na komórkę foto-elektryczną. Komórka ta w zależności od impulsu steruje lustrem galwanometru. Wychylenia galwanometru mogą być znów na drodze fotograficznej utrwalone. Densograf wykrywa najdrobniejsze różnice w zaciemnieniu roentgenogramu, różnice których nawet najbardziej wprawne oko nie jest zdolne uchwycić. Zwykle jednak normalna ocena roentgenogramu wystarcza w zupełności.

Wspomnieć tu jeszcze można o zdjęciach stereoskopowych, umożliwiających ustalenie głębokości wadliwego miejsca. Metoda ta może oddać poważne usługi przy naprawach zapomocą spawania elektrycznego z podgrzewaniem odlewów żeliwnych. W razie bowiem stwierdzenia źle przeprowadzonej naprawy istnieje jeszcze możliwość ustalenia, czy miejsce błędu jest tak położone, że przy obróbce zostanie usunięte, czy też pozostałoby w ścianie np. cylindra. W pierwszym wypadku odlew można spokojnie poddać dalszemu procesowi obróbki, w drugim zaś błąd musi być usunięty. Zdjęć stereoskopowych nie wykonuje się przy kontroli spawania różnych konstrukcyj stalowych, gdyż zajęcia te są bardziej kosztowne, a z chwilą ustalenia wady połączenia, należy ją usunąć bez względu na głębokość.

Dla celów warsztatowych, w uwzględnieniu trudnego transportu wielkich kotłów, zbiorników, czy części maszyn, buduje się obecnie przenośne, urządzenia do badania promieniami Roentgena. Urządzenie takie na 250 kV i 20 mA, o ogólnej wadze 1600 kg, dające się rozkładać i przenosić, przedstawia rys. 13. A więc

widać tu statyw *a*, z rurkami w cylindrycznej osłonie oraz z przedmiotem do badania, pompkę *b* do chłodzenia wodnego antykatody, aparaty do regulacji *c*, kondensatory *d*, transformator wysokiego napięcia *e*, transformatory do ogrzewania *f*, oraz izolowane przewody z instrumentami pomiarowymi *g*. O ile badany przedmiot znajduje się w odległości do 10 m, to przenosi się tylko rurki i pompkę, a reszta pozostaje na wozie automobilowym, przewożącym całe urządzenie. W przeciwnym wypadku wszystko trzeba przenieść na miejsce badania. Ustawienie wspomnianego urządzenia na nowem miejscu trwa około godziny. W Ameryce stosuje się podobne urządzenia już od 1921 r.



Rys 13. Przenośne urządzenie do badania promieniami Roentgena.

Jeszcze prostsze urządzenie ruchome do prześwietlania promieniami Roentgena widać na rys. 14. Przenoszenie rurek jest tu też możliwe, co czasem praktykuje się, gdy chodzi o prześwietlenie zbiornika lub kotła odzewnątrz.

Dla prześwietlania mostów kolejowych, które coraz w większej ilości wykonuje się za pomocą spawania, skonstruowano w Niemczech



Rys. 14. Instalacje do badania promieniami Roentgena przewożone na wózku elektrycznym.

specjalny wagon zaopatrzone we wszelkie przybory potrzebne do badania promieniami Roentgena. Wagon ten oddaje doskonałe usługi, z łatwością bowiem może być dostawiony na każde miejsce. Pierwotne więc trudności oraz ograniczanie się do badania jedynie w obrębie laboratorium zostały pokonane i istnieje możliwość przeprowadzenia prześwietłań promieniami Roentgena w każdym, dowolnym miejscu.

Na zakończenie wypada powiedzieć jeszcze parę słów o bezpieczeństwie wykonywania tych badań. Jak wiadomo, promienie Roentgena tak emitowane z rurki, jak i wtórne, oddziałują — przy dłuższym naświetlaniu — bardzo szkodliwie na organizm ludzki. Z tego też powodu zaopatruje się rurki w specjalne ochronne konstrukcje, które zwiężają wiązkę wychodzących promieni do wielkości nieodzownie potrzebnej do prześwietlania i skierowują ją w ściśle określonym kierunku. Wedle urzędowych stwierdzeń rurki tego typu można stosować bez dalszych osłon. Dalszą ochroną są płyty ołowiane, prawie zupełnie absorbujące promienie, mają one tylko tę wadę, że pary ich, jakkolwiek nie tak groźne, jak promienie Roentgena, też są szkodliwe dla zdrowia. Dobre rezultaty daje guma ściśle związana z prawie molekularnie rozdrobnionym ołowiem, jest bowiem giętka a równocześnie nie dopuszcza do parowania ołowiu. Również szkło ołowiane absorbuje promienie Roentgena. Dla porównania można podać, że stosunek przenikania promieni Roentgena dla ołowiu, gumy nałowionej, szkła ołowiwego, płyt barytowych, betonu i cegieł przedstawia się jak: 1 : 3 : 5 : 15 : 50 : 100. Istnieją też automatyczne urządzenia, wyłączające aparaturę w oznaczonym z góry czasie, pozwalają one na opuszczenie przestrzeni, w której prześwietlanie się odbywa bez obawy zepsucia się

zdjęcia. Dla wykrywania błędzących promieni Roentgena ustawia się w różnych miejscach ubikacji filmy w kasetach i wywołuje je co pewien czas. Wszelkie więc niedopatrzienia dają się w krótkim terminie ujawnić i usunąć. Dzięki postępowi środków ochronnych minęły obecnie już czasy, kiedy pracownicy, zatrudnieni przy aparatach Roentgena, narażeni byli na utratę zdrowia a nieraz nawet i życia; dziś czynności te można przeprowadzać spokojnie i bez jakiegokolwiek obawy.

Niestety rozpowszechnieniu się metody badania spoin zapomocą aparatów Roentgena, mimo ich wielkiej doniosłości, stoi na przeszkodzie wysoka cena, dochodząca do 25000 zł, a nawet i więcej. Biorąc pod uwagę amortyzację, procenty, koszty napraw, koszty potrzebnej energii, obsługę i przyjmując, że samo prześwietlanie zajmuje około 70 godzin miesięcznie, można zgrubsza przyjąć cenę za godzinę ruchu około 20—25 zł, przyczem jednak nie uwzględniono materiałów fotograficznych. Pozostałą ilość godzin zajmują przygotowania, wywołanie filmów i odczytywanie roentgenogramów. Zależnie od organizacji pracy da się jednak obniżyć koszt godziny ruchu.

Mimo kosztowności badań promieniami Roentgena jest to jedyna metoda, która, pozostawiając nienaruszony szew, daje równocześnie zupełnie pewne i ściśle wyniki co do wewnętrznego stanu połączenia. O ile przyszłe polskie przepisy kotłowe dopuszczają spawanie do budowy kotłów i zbiorników, to z pewnością jako konieczny warunek dopuszczania ich do ruchu przepiszą badanie zapomocą promieni Roentgena. Badania takie są także wskazane i przy innych konstrukcjach, gdzie zachodzi niebezpieczeństwo życia ludzkiego.

Drogi rozwoju współczesnej chemii materiałów wybuchowych.

Dr. inż. Tadeusz Urbański — Warszawa, Politechnika.

Wstęp.

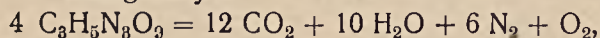
Rozwój współczesnego przemysłu chemicznego

umożliwia otrzymywanie na wielką skalę takich substancyj, jak amoniak, kw. octowy, acetylen, etylen, alkohol, formaldehyd, aldehyd octowy i inne, wychodząc z najprostszyc surowców jak azot atmosferyczny, węgiel, gaz ziemny itd. Dostępność tych produktów, które są substancjami wyjściowymi do dalszych syntez, umożliwia otrzymywanie na wielką skalę ciał jak glikol, pentaerytryt, heksametylenotetramina, etanolaminy etc., mogących służyć do wyrobu nowych materiałów wybuchowych. W ten sposób zdobycze współczesnego przemysłu chemicznego wywierają wpływ na drogi, któremi kroczy postęp w dziedzinie materiałów wybuchowych; jedną z tych dróg jest wykorzystanie nowych produktów syntezy przemysłowej do fabrykacji materiałów wybuchowych.

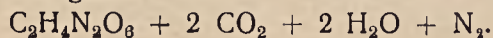
Z pośród nowych materiałów wybuchowych opartych na produktach dzisiejszego przemysłu wysuwają się na pierwszy plan trzy substancje: nitroglikol, pentryt i heksogen, pozatem wiele innych, które omówimy w dalszym ciągu.

Nitroglikol, ściślej dwuazotan glikolu o wzorze $\text{CH}_2 \text{ONO}_2 \cdot \text{CH}_2 \text{ONO}_2$, otrzymywany jest zazwyczaj przez działanie na glikol bezwodną mieszaniną nitrującą, składającą się z kwasu azotowego i siarkowego. Sposób nitracji jest identyczny ze sposobem nitracji gliceryny. Pod względem własności chemicznych i wybuchowych nitroglikol przypomina nitroglicerynę. Różni się od niej bardzo niskim punktem krzepnięcia, który leży poniżej -15°C , (podczas gdy nitrogliceryna krzepnie już przy $+13^\circ \text{C}$), jest nieco silniejszy, niż nitrogliceryna, co tłumaczy się większym ciepłem wywiązującym się przy wybuchu oraz nieco większą prędkością detonacji. Przewaga nitroglikolu nad nitrogliceryną widoczna jest już z teoretycznego równania rozkładu wybuchowego, przy którym nitroglikol daje wyłącznie produkty kompletnego utlenienia węgla i wodoru (tj. CO_2 i H_2O):

nitrogliceryna —



nitroglikol —



Dzięki postępom przemysłu chemicznego syntetycznego, przemysł materiałów wybuchowych dysponuje nowymi substancjami wyjściowymi. Stąd powstają nowe wartościowe materiały wybuchowe jak nitroglikol, pentryt, heksogen i inne.

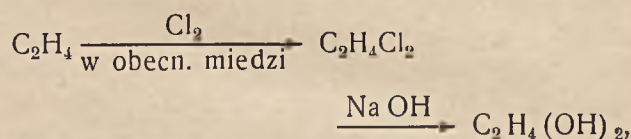
Dzięki niskiej temperaturze krzepnięcia nitroglikolu można przez dodanie niewielkiej jego ilości do nitrogliceryny tak zna-

cznie obniżyć temperaturę krzepnięcia tej ostatniej, że leżeć ona będzie w obszarze temperatur praktycznie niespotykanych. Mieszanina taka (jak również sam nitroglikol) doskonale żelatynuje bawełnę kolodjonową i od lat kilku stosowana jest do wyrobu *dynamitów niemarzących*, które zagranicą zupełnie wyparły z użycia wszelkie dynamity oparte na czystej nitroglicerynie, lub też nitroglicerynie, zawierającej domieszkę dwunitrochlorohydryny, czy też nitropoligliceryny.

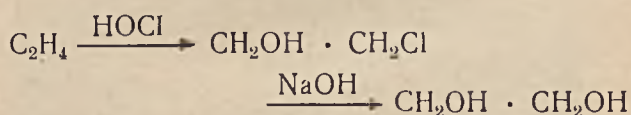
Jedyną wadą nitroglikolu jest jego znaczna lotność, która uniemożliwia zastosowanie tej substancji zamiast nitrogliceryny do wyrobu prochów bezdymnych. Wada ta nie jest jednak przeszkodą do zastosowania dynamitów przeznaczonych na szybkie zużycie.

Produkt wyjściowy *glikol* jest obecnie na wielką skalę otrzymywany z etylenu, przyczem można kroczyć dwiema drogami:

1^o przez chlorowanie etylenu otrzymać dwuchloroetan, który przy zmydleniu daje glikol



2^o przez działanie podchlorynem wapnia i CO_2 na etylen otrzymuje się *chlorohydrynę glikolu*, którą następnie łatwo przeprowadzić w glikol:

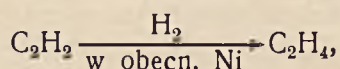


Z obu metod większe zastosowanie posiada druga, ze względu na lepszą wydajność glikolu, jak również zastosowanie chlorohydryny do syntezy różnych preparatów (ob. etanolaminy i inne).

Etylen potrzebny do reakcji może być otrzymywany:

1^o z alkoholu etylowego przez dehydratację kontaktową,

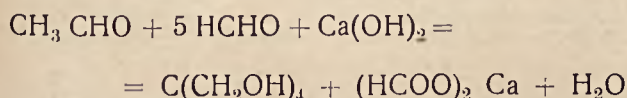
2° z acetylenu przez kontaktowe uwodornienie



3° z pewnych gazów ziemnych (Stany Zjednoczone Ameryki Półn.),

4° z gazu świetlnego, koksowniczego, przy krakowaniu olejów, ropy naftowej itp.

Pentryt (nitropentaerytryt, ściślej — czteroazotan pentaerytrytu), substancja wybuchowa o wzorze: $\text{C} \equiv (\text{CH}_2 \text{ONO}_2)_4$, otrzymywana z pentaerytrytu, alkoholu czterowartościowego, działaniem kwasu azotowego i siarkowego z wydajnością bliską teoretycznej, jest materiałem wybuchowym, który, aczkolwiek znany już w końcu zeszłego stulecia, nabral znaczenia dopiero po wojnie światowej. Tłumaczy się to tem, że dopiero w czasie powojennym dostępnymi i tanimi stały się produkty wyjściowe — formaldehyd i aldehyd octowy — potrzebne do syntezy pentaerytrytu, dokonywanej w myśl równania:



Formaldehyd, potrzebny do tej syntezy, otrzymywany jest zazwyczaj przez utlenienie alkoholu metylowego, artykułu wyrabianego w wielkiej ilości syntetycznie z tlenku węgla i wodoru, lub też wydzielanego z produktów suchej destylacji drzewa.

W ostatnich czasach szereg patentów podaje możliwość bezpośredniej syntezy formaldehydu przez utlenienie metanu:



Reakcja przebiega przy udziale cichych wyładowań elektrycznych w obecności substancji kontaktowych (miedzi), lub też pod wpływem utleniającego działania tlenków azotu również w obecności kontaktów.

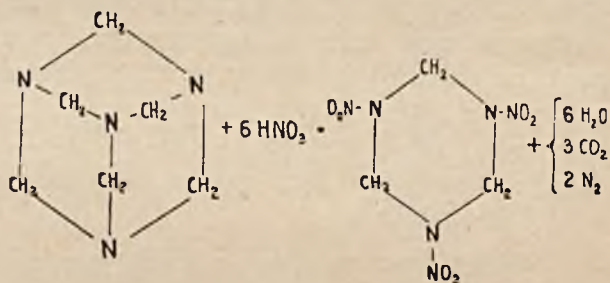
Czteroazotan pentaerytrytu jest białą substancją krystaliczną topiącą się w temp. 140°C. Posiada w stanie czystym wysoką stałość chemiczną. Jako materiał wybuchowy należy do najsilniejszych z pośród znanych, dzięki olbrzymiej prędkości detonacji i dużemu ciepłu reakcji wybuchowej (tablica).

Pentryt różni się od nitrogliceryny i nitroglikolu również i tem, że nie żelatynuje nitrocelulozy. Według Stettbachera pentryt może

być zastosowany w mieszaninie z nitrogliceryną (t. zw. „pentrynit“), jako bardzo silny materiał wybuchowy.

Heksogen (trójnitro-trójmetyleno-trójamina, mat. wyb. T 4). Substancja wybuchowa o wzorze $(\text{CH}_2)_3 \cdot \text{N}_3 \cdot (\text{NO}_2)_3$ otrzymywana jest działaniem kwasu azotowego na *heksametylenotetraminę*. Własności wybuchowe heksogenu są znane już od 1897 r., jednak nie było wówczas mowy o zastosowaniu praktycznym tej substancji ze względu na wysoką cenę heksametylenotetraminy. Heksametylenotetraminę używana dotychczas wyłącznie do celów leczniczych (pod nazwą urotropiny), jest fabrykowana obecnie bardzo tanio i na wielką skalę z syntetycznego formaldehydu i syntetycznego amoniaku.

Heksogen otrzymuje się w myśl reakcji, przebiegającej w niskiej temperaturze (ok. 0°C).



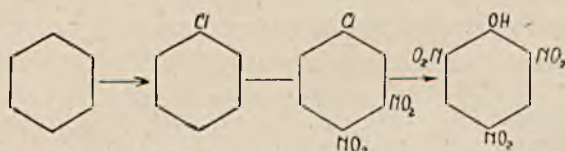
Jak widać, część heksametylenotetraminy ulega rozkładowi z wydzieleniem dwutlenku węgla, azotu i wody, co oczywiście obniża znacznie wydajność, a w konsekwencji podraża produkt.

Otrzymana substancja ma postać drobnych, białych kryształów o punkcie topnienia ok. 205°C należy do najsilniejszych materiałów wybuchowych: jest co do siły prawie identyczny z pentrytem (tablica), przewyższa go jednak innymi własnościami.

Inne przykłady stosowania produktów dzisiejszego przemysłu chemicznego do fabrykacji materiałów wybuchowych.

Heksametylenotetramina, o której zastosowaniu już wspominaliśmy, może być zarazem produktem wyjściowym do otrzymania inicjującego materiału wybuchowego *nadtlenku sześciometyleno-dwuaminy*, substancji mającej przypuszczalny wzór: $\text{N} \equiv (\text{CH}_2 - \text{O} - \text{O} - \text{CH}_2)_3 \equiv \text{N}$, powstającej pod wpływem działania wody utlenionej na heksametylenotetraminę. Produkt ten ma bardzo silne własności inicjujące, nie ustępujące własnościom piorunianu rtęci, lub azotku ołowiu. Są jednak pewne dane, że wymieniona substancja rozkłada się w czasie dłuższego przechowywania w temp. pokojowej.

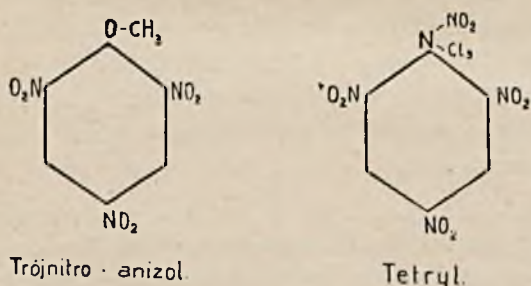
Chlor, otrzymywany obecnie w wielkich ilościach przy elektrolizie soli kuchennej i chlorku potasu, służy pośrednio do fabrykacji bardzo ważnego materiału wybuchowego, kwasu pikrynowego. Przy tej fabrykacji wychodzi się z węglowodoru najbardziej dostępnego ze wszystkich związków aromatycznych, mianowicie z benzenu.



Taniość syntetycznego *alkoholu metylowego* umożliwia przejście od chlorodwunitrobenzenu do trójnitroanizolu.

Trójnitroanizol ma własności zbliżone do kwasu pikrynowego, lecz nie posiada kwaśnego charakteru, który jest wielką wadą kwasu pikrynowego. Dzięki temu nie nagryza metali. Niski punkt topnienia 65°C, (kwas pikr. 122°C) ułatwia napełnianie pocisków tym materiałem w stanie stopionym. Pod względem siły zajmuje on miejsce pośrednie między kwasem pikrynowym, a trotylem (tablica).

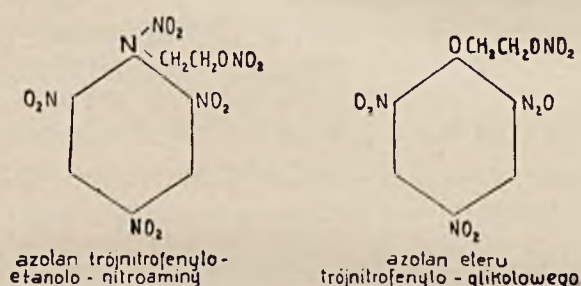
Alkohol metylowy jest również potrzebny do wyrobu *dwumetyloaniliny*, która poddana nitracji daje *trójnitrofenylo-metylo-nitroaminę*, t. zw. *tetryl*, materiał wybuchowy bardzo silny, służący do napełniania spłonek i detonatorów jako ładunek wtórny.



Chlorohydryna i formaldehyd, dwa produkty, o zastosowaniu których była już mowa, mogą służyć również i do syntezy innych substancji wybuchowych. Np. chlorohydryna reagując z amoniakiem daje jedno, dwu i trójetanoaminę. Związki te ukazały się na rynkach światowych w ciągu ostatnich paru lat, znajdując bardzo liczne zastosowanie w różnych dziedzinach przemysłu. Działaniem kwasu azotowego mogą być przerobione na materiały wybuchowe, o niezbyt coprawda wielkiej wartości praktycznej, ale stanowią one produkty wyjściowe do otrzymania bardziej skomplikowanych połączeń, stanowią-

cych zarazem doskonałe materiały wybuchowe. Np. *trójfenyloetanolamina* przy nitracji daje substancję (azotan trójnitrofenyloetanolonitroaminy), która pod względem stałości chemicznej zbliża się do tetrylu, jednak dzięki dużej ilości nagromadzonych grup NO₂ jest od niego silniejsza.

Chlorohydryna glikolu w inny jeszcze sposób może służyć do otrzymania materiału wybuchowego, mianowicie kondensowana z fenolem i nitrowana daje azotan eteru dwu lub trój-fenyloglikolowego*). Materiał ten dzięki zdolności żelatynowania nitrocelulozy może zastępować nitroglicerynę w prochach bezdymnych nitroglicerynowych (bez rozpuszczalnika) pozatem nadaje się do napełniania pocisków przez nalewanie, lub zaprasowywanie.



Reakcje katalitycznego wodorowania, tak szeroko stosowane przez współczesny przemysł chemiczny, dostarczają również produktów, które mogą być użyte do fabrykacji materiałów wybuchowych. Np. fenol pod działaniem wodoru na katalizatorze niklowym (reakcja Sabatier'a i Senderens'a) przechodzi w cykloheksanol, który daje z formaldehydem wielowartościowe alkohole, te zaś z kolei można estryfikować kwasem azotowym**).

Przemysł azotniakowy i cjanowy dają znów źródła, z których można czerpać nowe surowce do wyrobu materiałów wybuchowych. Mianowicie pochodne cjanamidu jak *mocznik*, *dwu-cjanodwuamid* i *guanidyna* pod działaniem kwasu azotowego przeistaczają się w nitrozwiązki o pewnych własnościach wybuchowych, sam zaś dwucjanodwuamid w mieszaninie z azotanem amonu miał zastosowanie podczas wojny światowej, jako nisko topliwy materiał wybuchowy. Do pochodnych guanidyny należy materiał inicjujący *tetrazen*. Wreszcie *cjanowódór* może służyć do fabrykacji *azotku cjanuru*, materiału inicjującego o wzorze: (CN)₈ (N₃)₃, który spowodu lotności i niebezpieczeństwa przy otrzymywaniu nie zyskał jednak zastosowania.

*) D. R. P. 551 306.

**) D. R. P. 509 118.

	Maksymalna gęstość ładunku	Ciepło wybuchu w kalorjach ^{*)}	Objętość gazów w litrach ^{*)}	Temp. w °C	Ciśnienie właściwe f kg/cm ²	Prędkość detonacji m/sek.	Wydęcie w bloku Trauzla w cm ³
Trotyl	1,59	950	690	2800	8080	6800	310
Kwas pikrynowy .	1,69	1000	675	3230	8950	7250	350
Tetryl	1,63	1090	710	3370	9680	7400	370
Heksogen	1,70	1390	908	3380	12600	8380	520
Nitrogliceryna . .	1,60	1595	716	4250	12250	8000	550
Nitroglikol	1,50	1705	737	4430	13115	8000	600
Pentryt	1,62	1400	780	4050	12700	8400	540

^{*)} z 1 kg — materiału wybuchowego.

Zakończenie. Przytoczone przykłady nie wyczerpują bynajmniej wszystkich możliwości, związanych z wykorzystaniem produkcji współczesnego przemysłu chemicznego. Trudno prze-

widzieć te możliwości, jednak jest rzeczą pewną, że ciągły postęp w dziedzinie chemii materiałów wybuchowych jest ściśle skoordynowany z postę-
pem wielu innych gałęzi technologii chemicznej.

Literatura:

J. P. Lehalleur. *Chimie et Ind.* 29. 258 (1933).
A. Foulon. *Ztsch. f. das ges. Schiess- u. Sprengstoffw.* 27, 191, 399 (1932).

A. Stettbacher. *Schiess- u. Sprengstoffe*, Leipzig (1933).
Aubry. *Mémorial des Poudres.* 25. 189 (1932/33).

Ph. Naoum. *Nitroglycerin und Nitroglycerinsprengstoffe*, Berlin (1924).

Przegląd czasopism technicznych.

ENERGETYKA.

Szlam kotłowy — niedoceniane źródło niebezpieczeństwa.

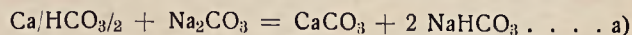
Chem. Ztg. 18 — 172, 1932 r.

Uszkodzenia kotłów parowych objaśnia się zazwyczaj właściwościami wody zasilającej i tworzeniem się kamienia kotłowego. Rola szlamu kotłowego, jako źródła szkód, była przeważnie pomijana i niedoceniana, aczkolwiek pozostaje w ścisłym związku z obu powyższymi czynnikami. Wszelkie środki bądź natury chemicznej, bądź termicznej, przeciwdziałające tworzeniu się kamienia kotłowego, powodują wydzielanie się szlamu. Z biegiem czasu ilości szlamu mogą się zwiększać zwłaszcza, jeśli środki chemiczne, mające zapobiegać osadzaniu się kamienia kotłowego, dodawane są bezpośrednio do kotła. Nawet chemiczne przygotowanie wody zasilającej poza kotłem nie zapobiega tworzeniu się szlamu w kotle.

Szkody, które powoduje szlam, są prawie że nieznanne, a przeważnie niedoceniane. W wielu kotłach panuje nawet pogląd, że szlam dopóki nie przywarł do powierzchni ogrzewalnej jest nieszkodliwy. Ażeby poznać własności szlamu i ukryte w nim niebezpieczeństwo, należy bodaj pokrótce uświadomić sobie, jakim przemianom chemicznym ulegają składniki wody zasilającej, zanim dostaną się do kotła, i jak powstaje szlam. Jak wiadomo, woda w stanie surowym zawiera pewne składniki decydujące o jej twardości, a które są następnie źródłem szlamu, osiadającego na ścianach lub na dnie kotła. Większe

ilości tego szlamu, jak zobaczymy niżej, mogą spowodować poważne uszkodzenia kotła.

Czyszczenie wody do zasilania kotłów ma właśnie na celu usunięcie ich i polega zazwyczaj na dodawaniu do niej sody lub innych chemikaliów w specjalnych oczyszczalnikach, w zbiornikach z wodą zasilającą bądź wprost do kotła. Chemikalja dodawane (np. soda Na₂CO₃) tworzą ze wspomnianymi składnikami (np. z kwaśnym węglanem wapniowym Ca/HCO_{3/2}) związki nierozpuszczalne, wypadające z roztworu w postaci osadu — szlamu:

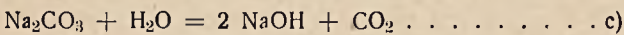


oprócz więc nierozpuszczalnego węglanu wapnia, który może być usunięty z wody zapomocą filtra, powstaje jeszcze kwaśny węglan sodowy NaHCO₃ rozpuszczalny, a więc niedający się filtrowaniem z wody usunąć. Ten właśnie kwaśny węglan sodowy, pozatem resztki składników, powodujących nieraz jeszcze 3 — 4% twardości (sole Ca, Mg) oraz pewna ilość sody, której dodaje się zazwyczaj w nadmiarze — dostają się z wodą do kotła.

Woda zasilająca, wchodząca do kotła, jako zimniejsza niż woda w kotle, opada na dół ogrzewając się stopniowo. W miarę ogrzewania się następuje wydzielanie pozostałych składników twardości w formie stałej, skutkiem reakcji z nadmiarem sody, bądź w drodze termicznego rozkładu. Powstaje szlam, który składa się przeważnie z węglanu wapnia CaCO₃. Równocześnie pod wpływem temp. i ciśnienia w kotle następuje hydrolytyczny rozkład

kwaśnego węgla sodowego NaHCO_3 w myśl równania:
 $2 \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ b)
 a więc z wytworzeniem sody i dwutlenku węgla CO_2 . Powstały gazowy dwutlenek węgla pokrywa małeńkimi pęcherzykami opadające cząstki osadu i pozostaje w szlamie, gromadzącym się na dnie. Rozkład NaHCO_3 odbywa się powoli, tak że w szlamie na dnie kotła proces ten przebiega dalej a powstające pęcherzyki CO_2 pozostają na dnie pod powłoką szlamu, która utrudnia im wzniesienie się do góry.

Soda powstała z rozkładu NaHCO_3 w myśl równania (b) ulega dalszemu rozkładowi hydrolytycznemu i to tem więcej, im większe jest ciśnienie w kotle. Proces ten wyraża równanie następujące:



W rezultacie z sody powstał wodorotlenek sodowy NaOH i dwutlenek węgla. Rozkład sody, powstałej z kwaśnego węgla sodowego i z nadmiaru dodanego przy oczyszczaniu wody zasilającej, odbywa się przeważnie w szlamie, który nagromadzając się wzbogaca się coraz bardziej w wodorotlenek sodowy i pęcherzyki CO_2 . Agresywne działanie wodorotlenku sodowego na miedź i żelazo jest powszechnie znane. Mniej znane jest szkodliwe działanie CO_2 który atakuje żelazo w wysokim stopniu, a w tym wypadku pod powłoką szlamu ma po temu dogodne warunki. Według ostatnich badań CO_2 atakuje żelazo we wrzącej wodzie nawet w nieobecności tlenu. Jak podają Just i Engler powstaje wówczas węgiel żelaza i wodór. Tlen zazwyczaj obecny w wodzie ułatwia ten proces. Powstaje wówczas wodorotlenek żelaza i CO_2 , który dalej atakuje obnażoną powierzchnię metalu. W miejscu gdzie przylegał pęcherzyk CO_2 materiał staje się gąbczasty i odpada. Wyżarcia takie postępujące głębiej (do 4—5 mm) osłabiają blachę kotłową, powodując kosztowne naprawy, lub konieczność obniżenia ciśnienia ruchowego kotła. Bardzo często obserwuje się wyżarcia na dolnych częściach rur płomienicowych i na ich połączeniach z czółową ścianą kotła, są to właśnie skutki działania pęcherzyków CO_2 , które unosiły się ze szlamu. Fakt ten jest znany każdemu fachowcowi. Nieznajomość jednak właściwej przyczyny uniemożliwiała nieraz skuteczne przeciwdziałanie. Zjawisko to występuje w silniejszym stopniu tam, gdzie sodej dodaje się do zbiorników z wodą zasilającą lub wprost do kotła, ponieważ wówczas ilości szlamu są większe.

Nietylko dodawanie sody powoduje wyżej wspomniane reakcje — występują one i przy innych metodach oczyszczania wody kotłowej, np. przy metodzie permutytowej. Po przejściu przez masę permutytową zawarty w wodzie kwaśny węgiel wapnia zostaje zamieniony na kwaśny węgiel sodowy; w ten sposób, że Ca z kw. węglanu sodowego ruguje z permutytu sój, wchodząc na jego miejsce. Kw. węgiel sodowy ulega w kotle rozkładowi na sodej i CO_2 , a powstała soda na wodorotlenek sodowy i CO_2 , tak jak to wyżej było podane.

Fosforan trójsodowy, stosowany coraz częściej do czyszczenia wód, daje również węgiel sodowy.

Rozkład sody na NaOH i CO_2 wg badań Splittbergera następuje już pod niskim ciśnieniem, bo około 3 at. Pod ciśnieniem 15 at ulega rozkładowi 80%, a pod ciśnieniem 20 at 90% sody.

Należy uwzględnić również, że nawet gdy do surowej wody zasilającej nie dodaje się żadnych chemikalji, to i wówczas wraz z tworzeniem się szlamu następuje

wydzielanie się CO_2 , na skutek rozkładu kw. węglanu wapniowego na węgiel wapniowy i CO_2 w myśl równania:
 $\text{Ca/HCO}_3/2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ d)
 a więc i w tym wypadku jest CO_2 gazowy, którego pęcherzyki przylegają do cząsteczek CaCO_3 i opadają z niemi na dno, gdzie w szlamie wywierają swoje szkodliwe działanie na blachę kotłową.

Powyższe wywody ograniczały się do chemicznego działania składników szlamu na blachę kotłową. Poza tem szlam może być przyczyną korozji o charakterze elektrochemicznym. Mianowicie, wolne niepokryte osadem powierzchnie metaliczne pod wpływem działania tlenu powlekają się nadzwyczaj cienką warstewką ochronną, która czyni metal „szlachetniejszym”. Na częściach metalu pokrytych szlamem taka warstewka wytworzyć się nie może, a przez to są one mniej szlachetne. Między pokrytą szlamem i wolną od szlamu powierzchnią powstaje pewna różnica potencjałów, a zatem tworzy się ogniwo, w którym mniej szlachetny metal (powierzchnia pokryta szlamem) jako anoda przechodzi do roztworu, podczas gdy powierzchnia metalu niepokryta szlamem służy jako katoda. Dlatego też b. często znajdujemy pod powierzchnią osadu na blasze b. silne ślady korozji.

Jak widać z powyższego szlam kotłowy jest źródłem poważnego niebezpieczeństwa i nie powinien być lekceważony. Niniejsza analiza podaje skład szlamu

Woda higroskopijna	0,37 %
Fe_2O_3	12,28 %
Al_2O_3	0,60 %
CaO	38,33 %
MgO	8,83 %
SiO_2	9,16 %
CO_2	27,10 %
SO_3	0,54 %
Woda związana	2,79 %

W analizie tej zasługuje na uwagę znaczna ilość tlenu żelaza (12,28 %), jako skutek korodującego działania CO_2 .

Do opisanych szkód, których przyczyną jest nagromadzenie się szlamu, dodać należy jeszcze uszkodzenia natury mechanicznej. Jeśli nagromadzą się duże ilości szlamu, to cyrkulacja wody może sprawić, że szlam dostanie się do kanałów wodowskazowych i może spowodować ich zatkanie, co było już nieraz przyczyną eksplozji kotła. Zdarza się, że na powierzchniach ogrzewalnych tworzą się złoza szlamu, które są tak samo niebezpieczne jak kamień kotłowy, gdyż utrudniają przechodzenie ciepła. Szlam może poza tem być tem niebezpieczny, że porwany z wodą przez parę działa szlifująco na powierzchnie uszczelniające, może też dostać się do cylindrów maszyn parowych, niszcząc powierzchnie ślizgowe suwaka, tłoka itp.

Wywody powyższe dają obraz szkodliwości szlamu kotłowego z punktu widzenia chemicznego jak również mechanicznego, a usuwanie szlamu we właściwym czasie i sposób jego usuwania posiada pierwszorzędne znaczenie. Doświadczenia wykazały, że najwłaściwszem jest odpuszczanie szlamu okresowe i równomierne; okazało się bowiem, że szlam świeżo utworzony jest pulchny, a następnie twardnieje. Dlatego należy go odpuszczać w okresach 1—2 godzinach zanim stwardnieje, otwierając wentyl na kilka sekund. Inaczej szlam będzie porywany tylko z miejsc najbliższych położonych otworu odszlamowującego.

Konstrukcję armatury odszlamowującej (wentyli) powinna cechować łatwość otwarcia i szczelnego zamknięcia. Poza to siedzisko i stożek powinny być wykonane z odpowiedniego materiału, aby powierzchnie uszczelniające skutecznie opierały się mechanicznie agresywnemu działaniu przepływającego szlamu.

Wielkie kondensatory.

Power, czerwiec 1933 r.

Elektrownia Hudson Avenue Station w Brooklyn posiada dwa turbozespoły po 160000 kVA. Kondensatory tych turbin są ciekawe pod względem konstrukcyjnym.

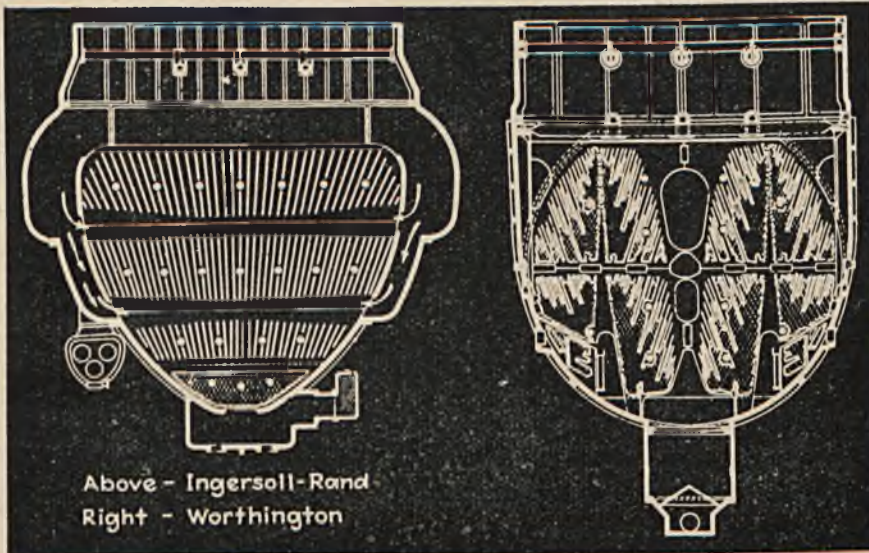
Kondensator Ingersolla o przekroju sercowym ma rury ułożone w 4 pasmach. Para wylotowa z turbiny wpada tylko częściowo do górnego pasma rur. Część pary omija tą pierwszą grupę rur i kanałami obwodowymi przechodzi do rur drugich i niższych kondygnacji (rys. 1). Rury są umocowane w krańcowych ścianach sitowych i podparte 4 ścianami wewnętrznymi szczelnymi, które nie pozwalają na ruch pary w kierunku osi kondensatora (rys. 2). Do usuwania powietrza służy 11 ejektorów rurowych. Komory wodne w pokrywach są podzielone na 4 grupy. Woda chłodząca cyrkuluje dwoma obwodami, z których każdy obejmuje 2 grupy.

Kondensator wyrobu Worthington ma przekrój prawie że cylindryczny. Układ rurek przedstawia się w przekroju jako wachlarz (rys. 1). Rurki umocowane są w ścianach sitowych krańcowych i podparte przez 6 ścian wewnętrznych, które posiadają wykroje, umożliwiające ruch pary w kierunku osiowym. Ejektor potrójny dwustopniowy usuwa powietrze. Woda chłodząca przepływa 2 obwodami.

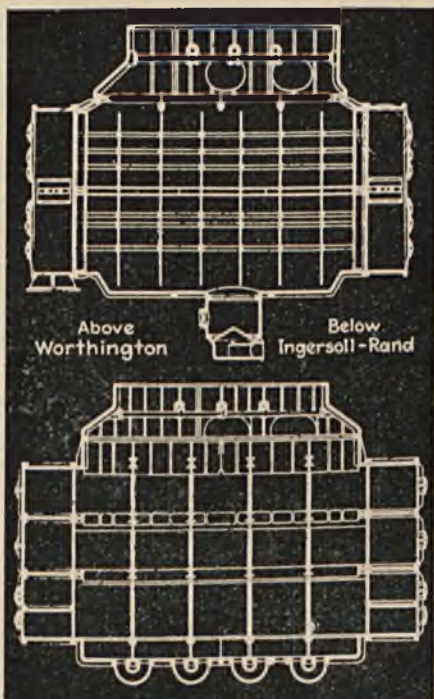
Próby odbiorcze tych kondensatorów odbyły się po kilkumiesięcznym ruchu. Trwały one 9 dni, podczas których robiono pomiary przy rozmaitych obciążeniach od największego do najmniejszego, spotykanego w normalnym ruchu. Tabela poniżej podaje

kilka danych z wyników prób. Ponieważ próby odbyły się po kilkumiesięcznym ruchu, gdy kondensator nie był już czysty, wprowadzono do obliczeń nową wielkość, współczynnik czystości. Wybrano w kondensatorze w kilku miejscach 6 grup po 5 rurek. W każdej grupie wymieniono 2 rurki na nowe, a pozostawiono 3 stare. Pomiar pierwszy służy do ustalenia przewodności ciepła nowych rurek względem starych. Iloraz przewodzenia ciepła nowych rurek przez przewodzenie ciepła starych rurek stanowił współczynnik czystości, który wynosi 1,0 czyli 100% dla nowego kondensatora.

Wyniki prób odbiorczych ujęto w formie wykresów.



Rys. 1.



Rys. 2.

Mają one po 9 400 m² powierzchni chłodzącej. Jeden z nich dostarczyły Zakłady Worthington, drugi Zakłady Ingersoll-Rand.

Nr. próby	to/h pary skrapl.	ciepło odprowadzone miliony kcal/h	ciśnienie abs. mm Hg	ilość wody chłodzącej m ³ /min.	stoperń czystości	temp. skrapl. °C
Kondensator Worthington						
1	333	173	27,6	760	0,68	27,8
3	196	105	22,5	535	0,72	24,3
6	452	232	34,5	754	0,61	31,5
8	634	325	54,0	531	0,62	39,5
9	632	324	46,2	760	0,59	36,5
Kondensator Ingersoll-Rand						
5	289	152	27,9	805	0,78	27,8
7	460	236	44,5	514	0,77	35,8
9	613	315	45,6	804	0,74	36,1
11	352	181	35,5	521	0,76	32,2

ELEKTROTECHNIKA.

Maszyny elektryczne konstrukcji spawanej.

Przegląd Elektrotechniczny, zeszyt 12, 1933 r.

W zeszłym roku na łamach „Technika“ podnoszono konieczność zastosowania spawania elektrycznego w budowie maszyn elektrycznych, produkowanych w kraju, oraz zalety, jakie posiada ten sposób fabrykacji. Obecnie Polskie Zakłady Skody (jak wynika z komunikatu zgłoszonego na V. Walne Zgromadzenie S. E. P.), począwszy od drobnych robót spawalniczych, przeszły pierwsze w Polsce do wykonywania maszyn całkowicie spawanych. Zaprojektowano i wykonano już kilkadziesiąt maszyn różnej mocy od kilku do kilkuset kilowatów. Niektóre z nich były spawane częściowo, inne całkowicie. System ten pozwala na rozszerzenie programu fabrykacyjnego bez wielkich i kosztownych inwestycji przy równoczesnym zmniejszeniu wagi o 25—60 %.

W komunikacie tym znajduje się ciekawe zestawienie opisu eksperymentu z opisem wypadku, które świadczy o wytrzymałości maszyn spawanych. Mianowicie w firmie Siemens podniesiono na próbę spawany elektrycznie stojan maszyny o średniej mocy na wysokość około 8 m i następnie rzucono go na ziemię. Mimo tak poważnego upadku nie zauważono najmniejszych uszkodzeń ani też odkształceń. Podobna próba rzucenia tego samego stojana z wysokości 12 m, spowodowała zgięcie jednej łapy, usunięte paru uderzeniami ręcznego młotka, oraz deformacje do 2 mm wewnętrznego wytoczenia kadłuba. Wypadek, o którym była mowa, zdarzył się w jednej z fabryk firmy A. E. G. w Rosji południowej. Spadła tam maszyna złożona z części lanych o mocy ok. 150 HP na drewnianą podłogę hali fabrycznej w wysokości około 8 m i rozbiła się na kilka części.

BUDOWA MASZYN.

Angielski silnik Diesel'a o wielkiej mocy.

Motor Ship, Lond. Nr. 160, 1933 r.

Obecnie przeprowadza się w Anglii doświadczenia na nowym dwucylindrowym silniku Diesel'a, podwójnego działania pracującym w dwutakcie, a zbudowanym przez firmę Richardsons, Westgarth, o mocy w jednym cylindrze 1250 HP. Wymiary silnika: średnica cylindra 679,4 mm, skok tłoka 1200,1 mm, liczba obrotów 115 min, wysokość kompresji 31,5 at. Górne i dolne dna tłoka wykonane są ze stali, a cylindryczna część, która niesie pierścienie — z żeliwa. Dławiki cylindra są na obu końcach chronione pierścieniami chromoniklowymi. Nakrętka drąga tłokowego na górze tłoka i sam drąg tłokowy na dole chronione są specjalnymi osłonami przed działaniem strumienia paliwa. Każda połówka cylindra posiada szereg stycznie ustawionych szczelin, sterowanych suwakiem o małym skoku. Po ukończeniu okresu wydmuchu t. zn. po zamknięciu szczeliny wydmuchowej, doprowadza się temi szczelnymi dodatkowe powietrze do cylindra, które, obiegając spiralnie wewnątrz cylindra, powoduje należyte wymieszanie się paliwa z powietrzem. Wał krzywkowy dla napędu pompek paliwowych napędzany jest łańcuchem. Tłoki jak również dławiki drągów tłokowych posiadają chłodzenie oliwne.

Chłodzenie powietrzem wielkich motorów samochodowych.

Autom. Indust. Nr. 11, 1933 r.

Jedna z firm amerykańskich Heat-Controlled Motor Co. w Mineapolis przerobiła samochodowy motor

„Liberty“ na chłodzenie powietrzem. Motor posiada 12 cylindrów o wierceniu 127 mm i 178 mm skoku. W przerobionym motorze zastąpiono żeliwne cylindry, cylindrami żebrowymi ze stali chromo-molibdenowej, do których przytwierdzono śrubami głowice, wykonane z lekkiego stopu. W ciekawy sposób urządzono chłodzenie powietrzem zaworów wydmuchowych i tłoków z lekkiego stopu. Aby umożliwić dojsię powietrza do zaworów wydmuchowych, trzpień każdego zaworu został przewiercony, przyczem w nawierceniu umocowano rurkę sięgającą spodu grzybka zaworu. Powietrze chłodzące przechodzi obok rury, a po nagraniu się doprowadza się je wnętrzem rury do górnej części trzpienia zaworu. Tłoki są u dołu zamknięte, przyczem do wnętrza tłoka doprowadza i odprowadza się powietrze zapomocą wysuwalnych teleskopowo rur, przyłączonych do rurociągów powietrznych w karterze motoru. Denka tłoków zaopatrzone są żebrami w celu lepszej wymiany ciepła. Powietrze potrzebne do chłodzenia cylindrów jest dostarczane przez wentylator o średnicy 560 mm i wydajności 139 m³/min przy ciśnieniu 120 mm sł. wody i 1600 obr./min. Drugi mniejszy wentylator, pracujący przy ciśnieniu 305 mm sł. wody przy 3.200 obr./min., dostarcza powietrza do chłodzenia wnętrza motoru.

Pomiary dokonane na przebudowanym motorze wykazały, że różnica temperatur w głowicach cylindrów pomiędzy zaworami a górną krawędzią płaszcza cylindrów nie przekraczała 265 °C, przyczem motor rozwijał moc 380 HP przy 1.500 obr./min. Po skończeniu badań na stanowisku próbnym wbudowano motor do tanku o wadze 44 t (typ VIII) i poddano dalszym próbom. W czasie próbnych jazd tank dodatkowo obciążony zahamowanym tankiem 23 t uzyskał szybkość 8 km/h.

Jako największą zaletę chłodzenia powietrzem należy wymieniać mniejsze zapotrzebowanie miejsca dla silnika.

CHEMJA.

Synteza acetyleny przez pyrolizę metanu.

Ind. and Eng. Chem. Nr. 22., 1933 r.

Gaz ziemny, wydobywający się w olbrzymich ilościach z głębi ziemi, stanowi oddawna przedmiot obszernej studjów jako tani surowiec związków węglowych. Zagadnienie to, bardzo interesujące dla naszego kraju, jest szeroko opracowywane w polskich pracowniach badawczych. (Prace i patenty dotyczące chlorowania i kondensacji gazu ziemnego wzgl. metanu Tołoczki, Klinga, Suchardy i innych).

Tematy te również bardzo interesują Amerykę. Niedawno ukazała się praca amerykańska pod powyższym tytułem. Autorowie jej Storch i Golden zdołali przeprowadzić do 36 % metanu w nienasycone węglowodory, głównie acetylen (ponad 90 %), przez przepuszczanie mieszaniny metanu z bezwodnikiem węglowym przez rurę kwarcową rozgrzaną do 1500—1550 °C, powstaje przytem tlenek węgla w ilości odpowiadającej zużyciu do 25 % metanu. Według wymienionych autorów reakcję tę można przeprowadzić i w skali technicznej. W tym celu mieszaninę dwutlenku węgla z metanem wzgl. gazem ziemnym (zawierającym głównie metan obok małej ilości wyższych homologów) należałoby prowadzić przez piec z cegieł z alundum wzgl. węgla krzemu (karborundu), ogrzany do 1600 °C. Ogrzewanie pieca odbywałoby się przez perjodyczne przedmuchiwanie sprężonej mieszaniny gazu ziemnego i powietrza. Mieszaninę

gazu ziemnego z bezwodnikiem węglowym należy przepuszczać przez piec z taką szybkością, by czas zetknięcia gazu z wnętrzem pieca mieścił się w granicach 0,03—0,04 sek. Po obniżeniu temperatury pieca do 1450°C rozgrzewałoby się go na nowo. Tego rodzaju cykliczny proces ma być najekonomiczniejszym. Bezwodnik węglowy usuwałoby się zapomocą absorpcji w trójetanoloaminie, skąd mógłby być uzyskiwany z powrotem. Pozostawałoby do uzupełnienia tylko straty bezwodnika węglowego skutkiem redukcji na tlenek węgla. W ten sposób możnaby utrzymać gaz, zawierający około 10% nienasyconych węglowodorów (przeważnie acetylen), 10% tlenku węgla, 35% wodoru i 45% metanu. Acetylen można przeprowadzić w cenne produkty, jak aldehyd octowy, kw. octowy, benzol, chloropren itd. względnie w etylen, który z kolei mógłby służyć, jako surowiec do otrzymywania alkoholu etylowego, aldehydu mrówkowego, glikoli i olejów smarnych. Przez wolniejsze prowadzenie gazów przez piec uzyskiwałoby się produkt, zawierający bardzo mało metanu, lub niezawierający go wcale. Produkt ten składałby się z tlenku węgla, wodoru i acetyleny. Po zaabsorbowaniu acetyleny można pozostały gaz użyć do produkcji metanolu i wyższych alkoholi, albo syntetycznej benzyny na katalizatorach Fischera wzgl. Smitha.

ROZNE.

Wystawa światowa w Chicago.

Power, czerwiec i lipiec 1933 r.

Z okazji stulecia istnienia miasta Chicago urządzono tam wystawę międzynarodową pod nazwą: „Sto lat postępu”.

Podczas wystawy odbyły się w Chicago rozmaite zjazdy uroczystości itd.; tydzień od 25. czerwca do 1. lipca był „Tygodniem Techniki”. W tym czasie dwadzieścia kilka największych towarzystw technicznych odbyło swe walne zgromadzenia. Dzień 28. czerwca był specjalnie przeznaczony na „Święto Techniki”. W dniu tym odbyły się tylko uroczystości. Rano zebrały się stowarzyszenia techniczne na boisku, gdzie o godz. 10³⁰ wylądował Juan de la Cierva, sławny matematyk hiszpański i konstruktor samolotów autogiro. (Samoloty autogiro posiadają oprócz śmigła popędowego jeszcze śmigło pionowe, utrzymujące aparat w powietrzu i umożliwiające mu startowanie i lądowanie niemal pionowo. Dla swego wyglądu samoloty autogiro nazywają się latającymi wiatrakami). Juan de la Cierva został uroczystie przywitany przez zebrane stowarzyszenia, przyczem wręczono mu złoty medal Guggenheima. Medal ten stanowi odznakę bardzo cenną dla swej rzadkości i dostaje się tylko za wyjątkowe prace w lotnictwie. Cierva jest trzecim lotnikiem, który został nim oznaczonym. Pierwszym był Wright. Uroczystości „Święta Techniki” zakończono wspólnym bankietem przy udziale piętnastu tysięcy techników.

Dzienniki i tygodniki przynoszą od czasu do czasu wiadomości o wystawie w Chicago. Niebawem pojawią się artykuły w prasie fachowej. Wystawa w Chicago jest ciekawa nie tylko ze względu na swą rozległość i wielkość (zajmuje 5 km² wybrzeża nad jeziorem Michigan, energia potrzebna dla oświetlenia i popędu eksponatów, obsługi wodociągów, wyciągów itd. przekracza 40000 kW), lecz również ze względów architektonicznych, organizacyjnych itd. Lipcowy zeszyt „Power” przynosi szereg ciekawych zdjęć z tej wystawy.

RECENZJA KSIĄŻKI.

AKTUALNE ZAGADNIENIA KALKULACJI PRZEMYSŁOWEJ.

Inż. A. W. Kwieciński, Katowice, 1932 r.

Nakładem Sekcji Administracyjno-Handlowej Śląskiego Koła Naukowej Organizacji. Skład główny: Instytut Naukowej Organizacji, Warszawa, ul. Mokotowska 51/53.

Stron 135 on 8^o. Cena 14 zł., w oprawie 17,50 zł.

Książka inż. Kwiecińskiego stanowi cenne wzbogacenie literatury gospodarczej nie tylko polskiej lecz bezwzględnie i międzynarodowej. Ukazanie się jej zostało powitane ze strony fachowej z wielkim uznaniem, czego dowodzą krytyki w czasopismach „Hutnik” (1932, str. 188), „Przegląd Górniczo-Hutniczy” (1932, str. 346) i „Przegląd Organizacji” (1932, str. 370), jak również artykuł inż. Kuczewskiego („Metoda inż. Kwiecińskiego jako podstawa obliczenia kosztów własnych w hutnictwie”, „Hutnik”, 1932, str. 161), w którym wskazano na powszechność metod inż. Kwiecińskiego, umożliwiających każdemu przeprowadzenie analizy własnego przedsiębiorstwa w sposób ściśle naukowy, objaśniony na przykładach zaczerpniętych z życia.

Wzory matematyczne, wyprowadzone przez autora,

a charakteryzujące stronę gospodarczą przedsiębiorstwa, umożliwiają ocenę położenia gospodarczego danego zakładu w sposób wygodny i dostępny nawet w warunkach najtrudniejszych. Przekraczają one swym znaczeniem daleko ramy poszczególnych gałęzi przemysłu, zezwalając na ujęcie ściśle zagadnień gospodarczych o znaczeniu państwowym, jak np. eksportu dumpingowego, poziomu cen wewnętrznych (np. cukru albo węgla), bezrobocia i szeregu innych. Na końcu przytacza autor ciekawy program walki z bezrobociem, zasługujący na specjalną uwagę zwłaszcza czynników kierujących naszą polityką handlową i gospodarczą.

Książka inż. Kwiecińskiego jest doniosłym zjawiskiem w dziedzinie literatury gospodarczej, posiadającej mało dzieł o podobnych metodach traktowania zagadnień ekonomicznych. Gdyby metody ściśle, zastosowane w tej książce, osiągnęły należne rozpowszechnienie, nasze życie gospodarcze zostałoby uwolnione od wielu fałszywych i szkodliwych tez propagandowych pod pozorem naukowości. Niestety ekonomiści — jak dotychczas — nie bardzo skłonni są do nauczenia się ścisłego języka liczb i wykresów! Miejmy nadzieję, że książka inż. Kwiecińskiego włączy im drogę, którą prędzej czy później muszą przebyć.

Dział gospodarczy.

Przemysł węglowy w lipcu 1933 r.

Wytwórczość kopalń wynosiła w lipcu 2.084.812 t, w porównaniu z czerwcem (1.882.443 t) wzrosła w dalszym ciągu o 202.409 t, względnie o 10,75%. Wzrost produkcji ma miejsce we wszystkich zagłębiach. Wydobyte kopalń śląskich podniosło się z 1.420.852 t w czerwcu do 1.565.115 t w lipcu, czyli o 144.263 t, względnie o 10,15%, a produkcja w rejonie dąbrowsko-krakowskim wzrosła z 461.591 t w czerwcu do 519.697 t w lipcu, to jest o 58.106 t, albo o 12,59%.

W tychże samych mniejwięcej granicach podniósł się zbyte węgla. Ogólny zbyte łącznie z własnym zużyciem i deputatami wynosił 2.128.705 t, wyczerpując w całości bieżącą wytwórczość i przyczyniając się zarazem do częściowej, zresztą nieznacznej, redukcji zapasów węgla na zwałach, których stan obniżył się z 2.234.224 t, notowanych w początkach miesiąca, do 2.167.933 t na dzień 31. VIII. 1933 r., czyli o 66.291 t, w czym jednakże znajduje się 22.398 t, skreślonych jako zanikłych wskutek leżenia węgla na zwałach. W porównaniu z czerwcem zwiększył się ogólny odpływ węgla w lipcu o 218.217 t, względnie o 11,4%.

Poprawę zbytu spowodował zarówno rynek krajowy jakoteż eksport, szczególnie ten ostatni miał najpoważniejszy wpływ na ukształtowanie się poziomu zbytu, gdyż zbyte wewnętrzny podniósł się o 60.459 t, względnie o 5,89%, natomiast wywóz o 148.689 t, czyli o 21,70%.

Sprzedaż węgla na rynku wewnętrznym wynosiła w lipcu 1.086.398 t. Na korzystniejsze ukształtowanie się zbytu krajowego wpłynął przede wszystkim przemysł, którego zapotrzebowanie podniosło się o 39.531 t, względnie o 6,91%. Spowodowało to sezonowe ożywienie w brykietowniach, a przede wszystkim zwiększenie się zapotrzebowania na węgiel ze strony cementowni oraz przygotowanie się przemysłu cukrowniczego na nadchodzący sezon. Poza to na poprawę wpłynęły przemysły: przetwórczy, papierniczy oraz rolnictwo łącznie ze swym przemysłem przeróbczym, pokrywając zarazem ubytek, jaki spowodowały przemysł włókienniczy a także hutniczo-żelazny.

Dostawy kolejowe oraz dla wojska utrzymywały się na poziomie niższym o 6.873 t, niż w czerwcu.

Zapotrzebowanie znów na węgiel dla celów opałowych doznało już w lipcu pewnego ożywienia. W porównaniu z czerwcem podniosło się o 27.801 t, względnie o 13,48% w następstwie przystępowania rynku do uzupełnienia zapasów na nadchodzący okres zimowy. Zaznaczyć jednak należy, iż ogólny wzrost zbytu na rynku krajowym, a także produkcji obraca się właściwie w granicach większej liczby w lipcu o 3 dni roboczych.

Silniejszy wpływ na poziom ogólnego zbytu w lipcu wywarł eksport, którego poziom podniósł się w stosunku do czerwca o 148.689 t do cyfry 833.677 t. Na poprawę tę wpływają zarówno rynki licencyjne, jakoteż wszystkie pozostałe za wyjątkiem południowej grupy rynków europejskich, obejmującej Włochy.

Wywóz na rynki licencyjne wynosił w lipcu 145.358 t, to jest podniósł się o 55.910 t w porównaniu

z czerwcem. Wpłynęło na to podjęcie dowozu węgla na rynek czechosłowacki w wysokości 30 tys. t miesięcznie, w następstwie sfinalizowania pod koniec czerwca transakcji kompensacyjnej i zaważyła tu także poważna poprawa w wywozie węgla do Austrii, będąca następstwem podniesienia kontyngentu oraz wzrostu zamówień ze strony kolei, gazowni i cukrownictwa, które pozostają poza świadectwami przywozowymi. Także wysyłki na rynek gdański uległy poważnej poprawie, a to pod wpływem uzupełnienia przez handel zapasów węgla na składach.

Z rynków dalszych najpoważniejsza poprawa cechuje rynki skandynawskie, które odebrały w lipcu 373.924 t, a więc o 72.326 t więcej niż w czerwcu. Wzrost ten, aczkolwiek zachodzi po stronie wszystkich rynków tej grupy, jest jednak w głównej mierze udziałem rynku szwedzkiego, dokąd wywóz podniósł się z 169.523 t w czerwcu do 226.510 t w lipcu. Poprawa ta niestety ma charakter chwilowy i była wywołana silniejszym gromadzeniem tańszego węgla polskiego w obawie przed zastosowaniem ograniczeń w stosunku do niego w następstwie wejścia w życie traktatów handlowych z W. Brytanią.

Wzrost wywozu zachodzi również po stronie rynków bałtyckich, a to w związku ze wzrostem sezonowego zapotrzebowania. Rynki zachodnie cechuje znów względna stabilizacja, a to wobec utrzymania w lipcu przez Francję i Belgię kontyngentów na niezmiennym poziomie.

Natomiast wywóz do Włoch doznał po wroście w czerwcu dość poważnej redukcji, bo wynoszącej 17.398 t, a to w związku z zaostrzeniem się konkurencji oraz pod wpływem wzrostu frachtów morskich w kierunku tego rynku.

Pozostałe rynki europejskie w ogólnym ujęciu nie wykazują zmian. Natomiast zachodzą w ich obrębie pewne przesunięcia. Przede wszystkim zanotować należy poważne osłabienie się wywozu do Szwajcarii, które znów wyrównane zostało przez wzrost wywozu do Irlandji z 21.610 t w czerwcu do 29.055 t w lipcu.

Wysyłki na rynki pozaeuropejskie wykazują w lipcu poważniejszy przyrost 10.406 t, a to w związku z wysłaniem większych ilości do Algieru i ładunku 7.560 t do Egiptu.

Sprzedaż węgla w portach dla celów bunkrowych również się ożywiła, gdyż wykazuje przyrost w wysokości w wysokości 4.740 t. Naogół tedy przyjąć można, iż poprawa w wywozie węgla w lipcu wywołana jest przez wzrost sezonowego zapotrzebowania, a częściowo jest następstwem pozyskania znów dla węgla polskiego — aczkolwiek w granicach szczuplejszych — rynku czechosłowackiego, jakoteż następstwem dalszego rozwijania się ekspansji przez przemysł węglowy zwłaszcza na rynki dalej położone.

Stan wytwórczości i zbytu w miesiącu lipcu oraz w okresie styczeń-lipiec bieżącego roku w porównaniu z analogicznymi okresami roku zeszłego ilustrują następując cyfry:

	Lipiec	Lipiec	Łącznie styczeń — lipiec	
	1933 r.	1932 r.	1933 r.	1932 r.
Ilość dni roboczych . . .	26	26	173	173
Produkcja	2.084.812	2.323.371	13.990.093	15.691.837
1. Zbyt w kraju	1.086.398	1.250.591	7.578.869	8.190.278
z tego:				
Przemysł	611.590	616.928	4.033.921	4.112.559
Kolej	240.760	381.562	1.549.155	1.821.796
Pozostali odbiorcy i opał domowy	234.048	252.101	1.992.727	2.255.536
2. Eksport	833.677	837.467	4.958.044	5.551.815
z tego:				
Rynki licencyjne . . .	145.358	191.757	760.030	1.527.660
„ skandynawskie . . .	373.924	399.559	2.198.344	2.569.102
„ bałtycko-wschod. . .	55.775	45.820	198.189	291.416
„ zachodnie	95.877	79.040	650.290	536.080
„ południowe	62.819	67.317	544.698	501.957
„ pozostałe	99.964	53.974	606.614	326.269

Przemysł koksowy w lipcu 1933 r.

Miesiąc lipiec przyniósł pewne ożywienie w przemyśle koksowym. Wytwórczość koksowni wzrosła bowiem z 68.798 t w czerwcu do 93.369 t, to jest o 4.571 t, względnie o 5,15%. Wzrost ten jest jednak wyższy, aniżeli by na to wskazywała większa liczba o 1 dni roboczych, stąd też podniosła się średnia na dzień roboczy z 2.960 t w czerwcu do 3.012 t w lipcu, czyli o 52 t albo o 1,76%, to jest że w tymże stosunku wzrosło natężenie produkcji.

Na poprawę tę wpłynęło podniesienie się zbytu koksu zarówno na rynek krajowy jak i zagranicę.

Ogólny zbyt koksu łącznie z własnym zużyciem wynosił w lipcu 84.964 t, czyli w porównaniu z czerwcem był wyższy o 17.395 t, względnie o 25,74%, jednakże poziom wytwórczości nie został wyczerpany, wobec czego zapasy koksu wzrosły o dalsze 8.405 t do cyfry 387.820 t.

Na wzrost zbytu wpływ rynku wewnętrznego jest jednak słabszy niż eksportu.

Zbyt w kraju wynosił 67.058 t, wobec 59.341 t w czerwcu wzrósł o 7.717 t, to jest o 13,00%. Poprawa nastąpiła przez podniesienie się zapotrzebowania przemysłu, a w silniejszym stopniu od strony rynku opałowego.

Wywóz koksu doznał w lipcu bardzo wydatnej poprawy ilościowej. Wzrósł bowiem z 8.189 t w czerwcu do 17.885 t, to jest o 9.696 t. Przyczyniły się do tego wzmoczone zapotrzebowanie ze strony Gdańska, dokąd wywieziono 2.046 t wobec 429 t w czerwcu, dalej wysyłka partji koksu 4.623 t do Szwecji, 580 t do Egiptu, 750 t do Holandji, 500 t do Francji i wysłanie o 1 tys. tonn więcej do Włoch niż w poprzednim miesiącu.

W związku ze zbliżaniem się okresu zimowego, spodziewać się należy, iż ożywienie w przemyśle koksowym w nadchodzących tygodniach jeszcze się wzmocni.

Produkcja i zbyt brykietów w lipcu 1933 r.

Wytwórczość brykietowni wynosiła w lipcu 13.454 t, w stosunku do czerwca (6.601 t) podniosła się znacznie, bo wzrosła o 6.753 t.

W tychże samych niemal rozmiarach podniósł się zbyt brykietów na rynku krajowym, bo z 6.589 t w czerwcu

na 13.042 t w lipcu, to jest o 6.452 t, względnie o 97,92%. Tak poważną poprawę w zbycie krajowym powoduje wyłączenie zwiększenie się dostaw kolejowych z 6.529 t w czerwcu do 12.871 t w lipcu, w związku z uzupełnieniem przez administrację kolejową zapasów opałowych na zimę.

Podniósł się także wywóz brykietów z 80 t w czerwcu do 480 t w lipcu pod wpływem wzrostu wysyłek na rynek gdański i do Austrii.

Zbyt brykietów na rynku krajowym i zagranicę wynosił łącznie z własnym zużyciem 13.617 t, a więc przewyższał bieżącą produkcję o 263 tonn, to jest o tę cyfrę uległy redukcji zapasy brykietów, które pod koniec lipca spadły wobec tego do 3.143 t.

Obniżka płac w górnictwie węglowym.

W dniu 26. VII. b. r. odbyło się w Katowicach posiedzenie specjalnej Komisji Pojednawczej Rozjemczej, która pod przewodnictwem P. Inż. Seroki wydała orzeczenie w sprawie płac robotniczych w górnictwie węglowym na G. Śląsku. Ustalona orzeczeniem obniżka wynosi 6% z tem, że dla kopalni „Knurów” płace ustalone na poziomie o 6% niższym niż dla całego Śląska, dla kopalni „Radzionków” — o 4% niższym, dla kopalni „Dębieńsko” — o 7% niższym, dla kopalni „Hoym”, „Donnersmarck” i „Blücher” — o 9% niższym.

Powyżej ustalone tabele płac obowiązują od dn. 1. VIII. 1933 r. do dn. 31. VII. 1934 r. i mogą być wypowiedziane na miesiąc przed upływem tego terminu. O ile wypowiedzenie w tym terminie nie nastąpi, powyżej ustalone tabele płac obowiązują na dalsze 3 miesiące z jednomiesięcznym wypowiedzeniem.

Również w rejonach dąbrowskim i krakowskim za targ o wysokość płac w przemyśle węglowym został rozstrzygnięty w drodze orzeczenia arbitrażowego, po uprzednio wyrażonej zgodzie na takie załatwienie sporu przez przedstawicieli Rady Zjazdu Przemysłowców Górniczo-Hutniczych oraz 6 związków zawodowych.

W myśl tego orzeczenia płace w górnictwie węglowym w Zagłębiu Dąbrowskim obniża się w stosunku do płac z lutego 1932 r. o 10%, w Zagłębiu Krakowskim

o 12% za wyjątkiem Sierszańskich Zakładów Górniczych, dla których obniżono płace o 15%. Nowe stawki płac będą obowiązywały od dn. 1. VIII. b. r. na czas nieokreślony z możliwością wypowiedzenia na 14 dni przed końcem każdego miesiąca przez każdą ze stron.

Powyższe orzeczenie nie dotyczy kopalń węgla, należących do Tow. „Saturn” i kopalni „Reden” Tow. Franko-Polskiego, które wystąpiły z Rady Zjazdu Przemysłowców Górniczo-Hutniczych i zawarły z robotnikami odrębne umowy, na mocy których zarobki zostały obniżone na kopalniach wyżej wymienionych towarzystw o 15%.

Przystąpienie Zakładów Solvay do Konwencji Węglowej.

Z dniem 1. lipca r. b. przystąpiły do Polskiej Konwencji Węglowej w charakterze jej uczestnika Zakłady Solvay, będące właścicielem kopalni Grodziec I w Zagłębiu Dąbrowskiem. W ten sposób Polska Konwencja Węglowa zrzeka w sobie wszystkie kopalnie głębokie w Polsce.

Zmiany w strukturze Konwencji Węglowej.

W związku z akcją, zmierzającą do poparcia eksportu węgla na rynki zamorskie, poza arbitrażami, które były dokonane pod tym kątem widzenia, doszło w ostatnim czasie do porozumienia między Ministerstwem Przemysłu i Handlu a towarzystwami, które korzystały z pewnych uprawnień w Konwencji Węglowej, w wyniku którego towarzystwa te ustąpiły na bieżący okres konwencyjny, to jest do końca marca 1934 r. część swych uprawnień

licencyjnych, któremi dysponować będzie Ministerstwo Przemysłu i Handlu według swego uznania. W ten sposób będzie ono w stanie wywierać wpływ na poziom uprawnień licencyjnych poszczególnych przedsiębiorstw. Niewątpliwie oznacza to rozszerzenie zakresu interwencji czynnika rządowego w przemyśle węglowym.

Układ handlowy fińsko-brytyjski.

Według doniesień ustalone zostały już zasady przyszłego traktatu handlowego z W. Brytanią. Podobnie jak w układach z krajami skandynawskimi, uregulowana w nim została sprawa przywozu węgla angielskiego na rynek fińlandzki. Finlandja zobowiązać się miała do pokrywania swego zapotrzebowania węglowego w 85% w kopalniach angielskich. Niewątpliwie jest to dalszy cios dla węgla polskiego na rynkach północnych, gdyż udział jego w aprowidowaniu Finlandji wynosił np. już po silnej redukcji przywozu polskiego jeszcze ponad 40% i na tym poziomie się utrzymywał w ciągu bieżącego roku.

Kopalnie szkockie wykazują straty.

Po poprawie, jaka miała miejsce w I kwartale, szkockie górnictwo węglowe wykazuje w II kwartale poważniejsze straty. Wynoszą one w kwietniu 63.035 f. szterl., w maju 59.050 f. szterl., a w czerwcu 71.287 f. szterl. czyli łącznie 193.372 f. szterl. Po odliczeniu 124.719 f. szterl. zysku, osiągniętego w I kwartale, w ostatecznym obrachunku pierwsze półrocze wykazuje stratę w wysokości 68.653 f. szterl., względnie 1,17 pensa na każdą do zbytu przeznaczoną tonnę.

Dział prawniczy.

Rozp. Rady Ministrów z 15. lipca 1933 r. (Dz. Ust. Nr. 56 poz. 426) zostało przeprowadzone połączenie Państwowych Fabryk Związków Azotowych w Chorzowie i Mościcach w jedno przedsiębiorstwo pod firmą Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych w Mościcach i w Chorzowie.

Na zasadzie oświadczeń Prezesa Rady Ministrów z 12. lipca 1933 r. (Dz. Ust. Nr. 56, poz. 428 i 429) weszły w życie w Województwie Śląskiem z dniem 22. lipca br. następujące ustawy:

1. dekret Prezydenta z 7. VI. 1928 r. o prawie przemysłowym oraz nowele z 17. III. 1932 r. i 24. III. 1933 r. (Dz. Ust. poz. 468/27, 293/32 i 209/33);

2. dekret Prezydenta z 15. VII. 1927 r. o izbach przemysłowo-handlowych oraz nowele z 10. III. 1932 r. i 24. III. 1933 r. (Dz. Ust. poz. 591/27, 292/32 i 210/33).

Dekretem Prezydenta z 5. sierpnia 1933 r. (Dz. Ust. Nr. 62, poz. 462) zostały z dniem 14. sierpnia br. zmienione przepisy o sądach przemysłowych i kupieckich w następującym kierunku:

1. odwołanie od wyroków sądów przemysłowych jest tylko wówczas dopuszczalne, o ile suma odwoławcza przekracza kwotę zł 200.

2. właściwość sądu przemysłowego i kupieckiego została rozszerzona na tych wszystkich pracowników przemysłowych wzgl. kupieckich, których pobory nie przekraczają kwoty zł 10.000 rocznie.

Rozp. Ministra Opieki Społecznej z 18. VII. 1933 r. (Dz. Ust. Śl. Nr. 18, poz. 41) została nadana z dniem 28. VII. 1933 r. moc powszechnie obowiązująca umowie zbiorowej przemysłu budowlanego z 14. i 21. VI. 1933 r., ogłoszonej w Gazecie Urzęd. Woj. Śl. Nr. 22, poz. 3, z 1933 r.

W Dz. Ust. Śl. Nr. 19, poz. 42, ogłoszone jest rozp. wyk. do ustawy o Woj. Funduszu Drogowym. Postanawia ono m. i. że pojazdy dopuszczone do ruchu uiszczają opłatę od początku tego miesiąca, w którym nastąpiło wydanie dowodu i znaków rejestracyjnych, zaś pojazdy wycofane z ruchu uiszczają opłatę do końca tego miesiąca, w którym nastąpiło zwrócenie dowodu i znaków rejestracyjnych. W razie zagubienia lub zniszczenia tych ostatnich wycofanie z ruchu następuje drogą złożenia Województwu odpowiedniej deklaracji. Właściciele pojazdów produkcji krajowej, którzy przedłożą poświadczenia Ministerstwa Spraw Wojskowych, iż pojazd odpowiada wymaganiom obrony Państwa, otrzymują 60% niżki opłat.

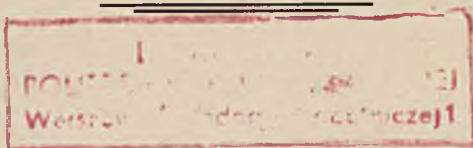
Z orzeczeń Najw. Trybunału Administracyjnego:

1. Ustawa o ubezpieczeniu pensyjnym z 10. VI. 1921 r. poz. 370, Dz. Ust. obowiązuje w cieszyńskiej części Województwa Śląskiego (wyrok z 25. I. 1928 r. L. rej. 670/26).

2. Dla ustalenia w myśl ustawy o zabezpieczeniu na wypadek bezrobocia, gdy dany zakład zatrudnia u siebie więcej niż 5 pracowników, rozstrzygająca jest absolutna liczba zatrudnionych, a nie liczba tych zśród nich, co do których zachodzą indywidualne wa-

runki zabezpieczenia (wyrok z 15. XI. 1929 r. L. rej. 3821/27).

Okólnikiem Ministerstwa Skarbu z 20. VI. 1933 r. (Dz. Urz. Min. Sk. Nr. 21, poz. 187) wyjaśniono, że inżynierowie pracujący w przedsiębiorstwach nie są obowiązani do składania zeznań o obrocie dla wymiaru podatku przemysłowego. Okólnik ten nie jest całkiem jasny; prawdopodobnie ma tu Ministerstwo na myśli tych inżynierów, którzy albo są zaangażowani na stałe pobory, albo pracują w charakterze udziałowców w firmach, stanowiących samoistne jednostki prawne.



Zamknięcie obozu praktykantów w Z g o d z i e

Dnia 30-go sierpnia został zamknięty obóz akademików-praktykantów w Zgodzie utworzony staraniem Województwa. W uroczystości tej wziął udział p. wicewojewoda dr. Saloni, reprezentanci władz z Ministerstwa i dyr. inż. Myciński prezes Stow. Inż. Wojew. Śląskiego. Zarówno myśl założenia obozu jak wprowadzenie w czyn okazały się w skutkach bardzo korzystne umożliwiając znacznej grupie młodzieży odbycie praktyki w zakładach przemysłowych i zapoznanie się ze Śląskiem. Jeden z młodzieży w krótkim przemówieniu złożył podziękowanie Władzom Państwowym i Radzie Stow. Inż. Woj. Śl. za inicjatywę i za jej zrealizowanie.

Wolna posada

w szkole rzemieślniczej poza G. Śląskiem. Poszukiwany inż.-mech. z pozwoleniem nauczania, 5 letnią praktyką nauczycielską i 3 letnią warsztatową. Informację w Sekretarjacie Stowarzyszenia — Katowice, Gmach Śl. Techn. Zakł. Nauk.

WYDAWCA: POLSKIE STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW WOJ. ŚLĄSKIEGO.
Redakcja i Administracja: Inż ALFRED ELANDT

Warunki prenumeraty: dla członków Stow. Inż. i Techn. — 12 zł. rocznie, dla nieczłonków — 20 zł. rocznie, płatnych w ratach kwartalnych. Cena pojedynczego numeru — 2 zł. — Rach. bież. w P. K. O. Nr. 300.742

Druk: Zakłady Graficzne „MERKURIA” Siemianowice Śl.

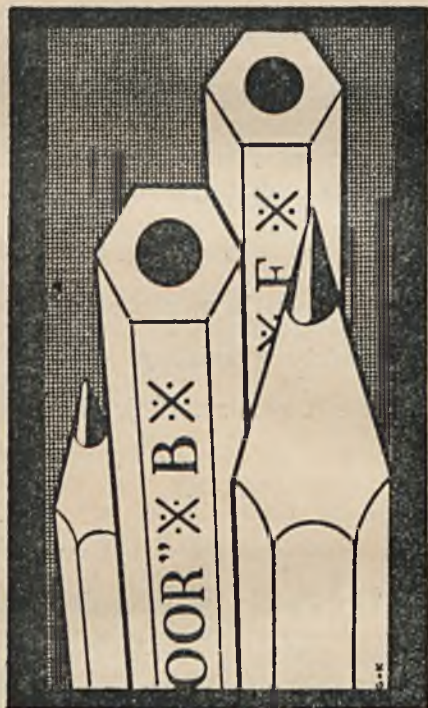
„TECHNIK“

O R G A N

POLSKIEGO STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW i TECHNIKÓW
WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO



OGŁOSZENIA W „TECHNIKU“, KTÓRY
CZYTANY JEST PRZEZ WSZYST-
KICH PRACOWNIKÓW PRZEMY-
SŁOWYCH, WPROWADZĄ WAS
na RYNEK ŚLĄSKI, DOTĄD PRZEZ
WAS NIEWYKORZYSTANY NALEŻYCIE



Polska Fabryka Ołówków
L. i C. Hardtmuth-Lechistan S. A.

Mamy zapotrzebowanie na kilkanaście tysięcy

kompletów okuć do skrzyń amunicyjnych,

t. j. zawias z blachy taśmowej, zamków karabinkowych i okuć narożnikowych z blachy winkłowej. Rysunek i prospekty na żądanie wyślemy. Zgłoszenia do „Technika“.



„GÓRNOSTEPHAN“



Budowa szybów i roboty górniczo-wiertnicze
Spółka z ogr. odp.

KATOWICE, Rynek Nr. 12

Telefon: Katowice 8-47. Skrytka pocztowa 338. Telegramy: Górnostephan, Katowice.

WYKONUJE FACHOWO i SOLIDNIE:

Głębianie szybów wszelkimi sposobami z zamrażaniem włącznie.

Roboty górnicze jak przekopy, komory, podszybia.

Obudowa szybów i chodników murowa, betonowa, żelazno-betonowa, betonitowa, stalowa, (własne patenty).

Reperacje obudowy szybów i chodników, cementowanie szybów.

Wiercenie otworów badawczych udarowo, obrotowo, na sucho lub z przepłókiwaniem.

Sprzedaż narzędzi „Widia“: Końcówki do świdrów. Zęby do wrębówek.

BUDOWA STUDNI

Własny personel — Własne maszyny — Fachowe porady

Fabryka Maszyn Górniczych

Tow. z ogr. por.,

Katowice-Załęże

Adres telegr. „BEMAG“ Telefon: 515



Typ: H 400—175
Q = 4 m³/min.
H = 250 m
η = 0,76

Wyrabia pompy odśrodkowe wszelkiego rodzaju i na każdą wydajność.

„SAM“ SP. AKC.

Münstermann

KATOWICE

ODLEWNIA ŻELAZA i METALI,
FABRYKA ARMATUR i MASZYN.



SPECJALNOŚĆ:

Zasowy z patentowanym łożyskiem kulkowym, na normalne i wysokie ciśnienie.

Zasowy do gazu i wody ze spec. dwudzielnym klinem, na ciśnienie aż do 100 atm.

Zasowy z hydraulicznym uruchomieniem.

Zawory ze skośnym wrzecionem, dwudzielnym korpusem, do użycia w formie kątowej i przelotowej z lekko wymiennym siodełkiem.

CENNIK OGŁOSZEŃ.

ogłoszenia na okładce:
str. druga str. czwarta

¹ / ₁ strony	240 zł.	270 zł.	300 zł.
¹ / ₂ „	140 „	150 „	170 „
¹ / ₄ „	80 „	90 „	100 „
¹ / ₈ „	50 „		

CENNIK WKŁADEK OGŁOSZENIOWYCH.

Wkładki luźne:

Wkładka dwustronicowa jedno i lub dwustronnie drukowana 60 zł.
Za każde następne dwie strony o 10 zł. drożej.

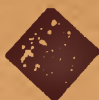
Wkładki zbroszurowane z czasopismem:

Za broszurowanie dolicza się 15 zł. do cen wkładek.



POLSKIE KOPALNIE SKARBOWE

NA GÓRNYM ŚLĄSKU
SPÓŁKA DZIERŻAWNA — SPÓŁKA AKCYJNA



**WĘGIEL
KOKS
BRYKIETY
SIARCZAN AMONU**

Z KOPALŃ:
KRÓL, KNURÓW, BIELSZOWICE



KRÓLEWSKA HUTA, G. ŚL.

RYNEK 9-16. ADR. TEL.: „SKARBOFERME” TELEFON 636, 640

REDAKCJA i ADMINISTRACJA: KATOWICE, UL. OPOLSKA 11, TELEFON 132 i 220.