

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Uwagi o konstrukcji kotłów wysokopiętnych, nap. Inż. B. Tołłoczko, Prof. Politechniki Warszawskiej.
Chłodzenie silników lotniczych (dok.), nap. Inż. K. Księski.
Wartość nawozowa osadów kanalizacyjnych oraz względy higieniczne przy stosowaniu ich do celów rolniczych, (dok.), nap. Inż. Z. Rudolf.
Przeгляд pism technicznych.

SOMMAIRE:

Refléxions sur la construction des chaudières à vapeur à haute pression, par M. B. Tołłoczko, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
Refroidissement des moteurs d'aviation (suite et fin), par M. K. Księski, Ingénieur.
L'emploi des sédiments des eaux d'égout comme les engrais (suite et fin), par M. Z. Rudolf, Ingénieur.
Revue documentaire.

Uwagi o konstrukcji kotłów wysokopiętnych^{*)}.

Napisał Inż. B. Tołłoczko, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Rozwój kotłów wysokopiętnych idzie w dwóch kierunkach. Jeden—nazwijmy go starym kierunkiem konstrukcyjnym—stara się przystosować znane kotły opłomkowe, stromorurkowe i sekcyjne, do zmienionych warunków pracy. Drugi—nowy kierunek konstrukcyjny—szuka nowych rozwiązań, opartych na odmiennych zasadach niż dotychczas stosowane i wyraża się w kotłach Löfflera¹⁾, Schmidta-Hartmanna, Bensona²⁾, Brown-Boveri, Blomquista³⁾, Ruths'a i t.d. Nawiasem trzeba jednak zaznaczyć, że każdy z tych kotłów jest wyrazem odmiennych myśli przewodnich. Do tej grupy należą także i kotły opromieniowane, chociażby one pracowały na zasadach starych kotłów.

Nie zajmując się opisem ani oceną poszczególnych konstrukcyj, postawię jednak pytanie, który kierunek konstrukcyjny ma większe widoki rozwoju i zastosowania w praktyce przyszłości. Otóż, mojem zdaniem, przyszłość należy do nowego kierunku konstrukcyjnego, ze względu na większy stopień bezpieczeństwa i niższą cenę kotła. Główną przeszkodą rozpowszechnienia się instalacyj wysokopiętnych jest wysoka cena kotłów. Korzyści cieplne są bezsporne, spornymi natomiast są korzyści finansowe. Przemysłowiec pyta bowiem nie jaką sprawność cieplną otrzymamy, lecz wiele będzie kosztować jednostka wytworzonej mocy, gdy policzymy także oprocentowanie i amortyzację kapitału zakładowego. Według jednego z obliczeń podanych ze źródeł amerykańskich, przy zwiększeniu ciśnienia z 35 na 100 at w instalacji złożonej z kotłów stromorurkowych zwiększone koszty zakładowe podwyższyły cenę 1 kWh o 7—8%, natomiast oszczędność na paliwie wynosi 12—15%. Wyniki te wskazywałyby na korzyść zastosowania

wysokich ciśnień, lecz zysk ten nie jest jeszcze tak duży, aby pokonał obawy przed ryzykiem wprowadzenia u siebie niewypróbowanych jeszcze urządzeń. Rozwiązanie zatem praktyczne instalacyj wysokopiętnych tkwi w obniżeniu kosztów zakładowych, w których cena kotłów gra poważną rolę.

Cena kotłów rośnie szybko ze wzrostem ciśnienia i zależna jest nie tylko od zużycia większej ilości materiałów (grubsze ścianki), lecz także od jakości materiału oraz sposobu wykonania. Walczaki nitowane są zastępowane przez walczaki bez szwu, kute lub walcowane, obtaczane, z zaciągniętymi dnami. Jasne jest, że ten sposób wykonania musi być droższy od nitowania, bo wymaga bez porównania większych i droższych urządzeń, niż stosunkowo proste urządzenia do wyrobu kotłów nitowanych. Również i materiały ulegają zmianie: zamiast stali węglistej stosowana jest stal niklowa o 3—5% Ni.

O ile drożej kosztuje kocioł wodnorurkowy wysokopiętny w porównaniu z takim samym kotłem niskopiętnym — na to pytanie może dokładnie odpowiedzieć fabryka tylko dla konkretnego wypadku, przy określeniu szczegółowem wszystkich urządzeń, które nie zawsze będą te same, np. kocioł wysokopiętny może mieć przegrzewacz międzystopniowy, którego niema przy kotle niskopiętnym. Również i cena w rozmaitych fabrykach nie jest ta sama, — nawet tych samych urządzeń dla niskich ciśnień, a cóż dopiero dla wysokich ciśnień, gdy brak należytego doświadczenia przy kalkulacji tych kotłów. Przy tem tylko zastrzeżeniu można ocenić, że przy obecnym stanie wytwórczości 100 at - kocioł wodnorurkowy, wraz z wszystkimi przynależnymi urządzeniami (bez budynku, urządzeń do transportu węgla i przewodów rurowych) kosztuje 2—3 razy drożej od takiego samego kotła dla 15 at, kocioł sekcyjny mniej, kocioł stromorurkowy — drożej.

Do oznaczenia ceny kotłów wysokopiętnych nowego kierunku konstrukcyjnego brak nam jeszcze więcej podstaw, gdyż kotłów tych wykonano bardzo mało, znacznie mniej niż poprzednich: nie-

^{*)} Referat wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich, dn. 25 marca r. b.

¹⁾ Przegl. Techn. t. 67 (1929), str. 4.

²⁾ Przegl. Techn. t. 62 (1924) str. 209, t. 65 (1927) str. 1003 i 1037.

³⁾ Przegl. Techn. t. 61 (1923), str. 307, t. 63 (1925), str. 474.

które pomysły nie zostały nawet jeszcze zrealizowane, a inne wykonano zaledwie jako instalacje próbne. Poniższe dane pochodzą od wynalazców: Hartmann podaje, że kocioł jego kosztować będzie 75—85%, Löffler — 85% tego, co kosztuje kocioł wodnorurkowy starej konstrukcji. Innych danych nie posiadam. Z podanych jednak cen, jak też i ustroju tych kotłów, widzimy, że są one i mogą być tańsze od poprzednich. W kierunku potaniaenia musi iść przytem ich rozwój. Konstruktor musi mieć to na uwadze, jeżeli chce, by jego kocioł nie pozostał tylko w sferze pomysłów niezrealizowanych, lecz znalazł szersze zastosowanie w praktyce.

Należałoby zatem zastanowić się, w jaki sposób można obniżyć cenę kotła. Naturalnie, że dro-

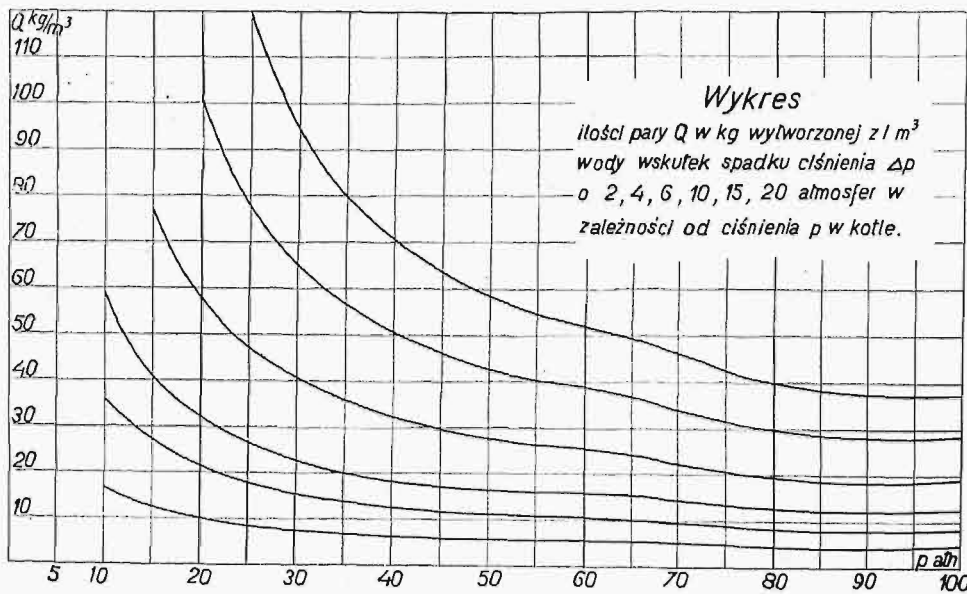
biu pary, to z wody zostanie zwolniona pewna ilość ciepła, gdyż ciepło cieczy spada ze spadkiem ciśnienia. Wydzielona z wody ilość ciepła będzie zużytkowana na wytworzenie pary. A więc w okresie spadku ciśnienia, wywołanego wzmożonym odbiorem pary, wytwarzanie się pary odbywa się nietylko wskutek dopływu ciepła z paleniska, ale i wskutek spadku ciśnienia, tem więcej, im więcej wody zawiera kocioł. W doborze pojemności kotła konstruktor ma możność wpływania na wahanie ciśnienia. Znaczenie pojemności wodnej kotła zwykliśmy jednak oceniać według doświadczeń osiągniętych przy kotłach niskoprężnych, przeocząc, że zdolność wyrównawcza zawartości wodnej kotła nie jest ta sama dla każdego ciśnienia, lecz maleje

ze wzrostem ciśnienia. Operując do niedawna w niedużych granicach, do 20 at, mogliśmy nie zwracać uwagi na tę zmianę, gdyż była ona nieduża, tak jak np. nie zwracaliśmy uwagi na zmianę wytrzymałości materiału. Gdy dziś robimy prawie nagle skok ogromny od 35 at do 100 at i więcej, musimy te zmiany badać skrupulatnie, gdyż mogą one wywierać poważny wpływ. Wykres rys. 1 podaje nam, ile kg pary zdolny jest wytworzyć 1 m³ wody przy danem ciśnieniu, gdy ciśnienie spadnie o 2, 4, 6, 10, 15 i 20 at. (Ilość wytworzonej pary wskazują rzędne, ciśnienie—odcięte). Widzimy z niego, że 1 m³ wody, przy spadku ciśnienia np. o 2 at, wytworzy pary w 100 at-kotle kilka razy mniej, niż w 15 at-kotle.

Z wykresu możemy także odczytać, jaki spadek ciśnienia wywoła wzmożony odbiór pary: jest on w 100 at-kotle kilka razy większy od spadku w 15 at-kotle. Odczytany spadek ciśnienia nie jest jednak równy rzeczywistemu. Byłby równy, gdyby a) pojemność wodna kotła wysokoprężnego była ta sama, co niskoprężnego; b) wzrost rozchodu pary na kWh wskutek spadku ciśnienia był ten sam w obu wypadkach; c) wzrost straty ciśnienia pary w przewodach był również ten sam.

Pojemność wodna kotła wysokoprężnego jest z reguły mniejsza, bo: a) powierzchnia ogrzewana, a więc i wymiary kotła wysokoprężnego są mniejsze, jak to uwidoczni wykres 3; b) walczaki robimy mniejszej średnicy ze względów wytrzymałościowych; c) ilość walczaków zmniejszamy, celem obniżenia kosztów.

Rozchód pary na kWh wzrasta wskutek spadku ciśnienia szybciej w obszarze niskich ciśnień, niż przy wysokich. Jednak, jeżeli weźmiemy pod uwagę wielkość spadku ciśnienia w obu wypadkach, to moglibyśmy otrzymać, że w instalacji wysokoprężnej wzrost rozchodu pary na kWh będzie czasem nawet większy, niż w niskoprężnej. Otrzymalibyśmy wówczas, że przy tym samym wzroście zapotrzebowania energii w obu instalacjach, wzrost zapotrzebowania pary



Rys. 1.

ga do tego celu może być różnoraka. Jedna z nich uwydatnia się już wyraźnie i można ją wskazać. Jeżeli zanalizujemy cenę kotła wysokoprężnego starej konstrukcji, to zobaczymy że największym zmianom przy wzroście ciśnienia ulega cena podgrzewacza i walczaków, koszt zaś innych części składowych zmienia się niewiele. Jeżeli podgrzewacz zmienia się w cenie — to przyczyną tego jest wzrost jego powierzchni ogrzewanej, natomiast zmianę ceny walczaków powoduje zmiana materiału i rodzaju wykonania. Tak np. walczak nitowany na 15 at, \varnothing 1200 mm i 6000 mm długości kosztuje 6700 zł., takich samych wymiarów walczak na 100 at, bez szwu, ze stali niklowej — 50700 zł. loco fabryka, bez cła (walczaków bez szwu nie wyrabiamy w kraju). Z porównania widać, że walczak ostatni kosztuje 7½ razy drożej od pierwszego. Usiłowania obniżenia ceny kotła muszą zatem iść w kierunku zmniejszenia ilości walczaków do minimum, względnie zastąpienia ich tańszymi elementami, gdyż tylko tym sposobem, możemy osiągnąć największe oszczędności.

Zmniejszenie liczby walczaków sprowadza zmniejszenie pojemności wodnej kotła. Znaczenie pojemności wodnej jest znane: im większa jest ta pojemność, tem mniejszym wahaniom ulega ciśnienie przy zmiennem zapotrzebowaniu pary. Jeżeli ciśnienie w kotle spadnie wskutek wzmożonego od-

byłby większy przy instalacji wysokoprężnej niż w niskoprężnej. Wielki spadek ciśnienia w kotle wysokoprężnym, wywołany powyżej wymienionymi przyczynami, spowoduje powiększenie się spadku ciśnienia w przewodach rurowych, a ten ze swej strony — przez wzrost rozchodu pary na kWh — oddziałuje na wzrost spadku ciśnienia w kotle. Spadek ciśnienia w przewodach rurowych określa równanie

$$z = \beta \gamma \frac{l}{d} w^2 \dots \dots \dots 1)$$

β — spódczynnik l — długość przewodu
 γ — ciężar właściwy d — średnica "
 w — prędkość.

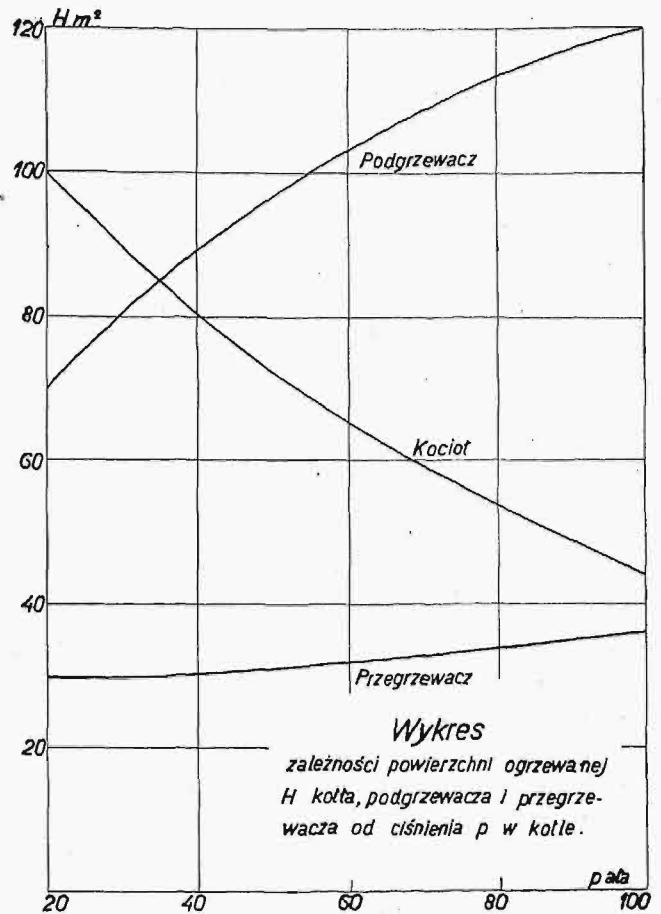
Jak widzimy, spadek ciśnienia w przewodach zwiększy się wskutek zwiększenia prędkości, spowodowanej a) zwiększeniem ilości (ciężaru) pary, b) zwiększeniem jej objętości, wskutek zwiększania się objętości właściwej pary przy malejącym ciśnieniu.

Sumując to wszystko, cośmy wyżej powiedzieli, otrzymamy, że spadek ciśnienia rzeczywisty będzie większy od odczytanego na wykresie 1. Jaki spadek ciśnienia jest dopuszczalny w instalacji wysokoprężnej bez szkody dla ruchu, jest dotychczas rzeczą sporną, wobec małego doświadczenia z temi instalacjami. Stwierdziwszy tylko, że może on być większy od spadków w obszarze niskich ciśnień, dalej tą sprawą nie będę się zajmować, gdyż poruszyłem ją tylko ubocznie, dla wykazania, że spadek ciśnienia w instalacjach wysokoprężnych, wskutek wzmożonego odbioru pary, jest z różnych przyczyn znacznie większy, niż w nistalacjach niskoprężnych, i dla jego opanowania w granicach dopuszczalnych musielibyśmy zrobić pojemność kotłów dużą, co podrażałoby bardzo kocioł i unicestwiałoby korzyści cieplne stosowania wysokich ciśnień. Trzeba tu z naciskiem powiedzieć, że usiłowania niektórych konstruktorów zwiększenia pojemności wodnej w celu zwiększenia zdolności wyrównawczej kotła (jak naprz. na rys. 3) nie prowadzą do celu: kocioł może będzie opanowywał wahania ciśnienia w żądanych granicach, ale go nikt nie będzie chciał zbudować, bo kWh będzie kosztować za wiele. Musimy więc szukać innego rozwiązania dla warunków zmiennego zapotrzebowania pary. To rozwiązanie jest już dziś znalezione, a jest niem przeniesienie zadania wyrównywania ciśnienia wskutek zmiany obciążenia na część niskoprężną instalacji. Oprócz tego — mojem zdaniem — należy zwiększyć zdolność szybkiego przystosowania się paleniska do zmiennego obciążenia.

Wyrównywania ciśnienia w części niskoprężnej możemy dokonać bądź przez zastosowanie zasobnika pary, bądź kotła niskoprężnego, zależnie od tego, czy chcemy opanowywać szczyty skoków obciążenia lub początek nagłych zmian obciążenia, zanim palenisko zdąży dostosować się do nowych warunków, czy też zmiany obciążenia całkowicie lub częściowo pokryć w części niskoprężnej.

Zachowanie pewnej, odpowiednio dużej, pojemności wodnej kotła uważam za potrzebne z innych względów. Kocioł o bardzo małej zawartości wody musi posiadać bardzo czułe zasilanie, dostosowujące się natychmiast do zmienionego obciążenia. Jeżeli np. zapotrzebowanie pary wzrośnie, a przyrządy zasilające nie podążą równocześnie

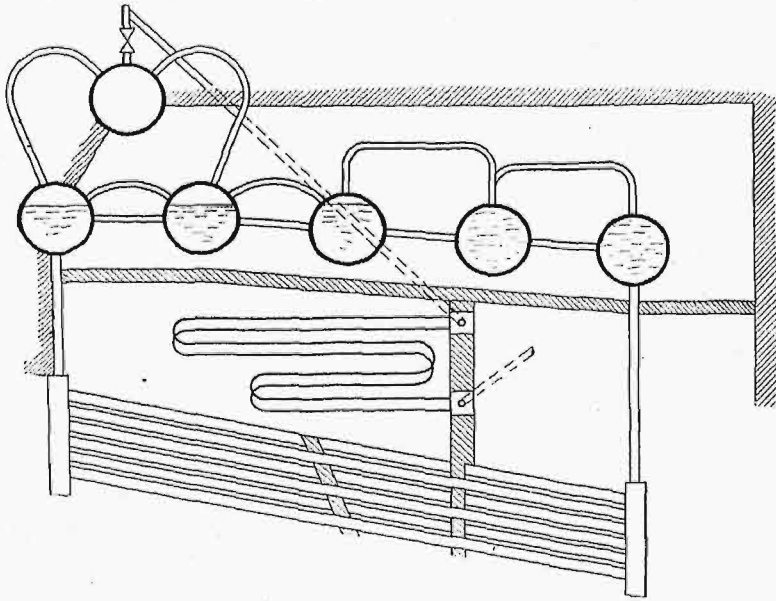
z dostarczaniem wody, to całości instalacji może grozić poważne niebezpieczeństwo. Podobnie — gdy pompa zepsuje się; zanim druga, rezerwowa będzie puszczona w ruch, to w kotle o małej zawartości wody może zabraknąć wody. Kocioł musi zatem posiadać odpowiednio wielką pojemność wodną w przewidywaniu podobnych wypadków.



Rys. 2.

W kotłach wysokoprężnych o małej pojemności wodnej, palenisko powinno szybko dostosowywać się do zmienionego obciążenia, — jak powiedzieliśmy już poprzednio, — oraz dawać możliwość szybkiego zgaszenia ognia w chwilach niespodziewanych przerw w zasilaniu. Rozpatrując konstrukcje kotłów wysokoprężnych z małą pojemnością wodną, dziwić się należy, że niektórzy konstruktorzy zastosowali do nich paleniska posuwowe. Paleniska te posiadają wysoką sprawność mechaniczną i termiczną, najwyższą z pośród palenisk z rusztami, wskutek czego rywalizują skutecznie z paleniskami na pył węglowy. Jak wiemy, w wielu wypadkach korzystniej jest zastosować je, aniżeli paleniska dla pyłu. Paleniska posuwowe posiadają jednak dużą wadę, związaną nierozdzielnie z zasadą ich działania: powoli dostosowują się do zmienionego zapotrzebowania pary. Zaliczyć je należy nawet do grupy najwolniej zmieniających obciążenie. Według źródła amerykańskich, stosowane tam paleniska posuwowe, tak zwane „stockery”, znacznie lepiej spełniają to zadanie. Wykresy podawane w literaturze amerykańskiej wskazują, że czas przystosowania się „stocker’ów” do wzmożonego zapotrzebowania pary wynosi 5—7 minut, gdy dla palenisk posuwowych nie mniej niż

15 minut, a dla niektórych konstrukcyj — jeszcze więcej. Odnosnie do palenisk posuwowych, moje własne spostrzeżenia potwierdzają te dane. Nagłe przerwanie opalania przy palenisku posuwowym, tak jak i przy każdym palenisku z rusztem, jest



Rys. 3. Kocioł typu Borsiga o dużej pojemności wodnej (nader kosztowny).

niemożliwe, bo nie możemy nagle usunąć masy rozpalonego węgla, znajdującego się na ruszcie.

Największą zdolność szybkiej zmiany natężenia i możliwość szybkiego przerwania opalania posiadają paleniska dla gazu, paliwa płynnego i pyłu węglowego. Możliwość zastosowania paliw gazowych jest ograniczona do miejsc, w których mamy te gazy (huty, gazy ziemne), wytwarzanie gazu generatorowego w obecnych warunkach nie opłaca się. Również nie opłaca się stosowanie paliwa płynnego. Dla przeciętnych zatem warunków pozostaje palenisko dla pyłu węglowego, które uważam za najbardziej odpowiednie dla kotłów wysokopięnych, nie tylko z powyższych względów, ale także i ze względu na możliwość stosowania wysoko podgrzanego powietrza, o czym niżej będzie mowa.

Sprawność kotłów wysokopięnych nowego kierunku konstrukcyjnego zdaje się być mniejszą od kotłów starej konstrukcji. O sprawności tej naogół mało wiemy. Prof. Josse badał w Szwecji kocioł „Atmos”¹⁾ i podał wyniki tych prób, które wykazały sprawność tego kotła = 73,2% (kocioł, przegrzewacz i podgrzewacz). Hartmann mówi tylko skromnie, że przy jego kotle, również z przegrzewaczem, osiągnięto dotychczas tylko 73—75% sprawności. Jedyne kocioł Bensona wykazuje sprawność wyższą: 82 ÷ 84%, lecz — moim zdaniem, — dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu powierzchni ogrzewanej. O innych systemach nie przypominam sobie, żeby były w literaturze podane wyniki.

Instalacje niskopięne, zaopatrzone we wszystkie najnowsze zdobycze techniki kotłowej, wykazują współczynnik sprawności wyższy niż siedemdziesiąt kilka. Jeżeli nawet nie brać pod uwagę najwyższych wartości, t. j. nieco ponad 90%, które prasa amerykańska podała i którym brak nale-

żytego uzasadnienia, to przy obecnym stanie konstrukcyj kotłowych sprawność 85% nie budzi już wątpliwości. Naturalnie, że są to wartości otrzymywane przy badaniach, a więc w warunkach szczególnie korzystnych, a nie są wartościami przeciętnymi ruchu normalnego. Nawiasem jednak wspomnę, że w literaturze sygnalizowano już osiągnięcie sprawności 83% w ruchu normalnym kotła, jednak przy zastosowaniu daleko idących urządzeń samoczynnego regulowania palenisk.

Konstruktor kotłów nowego kierunku ma więc jeszcze do pokonania trudności związane z podniesieniem sprawności instalacji kotłowej. Naturalnie, że środki po temu mogą być różnorodne. Ale nie czyniąc żadnych nowych wynalazków, można już przy obecnym stanie techniki znaleźć drogę, prowadzącą do tego celu.

Sprawność instalacji kotłowej wyznacza równanie

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2, \dots \dots \dots 2$$

gdzie

η_1 — sprawność paleniska

η_2 „ „ powierzchni ogrzewanej

Sprawność paleniska η_1 nie jest zależną od ciśnienia. Wysokość ciśnienia wpłynąć może tylko pośrednio na sprawność paleniska: przez wysokość podgrzania powietrza, które możemy podgrzać wyżej przy instalacjach wysokopięnych, wskutek przeciętnie wyższej temperatury spalin uchodzących, niż w instalacjach niskopięnych. W inny sposób polepszone η_1 wpłynie tak samo na podwyższenie ogólnej sprawności każdej instalacji.

Uwaga konstruktora musi zatem zwrócić się na sprawność powierzchni ogrzewanej η_2 , którą

$$\text{wyraża równanie } \eta_2 = \frac{1 - \sigma}{1 + \xi} \cdot \frac{1 - \frac{t_1}{T}}{1 - \frac{\tau}{T}} + \sigma \dots \dots 3$$

Dla powietrza niepodgrzanego równanie to, po uproszczeniu, z dokładnością dozwoloną dla praktyki, przybierze postać

$$\eta_2 = 1 - (1 - \sigma) \frac{t}{T}, \dots \dots \dots 4$$

gdzie T — temperatura paleniska,

t_1 — „ „ spalin uchodzących do kolumny,

τ — „ „ powietrza doprowadzonego do paleniska,

ξ — współczynnik,

σ — współczynnik promieniowania.

Współczynnik promieniowania określa równanie:

$$\sigma = c F \frac{\left[\left(\frac{T + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_s + 273}{100} \right)^4 \right]}{B \cdot h \cdot \eta_1}, \dots \dots \dots 5$$

gdzie c — współczynnik,

F — wielkość powierzchni, oddającej ciepło przez promieniowanie,

B — ilość paliwa w kg , spalonego w ciągu godziny,

h — wartość opałowa paliwa,

T — temperatura w palenisku,

t_s — „ „ ścianek kotła.

Z tych równań jest widoczne, że η_2 przy tych

¹⁾ Przegl. Techn., t. 63 (1925), str. 474.

samych innych warunkach rośnie a) ze wzrostem współczynnika promieniowania σ , b) ze wzrostem temperatury τ podgrzanego powietrza. Współczynnik promieniowania σ możemy podnieść, jak wskazuje równanie 5, przez powiększenie powierzchni bezpośredniej, t. j. pobierającej ciepło przez promieniowanie. Ze wzrost współczynnika σ wpłynie na podniesienie sprawności kotła, można sobie także wytłumaczyć intensywnością przenoszenia się ciepła. Ilość ciepła oddanego przez promieniowanie określa równanie

$$Q_1 = c F \left[\left(\frac{T + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_s + 273}{100} \right)^4 \right], \dots 6)$$

gdzie znaczenie wyrazów jest to samo, co w równaniu (5). Ilość ciepła oddanego za pośrednictwem spalin

$$Q_2 = k \cdot H (t_2 - t_3), \dots 7)$$

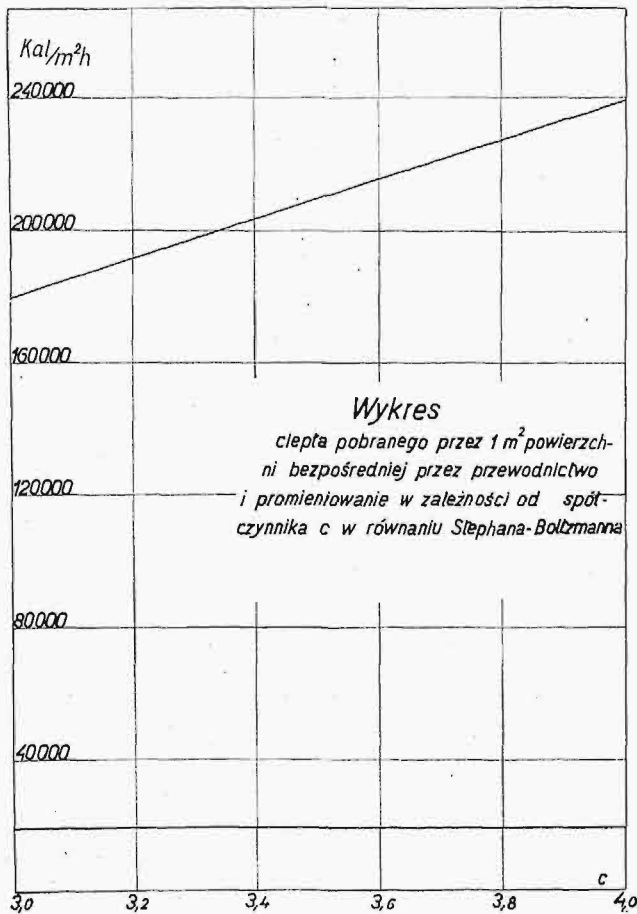
gdzie k — współczynnik,

H — pow. ogrzewana,

t_2 — temperatura spalin,

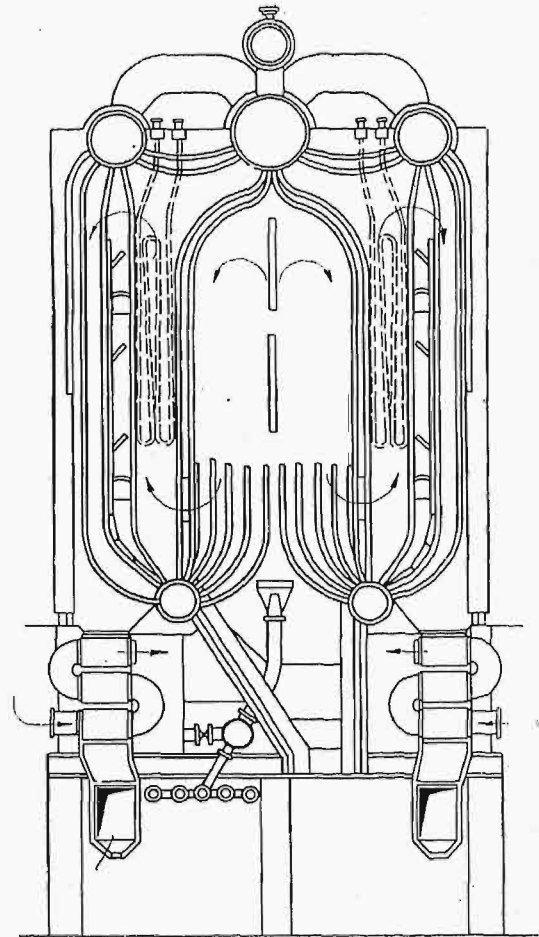
t_3 — " wody w kotle.

Dla 1 m^2 powierzchni bezpośredniej, a więc odbierającej ciepło przez promieniowanie i za pośrednictwem spalin, — obliczone dla pewnego wypadku ilości ciepła Q_1 i Q_2 przedstawia wykres na rys. 4. Z niego widzimy, że przez promieniowanie przeniesie się znacznie więcej ciepła niż za pośrednictwem spalin. Konsekwentne rozwinięcie zasady zwiększenia ilości ciepła oddawanego przez promieniowanie prowadzi do konstrukcji kotłów opromieniowanych, zastosowanych już w kotle Bettingtona ⁵⁾, Bensaona, Brown-Boveri, Linke-Hof-



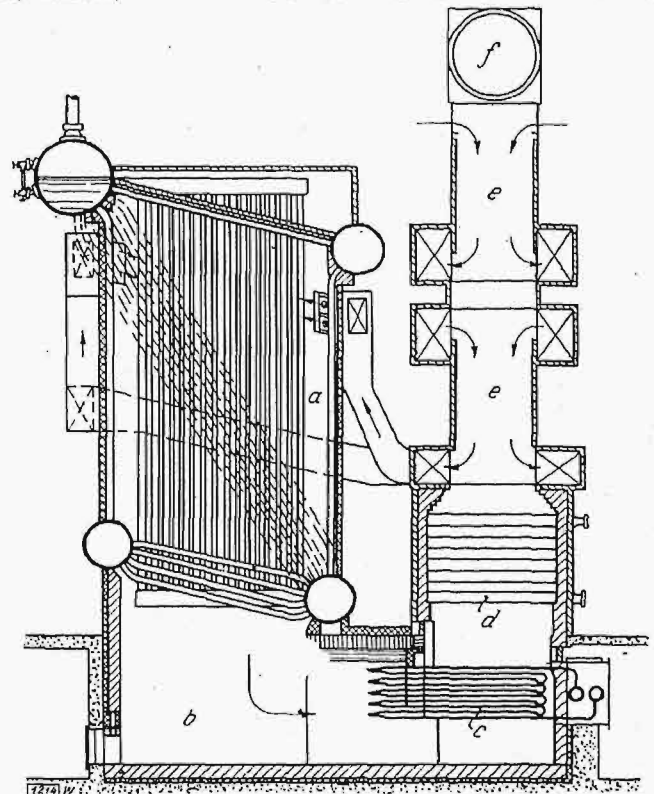
Rys. 4.

⁵⁾ Przegl. Techn. t. 61 (1923), str. 160—161, t. 63 (1925), str. 390—391.



Rys. 5. Kocioł wytw. Linke-Hoffmann Werke (L.H.W.) opalany pyłem węglowym, o dużej powierzchni ogrzew. podanej promieniowaniu.

mann (L. H. W.) (rys. 5) i Wodda (rys. 6). Według tej zasady konstrukcyjnej, mógłby być rozwiązany



Rys. 6. Kocioł Wood'a „opromieniowany”.
 a — komora paleniskowa; b — popielnik; c — podgrzewacz; d — podgrzewacz wody; e — podgrzewacz powietrza; f — przewód do wentylatora.
Kierunki przepływu gazów wskazują strzałki.

również kocioł Löfflera i Hartmanna, których ustrój bardzo po temu się nadaje.

Wykonanie kotła Bensona (rys. 7), jako kotła opromieniowanego, jest — mojem zdaniem — główną przyczyną, że ten kocioł dał 82—84% sprawności.

Mógłby tu słusznie ktoś zauważyć, że przez powiększenie powierzchni bezpośredniej, względnie przez zastosowanie konstrukcji kotła opromieniowanego, temperatura w palenisku obniży się,

η_1 — sprawność paleniska,
 σ — spójczynnik promieniowania,
 mLt ilość powietrza potrzebnego do spalenia 1 kg paliwa,
 c_p — ciepło właściwe spalin,
 τ — temperatura powietrza doprowadzonego do paleniska.

Przy tem samym paliwie i sprawności paleniska, temperatura jego zależy od: a) wielkości powierzchni bezpośredniej;

b) ilości spalonego paliwa (równanie 8 nie uwiadcza tego wpływu);
 c) temperatury doprowadzonego powietrza. Zwiększenie bezpośredniej powierzchni ogrzewanej, wyrażające się w zwiększeniu spójcznika σ , obniża temperaturę paleniska. Ilość spalonego paliwa i temperatura doprowadzonego powietrza podwyższa ją. Ponieważ celem zwiększenia sprawności kotła chcemy zwiększyć bezpośrednią powierzchnię ogrzewaną, przeto dla powstrzymania spadku temperatury w palenisku i przeszkodzenia, aby ona nie obniżyła się poniżej poziomu, przy którym zapalenie się i dobre spalanie paliwa byłoby zagrożone, musimy zwiększyć: a) natężenie paleniska i b) podwyższyć temperaturę powietrza wchodzącego do paleniska.

Zwiększenie natężenia paleniska, które przy paleniskach dla pyłu węglowego wyraża się w natężeniu przestrzeni paleniska w ilości $Kal/m^3/h$, możemy osiągnąć przez skrócenie płomienia i odpowiednie prowadzenie płomienia, czego przykładami są kotły Bettingtona i Wooda.

Podgrzanie powietrza podnosi temperaturę w palenisku, jednak nie w tym stopniu, jakby to można było wnioskować

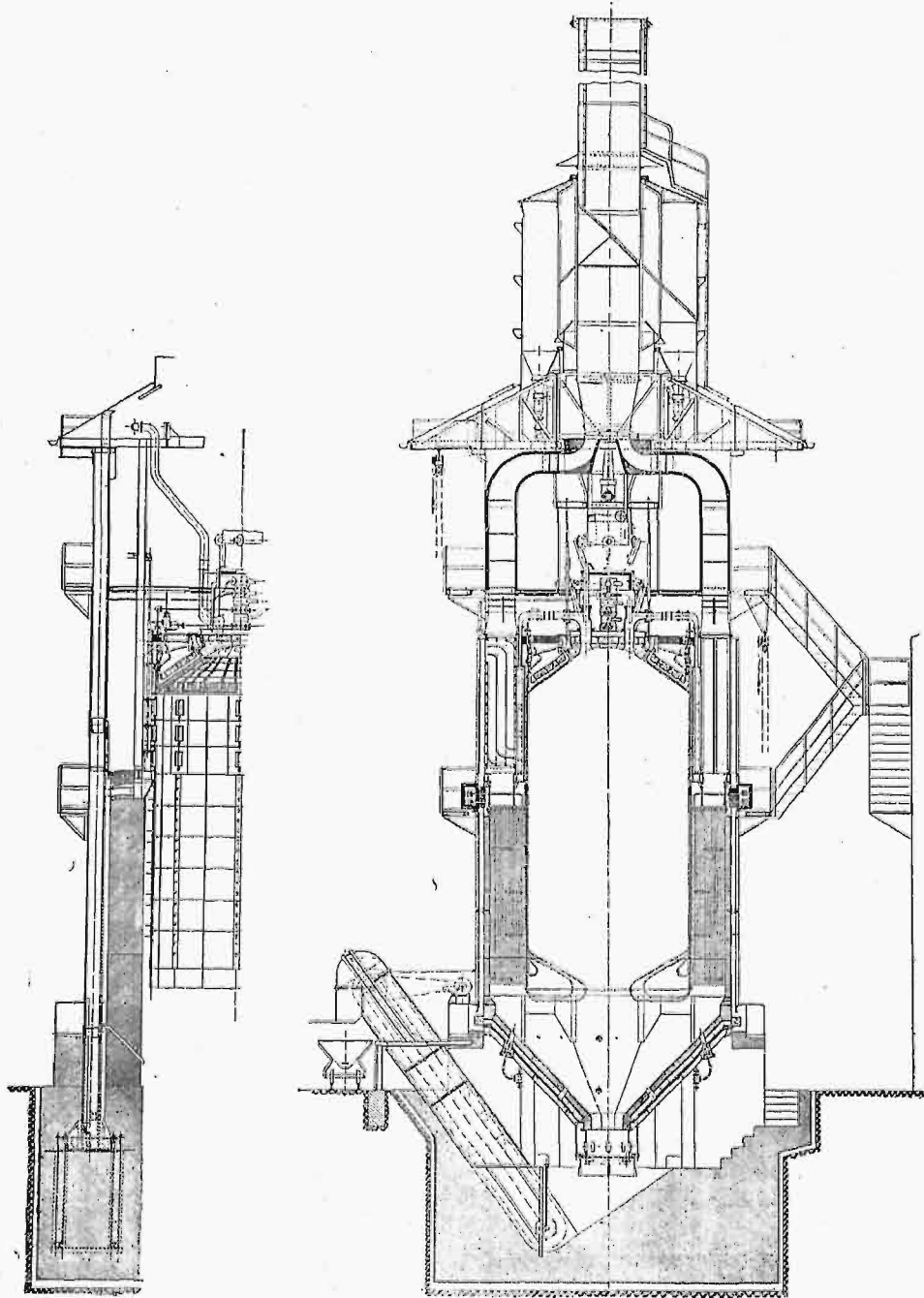
i wyrazić podejrzenie, czy obniżenie się to nie będzie za duże, iżby mogło zagrażać ciągłości zapalania się paliwa.

Temperaturę w palenisku podaje równanie

$$T = \frac{h \eta_1 (1 - \sigma)}{(1 + m L t) c_p} + \tau \quad (8)$$

gdzie T — temperatura paleniska,
 h — wartość opałowa paliwa,

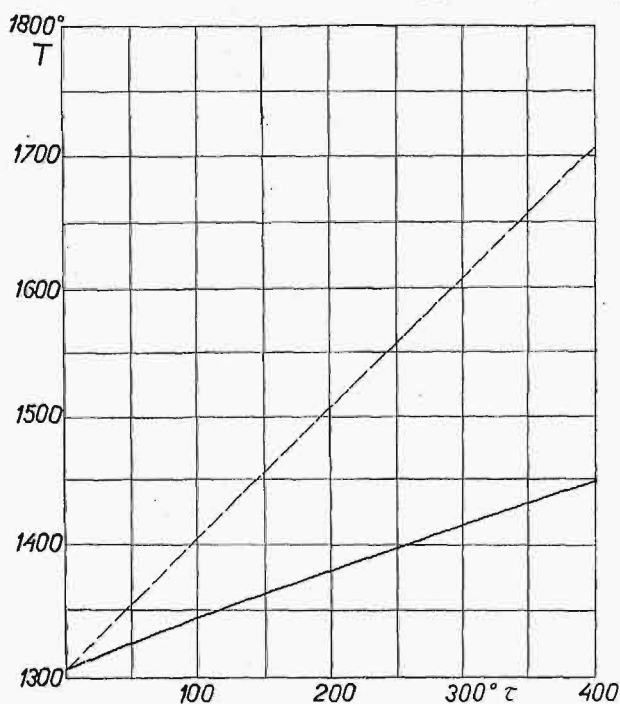
na pierwszy rzut oka z równania 8. Temperatura w palenisku nie wzrasta o całą wartość temperatury powietrza, lecz wolniej, wskutek równoczesnego wzrastania spójcznika σ . Wpływ podgrzanego powietrza na wzrost temperatury paleniska przedstawia wykres na rys. 8. Ze trudności związane z obniżeniem się temperatury paleniskowej w kotłach opromieniowanych są do pokona-



Rys. 7. Kocioł Bensona w wykonaniu wylw. Siemens - Schuckert w Berlinie.

nia, wykazują kotły Bensona i Wooda. Badania kotła Bensona wykazały sprawność 82—84%, Wooda — 88—89%.

Podgrzane powietrze podwyższa sprawność powierzchni ogrzewanej η_2 . Badanie równania 3 wykazuje, że wpływ ten będzie dwójaki: a) pośredni i b) bezpośredni. Pośredni — ponieważ sprawność η_2 będzie wzrastać ze wzrostem temperatury paleniskowej, która znowu będzie wzrastać z temperaturą powietrza. Bezpośredni — gdyż w równaniu η_2 wyraz oznaczający temperaturę powietrza τ występuje oddzielnie. Jeżeli jeszcze wspomnimy, że stosowanie podgrzanego powietrza polepsza proces spalania, a zatem podwyższa sprawność paleniska η_1 , to zobaczymy, jak duże korzyści osiągamy tym sposobem, i to tem większe, im wyższe jest podgrzanie. Wysokość podgrzania powietrza ograniczona jest wytrzymałością części paleniskowych i trudnościami związanymi z wywiązywaniem się żużla. Przy paleniskach rusztowych, szczególnie z rusztem posuwowym, temperaturę powietrza można doprowadzić do $120 \pm 150^\circ \text{C}$. Przy wyższych podgrzaniach, ruszta łatwo psują się. Przy paleniskach dla pyłu węglowego,



Rys. 8. Wpływ wzrostu temperatury podgrzanego powietrza paleniskowego τ na wzrost temperatury w palenisku T .

lecz ze ścianami komory paleniskowej z cegły, podgrzanie powietrza nie przekracza 250°C , gdyż przy wyższych temperaturach obmurze paleniska prędko zużywa się. Dopiero zastosowanie komory otoczonej rurami wodnymi lub przegrzewaczowami pozwala posunąć się jeszcze wyżej. Najwyższa temperatura powietrza stosowana w tych wypadkach wynosi 375°C , jednak uważam, że należałoby starać się pójść jeszcze dalej.

Trudności związane z odprowadzaniem żużla przy paleniskach dla pyłu są dziś już rozwiązane przez zastosowanie rusztu wodnego.

Przez możliwość zastosowania wysokich temperatur powietrza paleniskowego, uwydatnia się wyższość palenisk dla pyłu węglowego nad paleniskami z rusztami.

Zastosowanie konstrukcji kotła opromieniowanego daje nam jeszcze dalsze korzyści. Powiedzieliśmy poprzednio, że przy kotłach wysokoprężnych o małych pojemnościach wodnych palenisko powinno mieć zdolność szybkiego przerywania działania. Palenisko dla gazu, ropy lub pyłu można szybko zgasić, lecz w wypadkach gdy komorę paleniskową otacza obmurze, oddziaływanie paleniska na kocioł nie przerywa się ze zgaszeniem ognia, chociaż maleje, gdyż rozpalone obmurze będzie w dalszym ciągu oddawało swe ciepło, stopniowo tylko ostygając. Przy braku wody lub krążącej pary w rurach kotła lub podgrzewacza, mogą one ulec poważnym uszkodzeniom. Dopiero przez zastosowanie konstrukcji kotła opromieniowanego to niebezpieczeństwo zostaje usunięte.

Ukształtowanie kotła jako ustroju opromieniowanego zmniejsza jego cenę, wskutek zmniejszenia jego wymiarów. Kocioł opromieniowany osiąga bowiem duże natężenie powierzchni ogrzewanej, co daje możliwość dla tej samej wydajności pary zbudować kocioł o mniejszej powierzchni ogrzewanej, a tem samem o mniejszych wymiarach. Badania np. kotła Wooda wykazały, że kocioł o 166 m^2 pow. ogrzew. dostarczał $40\,800 \text{ kg}$ pary, czyli natężenie wynosiło $D/H = 245 \text{ kg/m}^2/\text{h}$. Na zakończenie podkreślę, że konstrukcja kotła opromieniowanego jest organicznie związana z paleniskiem na pył węglowy: najodpowiedniejszym paleniskiem dla kotła opromieniowanego jest palenisko dla pyłu, i odwrotnie — najodpowiedniejszym ukształtowaniem powierzchni ogrzewanej dla paleniska na pył węglowy jest kocioł opromieniowany. Dotychczas stosowane ustroje kotłów powstały dla palenisk z rusztami i nie jest właściwem przenosić je na odmienne warunki pracy palenisk dla pyłu.

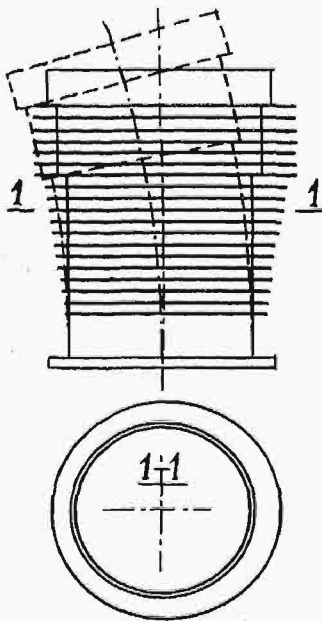
Reasumując poprzednie wywody, przychodzę do następujących wniosków:

1. Aby rozpowszechnić stosowanie wysokich ciśnień, musi być cena kotłów obniżona, co da się łatwiej skutecznie przez budowę kotłów nowego kierunku konstrukcyjnego, niż przy naśladownictwie starych form. Zmniejszenie ceny kotła można osiągnąć przedewszystkiem przez zmniejszenie ilości walczaków, a co za tem idzie — pojemności wodnej kotła do granicy określonej bezpieczeństwem zasilania.
2. Wyrównywanie ciśnień powinno być przeniesione na część niskoprężną.
3. Palenisko powinno łatwo dostosowywać się do zmienionego obciążenia oraz umożliwiać szybkie zatrzymanie opalania. Tę właściwość posiada w największym stopniu palenisko dla pyłu i dlatego należy je stosować przy kotłach wysokoprężnych.
4. Kotły wysokoprężne powinny być budowane jako kotły opromieniowane.
5. Należy stosować możliwie najwyższe podgrzanie powietrza, co jest wykonalne tylko przy paleniskach dla pyłu i kotłach opromieniowanych.

Chłodzenie silników lotniczych*).

Napisał Inż. K. Księski.

Jak widzimy, rozbudowa silnika gwiazdowego narzuca konstruktorowi cały kompleks nader złożonych zagadnień. W dążeniu do zwiększenia mocy silników gwiazdowych, o chłodzeniu powietrzem, możemy iść po linii zwiększania pojemności cylindrów, ciśnienia średniego, liczby obrotów, lub pomnażania liczby cylindrów, ewentualnie przy zastosowaniu gwiazdy podwójnej. Rozstrzygnięcie, któremu z tych czynników należy dać pierwszeństwo, a raczej w jakim stopniu użyć tych różnych metod, jest wysoce indywidualne dla każdego wypadku i nader trudne, wobec ścisłej ich wzajemnej zależności, delikatnych zagadnień optimum konstrukcyjnego i ciężarowego przy układzie gwiazdowym, a z drugiej strony silnie zaakcentowanych trudności chłodniczych, będących funkcją wszystkich wymienionych uprzednio zmiennych.



Rys. 10. Układ żeberk mimośrodkowych na cylindrze. Wyginanie się cylindra pod wpływem nierównomiernego ochładzania (rysunek schematyczny).

gła kostnego. Głowice aluminiowe i żeberka pokrywa się warstwą ochronną czarnego lakieru.

Niektórzy konstruktorzy angielscy (Bristol, Armstrong-Siddeley) i nabywcy ich licencji we Francji (Gnome-Rhône, Lorraine) umieszczają żeberka chłodnicze mimośrodkowo na cylindrze tak, że wysokość ich od strony śmigła jest mniejsza, niż na tylnej stronie cylindra (rys. 10). Konstrukcję tę motywują intensywniejszym chłodzeniem przedniej strony cylindrów, wystawionych na bezpośredni prąd powietrza, wytwarzany przez obrót śmigła i pęd samolotu. Naskutek nierównomiernej temperatury ścian cylindra, miałby on tendencję wyginania się ku przodowi, co pociągałoby za sobą nienormalne zużywanie się cylindra i tłoka. Zmniejszenie zaś powierzchni promieniującej żeberk na przedniej stronie cylindra powodowałoby podwyż-

szanie temperatury tej części, a zatem równomierniejsze odkształcenia termiczne.

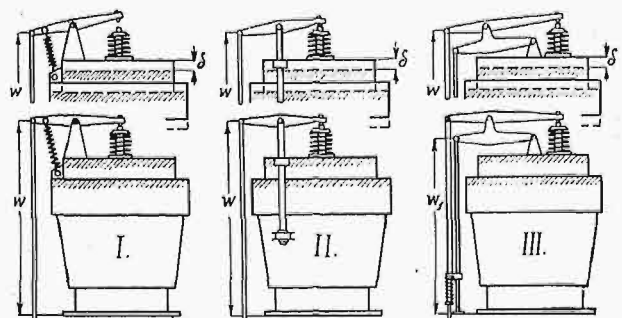
Co do racjonalności systemu żeberk mimośrodkowych, opinie konstruktorów są podzielone. Niektórzy konstruktorzy francuscy (Lorraine) zarzucili je częściowo w nowszych serjach swych silników, wzorowanych na angielskich, inni, jak również konstruktorzy amerykańscy, żeberk mimośrodkowych zupełnie nie używają.

Uważamy, że kwestje odkształceń cylindrów, jak też użyteczności żeberk mimośrodkowych, należy ujmować indywidualnie dla każdego typu silnika, gdyż rodzaj umieszczenia cylindra w silniku, rozłożenia organów sterujących i przewodów gazowych, jak również sposób późniejszego zmontowania, względnie oprofilowania silnika na samolocie będzie tu miał znaczenie decydujące.

Zdaje się nie ulegać wątpliwości, że przy silnikach o dużych cylindrach, zwłaszcza długoskokowych, o wysokim obciążeniu termicznym, mimośrodkowo żeberk chłodzących znajduje uzasadnienie teoretyczne w istotnych różnicach temperatur ścian cylindrów, zależnie od ich zorientowania względem kierunku powietrza chłodzącego. Atoli odkształcenia wywołane temi różnicami będą nieznaczne. Silniki o cylindrach z żeberkami mimośrodkowymi pracowały również zupełnie dobrze przy zastosowaniu śmigieł cisnących, mimo że w tym ostatnim wypadku silnik obrócony był czołem w kierunku przeciwnym ruchowi samolotu, a prąd powietrza chłodzącego uderzał w ścianę cylindra o najwyższych żeberkach.

Z wykresu rozkładu temperatur w cylindrach chłodzonych powietrzem (rys. 6) widzimy, że różnice temperatur strony przedniej i tylnej cylindra mieszczą się w granicach 5 — 10° C.

Pamiętać jednak musimy, że warunki doświadczeń laboratoryjnych nie zupełnie odpowiadały wa-



Rys. 11. Schematyczne przedstawienie wpływu wydłużania się cylindrów chłodzonych powietrzem na luzy w rozrządzie zaworów.

I. Układ normalny.
II. Układ samoregulujący się (Salmson).
III. Układ dźwigni wyrównawczej (Jupiter).

runkom, w jakich pracuje silnik na samolocie. W laboratorium strumień powietrza, bardzo regularny, uderzał w przednią ścianę cylindra, zawieszzonego daleko od wszelkich innych elementów, któreby mogły jednostajność strumienia zaburzyć. Na samolocie siła i kierunek prądu powietrza chłodzącego zależą od obrotu śmigła i ruchu postępowego samolotu. Cylindry umieszczone są blisko osi śmigła,

*) Dokończenie do str. 407 w zesz. 15 z r. b.

¹⁾ Np. używa się roztworu „Coslett”. Skład: 2,5 l kwasu fosforowego + 2,5 l wody wrzącej + 1,5 kg cynku żarnistego. Tworzy tłustą masę, czas reakcji 8 — 10 godz. Używać 12,5 g powyższej masy na 1 l wody.

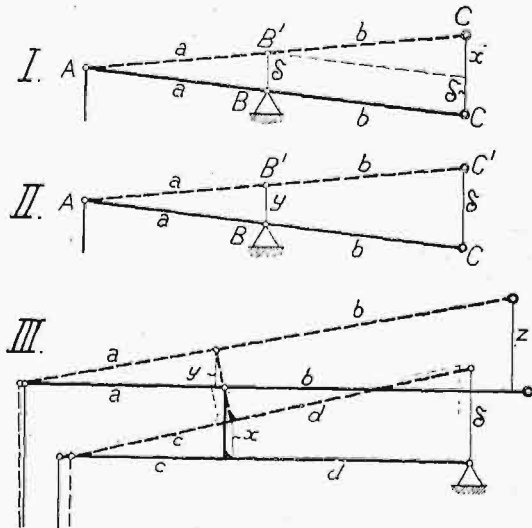
a więc w przestrzeni o prądach powietrznych nader nieregularnych. Spływanie powietrza po karterze, wiry, spowodowane złożonymi kształtami silnika i obecnością wielu organów pomocniczych przy cylindrze, stwarzają warunki chłodzenia bardzo niejednolite. Umieszczenie tłumika, oprofilowanie silnika zależne od konstrukcji samolotu zmienić może radykalnie rozkład prądów powietrza chłodzącego.

O ile ogólne warunki chłodnicze są wystarczające, działanie silnika nie cierpi na nieregularności prądów powietrznych, wobec szybkiego wyrównywania się temperatur wzdłuż żeberk chłodzących, natomiast w tych razach zalety żeberk mimośrodkowych stają się często problematyczne.

Swoiste warunki krążenia powietrza koło silnika gwiazdowego ilustruje zjawisko dostrzeżone na kilku dużych silnikach, w których cylindry ułożone były w dwie gwiazdy, o ramionach wzajemnie nakrywających się. W tych silnikach cylindry tylnej gwiazdy chłodziły się lepiej, niż zakrywające je cylindry przedniej (Salmson).

Dla wyrównania temperatur, fabryka Salmson wstawiła między sąsiadujące cylindry obu gwiazd specjalny element, który ułatwiał wymianę ciepła, nie krępując swobody niezależnego wydłużania się cylindrów.

Zjawiska powyższe skłaniałyby do przypuszczenia, że dla umożliwienia intensywnego krążenia powietrza koło cylindrów właściwszem będzie z punktu widzenia chłodniczego ułożenie cy-



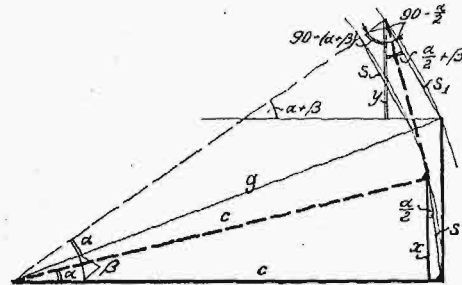
Rys. 12. Geometryczne przedstawienie wzrostu luzu w rozrządzie zaworów pod wpływem wydłużania się cylindra.

lindrów w silnikach dwugwiazdowych za sobą. W silnikach o gwiazdach cylindrów naprzemian ległych wszystkie wprawdzie cylindry wystawione są bezpośrednio na uderzenie powietrza chłodzącego, ale krążenie międzycylindrowe będzie przy zwartem ustawieniu cylindrów osłabione.

Jak już wspominaliśmy, w tych wszystkich bardziej złożonych wypadkach daje się silnie odczuwać brak systematycznych i bardziej wyczerpujących doświadczeń laboratoryjnych. Pomiary dorywcze, jakimi się dotychczas zadawalniano, zachowują zwykle ważność tylko dla pojedynczych wypadków i określonych warunków zewnętrznych i nie są w stanie dać jasnego poglądu na całości kształt zagadnienia. Już drobne napozór prze-

kształcenia, jak np. oprofilowanie silnika, lub wstawienie tłumika przed cylindry, zmienić może radykalnie zauważone powyżej zjawiska i prowadzić do wniosków pozornie sprzecznych ze sobą.

Wydłużanie się cylindrów pod wpływem wysokiej temperatury może w pewnych wypadkach wpływać na działanie mechanizmów sterujących zawory, zwiększając np. luzy w tych mechanizmach. W silnikach szeregowych, gdzie wał



Rys. 13. Geometryczne zależności w układzie dźwigni wyrównawczej.

krzywkowy umieszczony jest zwyczajnie ponad cylindrami i przytwierdzony do ich głowic, zmiany wysokości cylindrów, niezbyt zresztą wielkie, przy chłodzeniu wodą zaznaczać się będą jedynie na wale pośredniczącym. Wystarczy, więc nadać temuż pewną swobodę wydłużania się, lub przewidzieć odpowiednie luzy w przekładniach napędzających wał krzywkowy. Natomiast w silnikach gwiazdowych, gdzie używa się powszechnie systemu napędzania mechanizmów rozrządu drążkami (popychaczami), wydłużanie się cylindrów podnosi punkt podparcia dźwigni naciskającej i zwiększa w ten sposób luz między trzonkiem zaworu a główką dźwigni. Widzimy to wyraźnie z rys. 11,I, gdzie w oznacza długość drążka zawsze stałą, a δ okazuje w sposób przesadny podwyższenie się główki cylindra.

Z rys. 12,I, przedstawiającego schematycznie powyższy układ dźwigni, znajdujemy łatwo, że zwiększenie luzu między główką dźwigni a trzonkiem zaworu wyniesie:

$$x = \delta \frac{a}{b}$$

gdzie: a i b są długościami odpowiednich ramion dźwigni mechanizmu sterującego.

Przy cylindrach krótkich, zwłaszcza w silnikach o małej mocy, zwiększenie luzu nie jest duże, tak że wystarczy tu nastawić przy montażu luz początkowy odpowiednio mniejszy od przewidzianego normalnie. Natomiast w silnikach o długim skoku tłoka i bardziej czułych, przesadny luz mógłby spowodować niespokojne działanie mechanizmów sterujących oraz szybsze zużywanie się powierzchni uderzających o siebie. Wskazane więc jest tu zastosowanie urządzeń specjalnych, uniezależniających wielkości luzu w rozrządzie od rozszerzania się termicznego cylindrów.

Najprostszym takim sposobem jest zmniejszenie przesuwania się punktu podparcia B dźwigni w takim stosunku, by podwyższenie punktu C równało się wydłużeniu termicznemu cylindra. Praktycznie uskutecznić to można umieszczając np. oś, na której waha się dźwignia, na podpórkach przyczepionych do ścian cylindra w pewnej określonej wysokości (Salmson, rys. 11,II). Ze szkicu schema-

tycznego (rys. 12,II) widzimy, że aby przesunięcie punktu C było równe wydłużeniu cylindra δ , punkt podparcia dźwigni B podnieść się musi o:

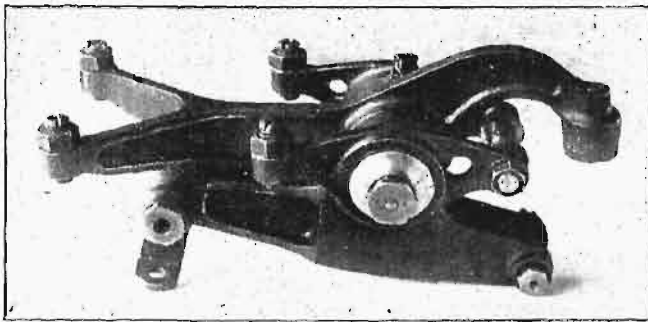
$$y = \delta \frac{a}{a+b}$$

Gdyby dźwignia była równoramienna, czyli $a=b$, otrzymalibyśmy:

$$y = \frac{\delta}{2}$$

Miejsca przyczepiania podpórek do cylindra nie da się znaleźć rachunkowo. Gdyby cylinder wydłużał się jednostajnie na całej swej długości, należałoby przymocować podpórkę w połowie wysokości cylindra. Ponieważ jednak głowica i górna część cylindra wydłużają się więcej niż dolna, znacznie zimniejsza, pewnych wskazań udzielić nam może jedynie doświadczenie.

W silnikach Jupiter, Titan również Fairchild — Caminer (ameryk.) umieszczono punkt podparcia omawianej dźwigni na drugiej dźwigni, przymocowanej z jednej strony przegibnie do podstawki na głowicy cylindra, z drugiej — do cięgła o stałej długości w , złączonego z karterem (rys. 11,III). Układ powyższy mamy przedstawiony schematycznie na rys. 12,III. Jeżeli założymy, że $z = \delta$, co jest właśnie zadaniem mechanizmu, a z drugiej strony $x = y$, co wobec małych kątów odchylenia



Rys. 14. Sterniki dźwigniowe wraz z dźwignią wyrównawczą w silniku Jupiter.

dźwigni oraz nieznacznych przesunięć bocznych możemy przyjąć bez szkody dla ścisłości rachunku^{*)}, otrzymamy:

$$z = y \frac{a+b}{a}, \quad x = \delta \frac{c}{c+d}$$

$$y = x, \quad z = \delta,$$

więc:

$$\frac{a}{c} = \frac{a+b}{c+d}$$

czyli:

$$\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$$

^{*)} Wysokość x możemy uważać za rzut pionowy cięciwy s (rys. 13), podobnie odcinek y za rzut cięciwy s_1 . Z rysunku znajdziemy łatwo, że:

$$x = s \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$y = s_1 \cos \left(\frac{\alpha}{2} + \beta \right),$$

$$s_1 = s \frac{g}{c} = \frac{s}{c} \cdot \frac{c}{\cos \beta},$$

$$s_1 = \frac{s}{\cos \beta},$$

Aby mechanizm utrzymywał stały luz między główką dźwigni a trzonkiem zaworu, długości odpowiadających sobie ramion obu dźwigni muszą być wzajemnie proporcjonalne.

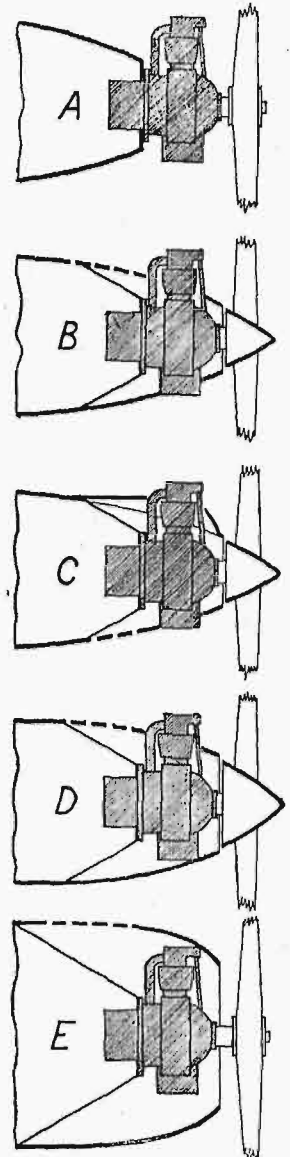
Wykonanie praktycznego powyższego systemu dźwigni w silnikach Jupiter i Titan przedstawia rys. 14. U dołu widzimy dźwignię wyrównawczą, druga dźwignia widełkowa steruje zawory dolotowe, a krótka dźwignia podwójna — zawory wylotowe.

Rurom doprowadzającym mieszaninę do cylindrów, zwłaszcza równoległym do osi cylindrów, nadajemy swobodę przesuwania się zależnie od zmian długości cylindra, umieszczając je z jednej strony w dławikach.

Ujemną stroną silnika gwiazdowego chłodzonego powietrzem jest jego ogromny opór czołowy, na skutek znacznego oporu tarcia, jaki stawiają gęsto uźbrowane cylindry strudze przepływającego powietrza, z powodu wirów i prądów powietrznych, tworzących się w okolicach silnika, oraz ze względu na silne rozbudowanie silnika w rzucie czołowym.

Doświadczenie E. Weicka w tunelu aerodynamicznym w Langley Memorial Laboratory, wykonane z aparatem Sperry Messenger naturalnej wielkości, wykazały, że mały 3-cyl. silnik gwiazdkowy podwajał opór czołowy kadłuba samolotu (po odjęciu płatów nośnych).

W dążeniu do zwiększenia szybkości i zwrotności samolotu, usiłuje się zmniejszyć opór czołowy silnika gwiazdowego przez okrycie go osłoną



Rys. 15. Różne typy zabudowania na samolocie i oprofilowania silnika gwiazdowego chłodzonego powietrzem.

więc:

$$y = s \frac{\cos \left(\frac{\alpha}{2} + \beta \right)}{\cos \beta};$$

po rozwinięciu:

$$y = \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \beta - \sin \frac{\alpha}{2} \sin \beta}{\cos \beta}$$

Ponieważ kąt α jest znikomo mały, możemy przyjąć z wystarczającą dokładnością, że:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = 1 \quad \sin \frac{\alpha}{2} = 0,$$

więc:

$$x = s, \quad y = s \frac{\cos \beta}{\cos \beta} = s,$$

a zatem:

$$x = y.$$

mi odpowiednich kształtów, czyli t. zw. oprofilowanie. Osłona profilowa przeciwstawia strumieniowi powietrza gładką, lekko zaokrągloną powierzchnię w miejsce niekorzystnych aerodynamicznie kształtów silnika i ułatwia łagodniejsze spływanie strug powietrza wzdłuż czoła samolotu, kierując na silnik jedynie taką ilość powietrza, jaka jest konieczna do ochładzania.

W rys. 15 zebraliśmy kilka najbardziej typowych sposobów osłaniania silnika gwiazdowego do samolotu, podając formy oprofilowania w kolejności odpowiadającej fazom ich rozwoju. Szkic A (rys. 15) przedstawia typ najprostszego układu, gdzie silnik wysunięty jest przed kadłub samolotu i umieszczony na wolnym powietrzu. Tęgo sposobu osłony silnika używa się w samolotach lekkich, sportowych i turystycznych, a także w samolotach wielosilnikowych, gdzie silniki przyczepia się do płatów nośnych, lub rozpórek między płatami. Pod względem aerodynamicznym jest to sposób najmniej korzystny.

We wszystkich samolotach szybszych okrywa się blachą profilową przynajmniej karter i dolną część cylindrów silnika (rys. 15 B). Dla chłodzenia części zakrytych, przepuszcza się pewną ilość powietrza szczeliną między hełmem śmigła a osłoną silnika. Ciepłe powietrze uchodzi okienkami poza silnikiem.

Zwykle jednak posuwamy się dalej, okrywając osłoną większą część cylindrów (rys. 15 D), tak że na pełny prąd powietrza wystawione są tylko głowice i najwyższe części cylindrów. Jak widzieliśmy z wykresów rys. 6, najwyższe temperatury posiadają głowice cylindrów, podczas gdy ścianki, zwłaszcza w dolnych częściach, są znacznie chłodniejsze. Zmniejszenie pręto siły prądu powietrza, opływającego dolne części cylindrów i karter, nie wpływa na temperatury maksymalne, decydujące o działaniu silnika.

Pośrednim między formami oprofilowania B i D (rys. 15) będzie typ C, zastosowany na samolocie pościgowym angielskim Bristol. Kształt osłony silnika zliża się tu do typu B, natomiast każdy cylinder posiada drugorzędne oprofilowania, osłaniające go od strony przedniej i tylnej, przyczem boki cylindra są odsłonięte aż do poziomu osłony głównej. Świece umieszczone są po bokach cylindra w najsilniejszym prądzie powietrza chłodzącego.

W ostatnim roku The National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) w Stanach Zjedn. przeprowadził w swym tunelu aerodynamicznym o 6-metrowej średnicy bardzo szczegółowe badania nad najlepszą formą oprofilowania silnika gwiazdowego, chłodzonego powietrzem. Stwierdzono, że z punktu widzenia aerodynamiki najkorzystniej jest zamknąć silnik całkowicie w osłonę według schematu E (rys. 15). Powietrze chłodzące wpada tu przez obszerny otwór środkowy, a uchodzi szeregiem szczelin na obwodzie osłony poza silnikiem. Szybkość samolotu doświadczalnego Curtiss Hawk wzrosła o 30 km/h po oprofilowaniu silnika w sposób powyższy, poatem samolot okazał się bardziej czułym i posłusznym sterom.

W lotnictwie handlowym zastosowano po raz pierwszy oprofilowanie NACA na samolocie osobowym Lockheed z bardzo dodatnimi wynikami.

W szczególnie korzystnych warunkach pod względem chłodniczym znajdują się cylindry silników rotacyjnych. Przez otwór środkowy, wykonany w blasze otaczającej silnik, wpada powietrze na wirujące cylindry, a wyrzucone siłą odśrodkową uchodzi przez szeroką lukę w dole osłony i przez otwory boczne wykonane tak, by uniknąć odrzucania oliwy na pilota. Strumień powietrza chłodzącego jest tu bardzo silny, chłodzenie nader skuteczne, natomiast duże są straty wentylacji, gdyż wynoszą około 10% mocy silnika.

Wartość nawozowa osadów kanalizacyjnych oraz względy higieniczne przy ich stosowaniu do celów rolniczych*).

Napisał Inż. Mag. Z. Rudolf (Warszawa).

II. Względy higieniczne przy stosowaniu osadów.

W przeszłości notowane były przypadki, gdzie istniało wielkie prawdopodobieństwo szerzenia się duru brzuszego i paratyfusu oraz czerwonki przez spożywanie jarzyn, wyhodowanych przy użyciu ścieków lub osadów kanalizacyjnych. Z przestudjowania materiałów różnych epidemij wynika przypuszczenie, że część tych epidemij, przypisywana zakażeniom na skutek stosowania ścieków do celów nawozowych, była właściwie spowodowana przez „nosicieli” zarazków. O bezpieczeństwie stosowania ścieków lub osadów dla celów rolnictwa muszą decydować dane doświadczalne o żywotności zarazków w tych środowiskach.

Przedewszystkiem rozpatrzmy, w jaki sposób w różnych krajach i miastach są stosowane osady

do nawożenia. Otóż pewna liczba miast (w Anglii: Huddersfield, Manchester, Morley; miasta Bradford, Leeds, Wimbledon w Anglii stosują placki z osadów, zgniecione w prasach filtrowych) bierze do użytku gleby osady, które zostały poddane suszeniu i sterylizacji, oraz że inne miasta (np. Paryż) stosują wprost osadzone ścieki i wilgotne osady. Jest rzeczą ciekawą, że w Paryżu, gdzie osadzone ścieki były w ciągu wielu lat używane do irygowania pól, zabroniono stosowania tych ścieków tam, gdzie są hodowane jarzyny i owoce, jadalne na surowo. Ponieważ zarząd miasta Paryża sam rozdziela ścieki, mógł więc ustalić kontrakt z farmerami; w przypadkach nieprzestrzegania przepisów, miasto może zawiesić wykonywanie kontraktu. Żaden przymus nie okazał się potrzebny, bowiem miasto, mając w posiadaniu grunta, które wydierza farmerom, samo przez się roztacza pewną nad nimi kontrolę. Ministerstwo Zdrowia w Anglii nie uważało za potrzebne określić ściśle ograniczeń, lecz przy-

*) Dokończenie do str. 415 w zesz. 15 z r. b.

jęło za regułę, że ścieki w żadnej postaci nie powinny stykać się z roślinami, które mogą być konsumowane bez gotowania.

Naogół przyjęła się opinia, iż nie należy udzielać pozwoleń na stosowanie nieprzerobionych osadów do nawożenia pod rośliny, które mogą być spożywane na surowo.

Ostatnio znaleziono na drodze doświadczalnej wiele dowodów, które najzupełniej usprawiedliwiają wprowadzenie takiego ograniczenia.

Warto podkreślić, że mamy jeszcze bardzo mało wiadomości z krajów, w których osady ściekowe lub wprost ekskrementy są stosowane do czego szeroko już w ciągu wielu lat, o życiu i losie zarazków w ściekach, przechowywanych dłużej, niż kilka dni. Nawet w Chinach, gdzie ekskrementy są powszechnie wyrzucane na pola, pytanie to nie było wyraźnie postawione. W Niemczech w wielu miejscach wilgotne osady kanalizacyjne znalazły zastosowanie bez ograniczeń pod względem rodzaju hodowanych roślin. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej pewna liczba miast usuwa również swe ścieki, w stanie surowym lub osadzonym¹⁾ oraz osady wilgotne lub wysuszone²⁾ na pola w celu ich użyźniania. W większości przypadków panuje w Ameryce przekonanie, że udzielanie pozwoleń na zastosowanie materiałów, pochodzących z wydaliny ludzkiej, dla celów nawozowych pod rośliny, które mogą być konsumowane na surowo, jest niekorzystne i niebezpieczne dla zdrowia publicznego. Tę zasadę posunęło dalej miasto Santa Rosa w Kalifornii, które nie zezwala nawet na wypas krów mlecznych na polach, irygowanych ściekami, chociaż konie, cielęta i świnie są na nie czasem dopuszczane. W wielu miastach odnośne przepisy są bez trudności wprowadzane w życie, głównie ze względu na to, że samo miasto, jako właściciel gruntów, odnajmuje je pod hodowlę roślin na mocy kontraktu, warunkującego odpowiednie użytkowanie ziemi. W Stanie California stosowanie materiałów pochodzenia ściekowego do nawożenia pól przez poszczególne miasta podlega ostrym przepisom państwowym, które, jako bardzo pouczające, przedstawiamy dalej w całości.

Co do przepisów, normujących zastosowanie ścieków lub osadów kanalizacyjnych do nawożenia pól, to posiadają je tylko niektóre stany. Większość stanów amerykańskich nie zajmowała się tem zagadnieniem, lub zdecydowała nie wprowadzać surowych przepisów. W stanie Washington nie zezwala się na stosowanie zawartości dołów ustępowych, dołów chłonnych, naczyń i zbiorników, składającej się z wydaliny ludzkiej, do nawożenia bez uprzedniej ich przeróbki sposobem zatwierdzonym przez stanowy Urząd Zdrowia, zgodnie z obowiązującymi przepisami z roku 1921. W stanie Montana (na północy) zabrania się sprzedaży warzyw z pól, irygowanych ściekami, ze względu na niebezpieczeństwo możliwości przenoszenia się tą drogą duru brzuszego (przepisy wydano w r. 1920). W stanie Michigan niema przepisów, ale urząd zdrowia jest przeciwny stosowaniu osadów do nawożenia

pól pod warzywa, ograniczając irygowanie ściekami tylko do pastwisk. 35 innych stanów nie miało w roku 1922 jeszcze żadnych przepisów w rozpatrywanej dziedzinie. W tych stanach, gdzie wydano przepisy, przyjęto, jako zasadę, że ziemia pod jarzyny i inne rośliny, które mogą być spożywane na surowo, nie powinna być w żadnym razie nawożona ściekami lub nieprzerobionymi wilgotnymi osadami.

Najszerze zastosowanie w Ameryce znalazło irygowanie pól ściekami w stanie California. To też szczegółowe przepisy tego stanu w sprawie stosowania osadów do nawożenia są szczególnie interesujące. Przepisy te głoszą:

1. Surowe ścieki, wypływy z dołów septycznych i osadników Imhoffa lub podobne ścieki, a także wody, zanieczyszczone przez takie ścieki, nie mogą w żadnym razie być zastosowane do polewania warzyw lub krzewów, których płody i owoce są jadalne na surowo (pomidory, sałaty, selery i t. p.).

2. Warzywa, przeznaczone do spożycia przez ludzi w stanie gotowanym, mogą być polewane ściekami, pod warunkiem jednak, aby ścieki nie były stosowane przynajmniej na miesiąc przed zbiorem lub spożyciem produktów (kalafior, kapusta, szparagi i t. p.).

Wyjątki: Za specjalnem zezwoleniem Stanowego Urzędu Zdrowia, jarzyny i owoce, wymienione w punktach 1 i 2, mogą być zraszane ściekami, gdy ich produkty są użytkowane wyłącznie do sprzedaży w puszkach.

3. Jarzyny, zbierane wyłącznie w stanie suchym, mogą być zraszane ściekami; do takich zalicza się wszelkie grochy oraz późne ziemniaki.

4. Drzewa owocowe i orzechowe mogą być zraszane ściekami pod warunkiem, aby owoce, strącane przez wiatr lub leżące na ziemi, nie byłybrane do spożycia.

5. Melony, ogórki i t. p. mogą być zraszane ściekami pod warunkiem, że ścieki nie będą miały styczności z produktami.

6. Karma, jak na przykład alfalfa, buraki pastewne i t. p., może być polewana ściekami pod warunkiem, że mleczne krowy nie będą się pasły na polach, które są jeszcze mokre od ścieków.

Wprowadzając te przepisy, Urząd Zdrowia wziął pod uwagę następujące względy:

1. Ścieki surowe, lub ścieki, wypływające z osadników, mogą w każdym czasie zawierać zarazki duru brzuszego, czerwunki lub chorób przewodu pokarmowego, które w razie znalezienia się na owocach i warzywach, będących poprzednio w kontakcie ze ściekami lub roślinami, zanieczyszczonymi ściekami, mogą dostać się do organizmu ludzkiego.

2. Rośliny, spożywane na surowo, lub produkty spożywcze mogą się zanieczyścić na targach, na wozach warzywnych, w kuchniach i t. p., jeżeli będzie dozwolone, aby były w styczności z roślinami, zanieczyszczonymi ściekami i przeznaczonymi do spożycia dopiero po ugotowaniu.

3. W ciągu prawie jednego miesiąca po zastosowaniu ścieków niemal wszystkie zarazki chorobotwórcze w ściekach giną i pozostałość po ściekach staje się zupełnie nieszkodliwa.

4. Zarazki chorobotwórcze w ściekach wymagają do życia środowiska wilgotnego; giną one w suchym gruncie lub na roślinach, zbieranych z stania suchym.

¹⁾ Fresno, Cal. (ścieki osadzone), Hastings, Nebr. (surowe w stawach), Pasadena, Cal. (osadz.), Pomona, Cal. (surowe), Santa Rosa (osadz.).

²⁾ Wysuszone na powietrzu: Atlanta (Georgia), Canton (Ohio), Fitchburg (Wash.), Jefferson County (Alabama), Mansfield (Ohio), Pasadena (Cal.), Pontiac (Mich.).

5. Gotowanie sterylizuje produkty, zakażone ściekami. Rośliny, przeznaczone tylko do konserwowania w puszkach lub do przechowania, a nie do spożycia w stanie surowym, mogą być podlewane ściekami.

6. Na zaskórnej irygacji można polegać tylko częściowo, jeżeli chodzi o usunięcie niebezpieczeństwa zanieczyszczenia gruntu i roślin ściekami; w każdym razie względy, wyrażone w punktach 3—5, winny być brane pod uwagę.

7. Zanieczyszczenie owoców i orzechów na drzewach ponad gruntem jest wyłączone. Owoce, strzęsione przez wiatr i zbierane z ziemi, są niebezpieczne, gdy grunt podlega zraszaniu ściekami.

8. Zwierzęta nie podlegają ludzkim chorobom przewodu pokarmowego, dlatego ścieki mogą być stosowane na pastwiskach.

9. Z drugiej strony, ludzie ulegają tylko w małym stopniu zwierzęcym chorobom przewodu pokarmowego; rośliny, nawożone obornikiem, nie są niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego.

10. Zarazki duru brzuszego rozwijają się szybko w mleku. Dlatego mleko od krów, które się pasą na polach, irygowanych ściekami (gdy są jeszcze wilgotne od ścieków), jest niebezpieczne.

Żywotność zarasków duru brzuszego, cholery i innych chorób w wilgotnych osadach kanalizacyjnych stanowi przedmiot szczególnego zainteresowania. W zbiornikach, gdzie osady ulegają fermentacji, walczą o pierwszeństwo liczne wrogie sobie formy życia, posiadające różne stopnie siły i przystosowalności. Silniejsze organizmy stopniowo zwyciężają, słabsze giną. Wszelkie przepisy lub ograniczenia w poruszanej sprawie muszą się liczyć z wynikami badań nad umieralnością tych drobnoustrojów.

Literatura naukowa zajmuje się bardzo szeroko zagadnieniami żywotności prątków duru brzuszego i innych bakterij w ściekach, ale naogół opinie są tu jeszcze nieustalone.

Z dawnych doświadczeń wynika, że prątki duru brzuszego były odnajdywane w różnych postaciach ścieków ludzkich po dłuższym czasie, od 6 godzin do 365 dni, i w różnych rodzajach gruntu po kilku do 540 dni. Przytoczone doświadczenia były wykonywane do roku 1912, a więc stosunkowo b. dawno. W ostatnim dziesiątku lat metody różniczkowania bakterij chorobotwórczych zostały ulepszone. Dziś stwierdzony okres życia bakterij, jak np. duru brzuszego, w niekorzystnych warunkach (jakie stwarzają np. fermentujące osady kanalizacyjne) jest znacznie krótszy od wymienionych wyżej okresów.

W r. 1921 Dr. Klingler z Rockefellerowskiego Instytutu badań medycznych w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wydał pracę p. t. „Badanie zanieczyszczenia gruntu i zależności pomiędzy różnymi urządzeniami ustępów a szerzeniem się zakażeń przewodu pokarmowego”. Z pracy doświadczałnej, jaką Klingler przeprowadził, pewne dane posiadają specjalne znaczenie. Szereg doświadczeń zmierzał do wykazania, co się dzieje z zarazkami chorobotwórczymi w materjale pochodzenia ściekowego, który ulega rozkładowi, oraz co się dzieje z temi zarazkami, które potrafią wytrwać i dostają się później do gruntu. Wyniki badań Dra Klinglera dowodzą tego, że *okres życia zarasków*

w ściekach jest kwestją dni, a nie tygodni lub miesięcy.

Prątki grupy duru brzuszego i dyzenterji giną szybko w materjale septycznym. Prątki duru brzuszego mogą przeżyć koło 5 dni, typ Flexnera dyzenterji koło 3 dni, gdy prątki Shiga dyzenterji giną najprędzej. (Dyzenterje te spowodowane są przez bakterje, których jest pięć szczepów. Pozaatem istnieje jeszcze dyzenterja, wywołana przez pełzaki). Gdy zbiornik jeszcze „nie dojrzał”, a alkaliczność płynu jest niska, drobnoustroje mogą żyć znacznie dłużej. Bakterjobójcza moc wypływu z dojrzałego zbiornika polega prawdopodobnie zarówno na alkalicznej reakcji, jak i obecności wrogich produktów metabolizmu. Prędkość, z jaką prątki duru brzuszego i dyzenterji giną w gruncie, zależy od szeregu czynników, głównie od zawartości wilgoci oraz reakcji gruntu; charakter i obfitości innej flory może grać podrzędną rolę. Na specjalną uwagę zasługuje fakt, że w suchym lub kwaśnym (mokrym lub suchym) gruncie większość zarasków chorobotwórczych ginie w ciągu 10 dni.

Dodatkowe potwierdzenie powyższych badań daje niezależne badanie Dr-ów Courmont i Rochaix w Paryżu, którzy przeprowadzili rozległe doświadczenia w roku 1922. Wyniki badań tych dwóch higienistów francuskich streścić można w ten sposób: zarazki grupy tyfusu i paratyfusu giną w ciągu 2 — 3 dni w przewietrzanych lub nieprzewietrzanych ściekach, lecz w tych samych ściekach uprzednio sterylizowanych żyją znacznie dłużej. W tych samych warunkach krętki cholery nie dadzą się wykryć już po 6 godzinach.

Dane te dowodzą wyraźnie, że obecność chorobotwórczych typów w środowisku ściekowym zależy od jednoczesnego życia innych form drobnoustrojów. Ponieważ te ostatnie są w wielkiej liczbie w osadach kanalizacyjnych, które podlegają rozkładowi (o ile ścieki nie były poddane sterylizacji), staje się jasnym, że *możliwość przeżycia szkodliwych dla zdrowia drobnoustrojów w fermentującym osadzie jest stosunkowo mała.*

W stosunku do zarasków gruźlicy sprawa nie została jeszcze wyjaśniona, gdyż izolowanie zarasków tych jest specjalnie trudne. Można jednak przypuszczać, że prątki gruźlicy mogą mieć większą żywotność, niż wymienione wyżej drobnoustroje, ale czy mogą one przeżyć więcej niż 7 dni w fermentującym osadzie, wymaga to jeszcze udowodnienia. Tak samo nie zostało jeszcze wyjaśnione, jak długo mogą żyć w osadach różne formy pasorczytów, np. larwy tęgoryjca. Sprawa ta jest szczególnie ważna, ponieważ niektórzy badacze wskazali, że organizmy te nie giną w takim tempie, jak zarazki chorobotwórcze. W okolicach zaś miasta Calcutta w Indiach zauważono, że w wypływach z 19 na ogólną liczbę 56 dołów septycznych były jajeczka lub larwy tęgoryjca (hookworm). Dotychczasowe wyniki wskazują także, że dalsze badania są konieczne.

Uwzględniając ostatnie badania, wydaje się zbyt czynnem, aby wprowadzano surowe przepisy w odniesieniu do stosowania osadów kanalizacyjnych do celów nawozowych. Z badań tych można wywnioskować, że jeżeli osady będą w oddzielnym zbiorniku ulegały fermentacji nie krócej, niż 10 dni, zastosowanie ich do nawożenia nie stanowi żadnego niebezpieczeństwa dla zdrowia publicznego.

Zakład oczyszczania ścieków w mieście Baltimore w Stanach Zjednoczonych Am. Półn., po wprowadzeniu osobnych zbiorników do fermentacji osadów, zastanawiał się nad kwestją, czy osady przefermentowane mogą bez niebezpieczeństwa dla zdrowia być sprzedawane sąsiadnim farmerom do celów nawozowych. Postanowiono, wobec przytoczonych danych naukowych, zgodzić się na sprzedaż osadów przegniłych, stosując się jednak do następujących warunków:

1. Tylko takie osady mogą być dostarczane farmerom, które ulegały fermentacji przynajmniej w ciągu 10 dni.

2. Wilgotne osady mają być wywożone wozami, które są nieprzepuszczalne dla cieczy.

3. Osady mogą być stosowane tylko na gruncie przed zasadzeniem roślin. Nie mogą inieć one żadnej styczności z już rosnącymi warzywami.

4. Scisły wykaz ma być prowadzony odnośnie osób, otrzymujących wilgotne przegniłe osady, zawierający datę, położenie farmy oraz pobrane ilości osadów.

5. Miastu zastrzega się prawo przerwania w każdym czasie dostarczania osadów farmerom.

6. Osoba, która nie stosuje się do powyższych przepisów, nie będzie mogła otrzymywać osadu z zakładu.

7. W czasie, gdy osady będą zabierane przez farmerów, miasto będzie prowadziło inspekcję farm, aby się przekonać, czy przepisy są wykonywane. Stanowy Urząd Zdrowia zastrzega sobie na przyszłość wszelkie zmiany przepisów.

8. Każdy, kto zabiera osady z zakładu, otrzymuje, na piśmie zaświadczenie z wymienieniem postanowień odnośnych przepisów.

9. Wykazy muszą być w każdym czasie gotowe dla inspekcji władz.

Z treści niniejszej pracy wynika wyraźnie, że osad dobrze przegniły ma zarówno pod względem higienicznym, jak i gospodarczym wielką przewagę nad osadem świeżym.

Przy budowie nowych zakładów oczyszczania ścieków, musimy więc i na tę stronę zagadnienia zwrócić baczność uwagę, zwłaszcza, że wchodzi tu w grę interesy rolnictwa, stanowiącego o dobrobycie szerszych warstw ludności.

Trudno tu nie wspomnieć że oczyszczanie ścieków sposobem czynnego osadu daje nie tylko dużą gwarancję pod względem sanitarnym, ale także i pod względem racjonalnego usuwania osadów i wykorzystania ich wartości nawozowych, zwłaszcza gdy zastosować, jako wstępne osadniki, doły Imhoffa.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

SPAWANIE.

Spawanie elektryczne metodą „wirujących elektronów“.

Podczas spawania elektrycznego oddziaływa na łuk elektryczny nie tylko jego własne pierwotne pole elektromagnetyczne, ale również i pole wtórne, wytwarzające się przy przepływie prądu przez obwód, zawierający części łączone. Natężenie i kierunek tego pola wtórnego zmieniają się w miarę przesuwania łuku wzdłuż szwa. Jego wpływ powoduje zmienne odchylenia łuku od najprostszej drogi prostolinjowej i zmusza go do szukania drogi najmniejszego oporu, na podobieństwo błyskawicy. Odchylenia łuku i jego „błądzenie“ oraz związane z tem rozproszenie, wyrażające się w rozszerzeniu płomienia na większą powierzchnię zetknięcia z metalem, powodują zmniejszenie szybkości topienia, wymagające zmniejszenia szybkości posuwu elektrody.

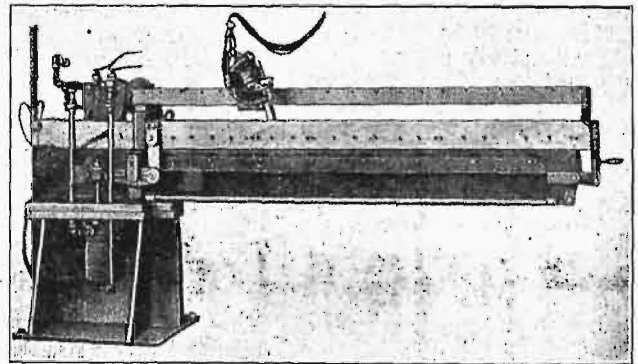
Dla zapobieżenia tym zjawiskom szkodliwym, opracowało Tow. Lincoln Electric Co. metodę spawania, polegającą na wprowadzeniu jeszcze jednego pola elektromagnetycznego, nałożonego na pole łuku. Natężenie pola dodatkowego wzrasta proporcjonalnie do odległości od osi geometrycznej elektrody. Równocześnie otrzymuje łuk szybki ruch obrotowy przez obracanie elektrody węglowej.

Pod działaniem tego pola i ruchu elektrody, łuk „prowadzony“ stara się zachować średnie położenie równowagi i osiągnąć powierzchnię spawania drogą najkrótszą, prostolinjową, bez jakichkolwiek uchybień. Zarazem elektrony wykonywają szybkie ruchy wirowe, skąd też powstała nazwa omawianej metody. Dla zapobieżenia utlenianiu metalu, wykonywa się spawanie w atmosferze czynnika, wydzielającego tlenek węgla, który spala się na CO₂.

Opisywana metoda odznacza się samoczynnym posuwem elektrody albo przedmiotu spawanego i samoczną regulacją długości łuku, na wzór stosowanej w lampach łukowych. Spawalnice używane do tej metody mają głowice nieruchome albo ruchome. W pierwszym wypadku wykony-

wa posuw sam przedmiot spawany (ruch prostolinjowy albo obrotowy), w drugim wypadku — głowica otrzymuje ruch posuwisty zapomocą przekładni łańcuchowej od elektrosilnika, gdy przedmiot pozostaje nieruchomy, zamocowany bądź mechanicznie, bądź zapomocą powietrza sprężonego.

Na rys. 1 widzimy np. maszynę do spawania samocznego szwów podłużnych zewnętrznych lub wewnętrznych na styk lub na nakładkę w kotłach, rurach i t. p. Przedmiot

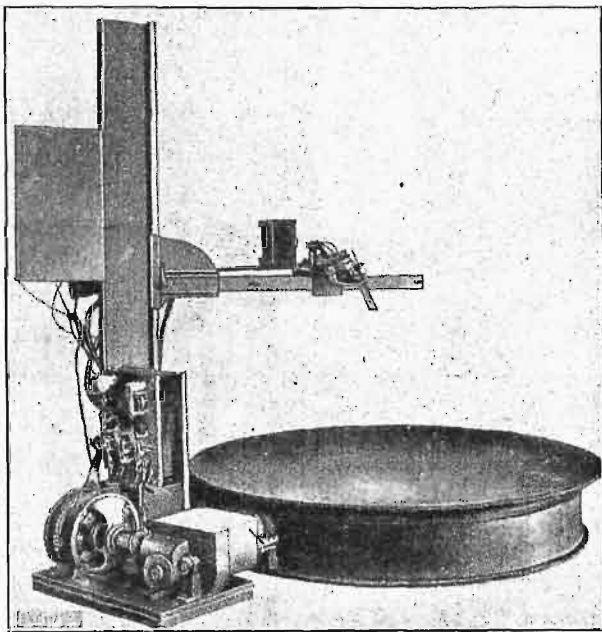


Rys. 1. Maszyna do samocznego spawania elektrycznego szwów wzdłużnych.

spawany przesuwa się nad poziome ramię i zamocowuje w uchwytach, głowica zaś, napędzana silnikiem i łańcuchem, przesuwa się po przewodnicy prostolinjowo nad szwem.

Rys. 2 obrazuje spawarkę do spawania den ze zbiornikami cylindrycznymi, ustawianymi na stole obrotowym swobodnie lub przymocowanymi zaciskami. Ramię z głowicą może być przestawiane wzdłuż stojaka. Ponieważ przy opisywanej metodzie kilka sąsiednich łuków nie może wzajemnie wywoływać zakłóceń, przeto możliwe jest jednoczesne użycie szeregu dość blisko siebie stojących łuków do spawania kilku szwów przy dowolnym pochyleniu głowic.

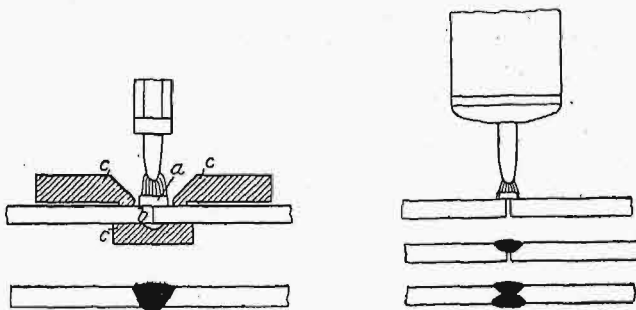
Przy użyciu elektrod węglowych, spawanie metodą wi-
 rujących elektronów jest rodzajem topienia, właściwie wta-
 piania pręta *a* z żelaza zlewne-
 go, kładzionego nad stykają-
 cymi się krawędziami obu łączonych części (rys. 3). Pręt



Rys. 2. Elektryczna spawarka samoczynna do szwów kołowych.

i krawędź *b* topią się i stygną jednocześnie. Dla nadania odpowiedniego kształtu szwu, ustawia się pod stykiem wy-
 drażone formy miedziane *c*, chłodzone wodą. Wgłębienie
 w formie powoduje wypukłość szwa. Nawęglania szwu unika
 się w ten sposób, że prąd kieruje się nie z elektrody na szew,
 lecz odwrotnie.

Natomiast przy użyciu elektrod metalowych spływa
 metal pręta *a* kroplami do wycięcia na szew, które musi
 wówczas mieć kształt litery V. Równoczesne nagrzewanie
 krawędzi blach nie zachodzi tu w tym stopniu, co przy elek-
 trodzie węglowej, gdyż nie pozwala na to ograniczenie do-
 puszczalnej gęstości prądu w elektrodzie metalowej. Wobec
 tego nie zachodzi tu tak silne nagrzanie krawędzi szwu i tak
 ściśle ich związanie z materiałem wypełniającym szew.
 Nadto przy ściekaniu metalu kroplami trudniej uchronić go
 od utlenienia. Wobec tego spawanie elektrodą węglową da-
 je nietylko materiał o lepszej strukturze, ale i wolny od



Rys. 3. Sposób spawania blach do 6 mm grub. Rys. 4. Sposób spawania blach grubszych.

żużli, a poza tem jest mniej kosztowne, gdyż nie wymaga
 ścinania krawędzi, pozwala na większą szybkość posuwu i na
 użycie tańszego materiału dodatkowego.

Opisywaną metodę stosować należy do spawania blach
 do 6 mm przy jednokrotnym przejściu elektrody (rys. 3),
 zaś przy większej grubości blach — przy dwukrotnym przej-
 ściu (rys. 4). Możliwe do uzyskania szybkości spawania,
 w zależności od grubości blachy, wskazuje poniższa tabelka.

Grubości blachy										
1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0	6,0	10,0	12,0	15,0	18,0
Szybkości spawania w m/h										
51	48	45	33	28,5	22,5	18	10,5	7,5	6,0	3,6

Jakość spawania zależy w dużej mierze od wykonywu-
 jącego je rzemieślnika. Dobrze spawane przedmioty wyka-
 zują wytrzymałość nie mniejszą od materiału przed spawa-
 niem oraz wysoką ciągliwość przy zginaniu. Przy próbach
 na rozerwanie nie następuje ono migdy w szwie, lecz w innym
 miejscu. Materiał w szwie jest jednorodny, drobnoziarnisty
 i nie wykazuje stref przejściowych. O korzyściach świad-
 czyć może przykład wykonania przewodu o średnicy 1200—
 1625 mm i długości 153 km w Oakland (Kalifornia) — na
 miejscu, z dostarczonych blach płaskich.

Rury te wytrzymały próbę wodną na 1950 at, przyczem
 — mimo przekroczenia granicy sprężystości i rozszerzenia
 średnicy rurociągu o 75 mm — nie dostrzeżono nigdzie od-
 padania szwów w spoinach. Nadto wykonano próby wytrzy-
 małościowe na szeregu próbek z tych rur, przyczem ani pod
 obciążeniem rozciągającym 32,5 kg/mm², ani przy zginaniu
 o 120° nie zauważono uszkodzeń. (Maschinenbau, 1929
 zes. 3, str. 89 — 90).

METALIZACJA.

O ulepszeniu się stopów glinowych.

Prof. Fraenkel, który jest zasadniczym przeciwnikiem
 teorii wydzielania się, opierając się na niezgodnym z tą
 teorią przebiegu zmiany przewodności elektrycznej, prze-
 prowadził wspólnie z Marx'em systematyczne badania nad
 kilkoma stopami glinowymi dwóch typów: samoulepszą-
 cych się i ulepszanych przy wyższych temperaturach, a mian-
 owicie nad stopami:

- A — Al + 4% Cu
- B — Al + 4% Cu + 0,5% Mg
- C — Al + 8% Zn
- D — Al + 8% Zn + 0,5% Mg
- i E — Al + 8% Zn + 0,2% Li.

Mierzono twardość, wytrzymałość na rozciąganie (nie-
 których próbek) i przewodność elektryczną próbek, które
 po zahartowaniu przy 500° trzymano przez rozmaite okresy
 czasu: w zwykłej temperaturze, 50°, 100° i 150°, oraz
 hartowano w wodzie wrzącej i, po przetrzymaniu w tej tem-
 peraturze przez pewne okresy czasu, pozostawiano w tem-
 peraturze zwykłej.

W zwykłej temperaturze, stopy B, D i E szybko twar-
 dnieją, zaś stopy A i C — tylko nieznacznie. Równolegle
 przeprowadzone pomiary przewodności wykazują znaczny
 jej spadek u stopów B i D i nieznaczny u A, zaś u stopów
 C i E, jak również i u czystego glinu — wzrost.

Nagrzewanie przy 50° powoduje tylko przyspieszenie
 przebiegu ulepszania (z wyjątkiem stopu C) i powoduje
 zwiększenie przewodności stopów C i E.

Nagrzewanie do 100° powoduje, szczególnie na począt-
 ku, szybki wzrost twardości wszystkich stopów, najsilniej
 B, potem D, A i E, zaś stop C wykazuje pewne zmniejszenie
 twardości.

Przewodność stopów bez magnezu od razu wzrasta (A,
 C i E), zaś stopów z magnezem (B i D) początkowo spada,
 a potem wzrasta w miarę czasu przetrzymywania w tej tem-
 peraturze. Zmiana kierunku tej krzywej odpowiada czasowo
 załamaniu na krzywej wzrostu twardości (od tego punktu
 twardość wzrasta powoli). Z załączonych do pracy wykres-
 sów trudno o tem sądzić.

Analogicznie zachowują się te stopy i przy 150°, tylko że
 stopy z cynkiem wykazują już znacznie mniejszy przyrost
 twardości, a nawet spadek twardości po około 20 godzinach. Na
 krzywej przewodności nie zaznacza się ten spadek zupełnie.

Na podstawie zmiany kierunku krzywych przewodności, Fraenkel przewiduje, że podczas ulepszania tych stopów następują dwie przemiany, jednakże bliżej ich nie określa.

Hartowanie i utrzymywanie przy tej temperaturze przez pewien okres czasu wpływa następująco na twardość (*B*) i przewodność:

Stop	Zahartowany przy 20°		Zahartowany we wrzącej wodzie i przetrzymany w tej temperaturze									
	B	Przewod.	1/2 min		2 min		5 min		15 min		60 min	
			B	Przewod.	B	Przewod.	B	Przewod.	B	Przewod.	B	Przewod.
A	48,0	23,59	46,5	23,89	—	23,84	51	23,85	45	23,83	—	23,80
B	57,0	22,44	57,8	22,44	69,5	22,17	74,0	22,17	77,0	21,94	79	21,71
C	26,5	25,98	25,0	26,57	24,3	26,72	23,6	26,70	24,0	26,70	23,8	26,75
D	36,0	24,79	34,0	24,87	38,0	24,85	42,0	24,86	55,0	25,00	66,0	24,90
E	32,0	22,81	27,0	24,11	25,8	24,14	25,1	24,27	25,0	24,51	26,0	24,31

Pomiarów dokonywano przy gotowaniu.

Po takim gotowaniu próbki leżały w zwykłej temperaturze.

Próby dokonywane w rozmaitych okresach czasu po gotowaniu wykazały, że stopy A i C twardnieją jeszcze nieznacznie, i tem bardziej, im krócej były gotowane, nie osiągając tych wyników, które się otrzymuje przez zwykłe samo-ulepszenie.

Stop B wykazuje wzrost twardości tem później, im dłużej przebywał we wrzącej wodzie; osiągnięte maximum jest niższe, niż przy normalnem ulepszeniu.

Stop D zaczyna się też utwardniać dopiero po pewnym czasie, przyczem utrzymywanie przez 60 minut we wrzącej wodzie daje wyższą twardość, niż zwykła obróbka, jednakże ostateczne wyniki są mniej więcej jednakowe.

Stop E, który — w odróżnieniu od stopów B i D — nie utwardnia się zupełnie przez gotowanie, wykazuje jednak analogiczne spóźnienie rozpoczęcia wzrostu twardości w zależności od czasu trwania nagrzewania.

Przewodność stopów A, B i D, obrabionych termicznie przez gotowanie, jest tem wyższa, im dłuższy był czas nagrzewania, jednakże stale maleje. Atoli przewodność poddanych tym zabiegom stopów pozostaje wyższą niż stopów normalnie ulepszonych (w stos. do stopu D przebieg jest mniej regularny).

Dla stopu C przebieg jest odwrotny, niż dla stopu normalnie ulepszanego: zamiast wzrostu przewodnictwa obserwuje się jego spadek, względnie po dłuższem gotowaniu (60 min) — niezmiennosc.

Dla stopu E mamy początkowo nagły spadek, a potem wzrost przewodności dla krótko nagrzewanych próbek (1/2 min), zaś łagodniejszy spadek i wzrost dla dłużej gotowanych próbek, podczas gdy w normalnie ulepszonej próbce mieliśmy początkowo szybki, a potem powolny jej wzrost.

Przewodność stopów gotowanych leży znacznie wyżej, niż normalnych.

Ponieważ próbki powyższe były przygotowane z handlowego glinu z 0,25% Fe i 0,25% Si, więc Marx zbadał, czy nieobecność krzemu w glinie spowoduje jakie zmiany i zmiany tej nie znalazł. Z tego wynikałoby, że związek Mg₂Si nie ma znaczenia.

Na podstawie tych prób, Fraenkel twierdzi, że hipoteza „wydzielania się”, w jej najprostszej formie, nie może objaśnić zaobserwowanych zjawisk, jednakże swoich poglądów nie rozwija.

W dyskusji nad tym referatem, prof. Guertler, który jest zwolennikiem teorii „wydzielania się”, przytacza, że stan dyspresji może w znacznym stopniu wpływać na przewodność im większa dyspresja, tem większy opór (mieszana dwóch metali, eutektyka, stan rozdrobienia, odpowiadający troostytowi i wreszcie roztwór stały).

Przy wydzielaniu się z roztworu związku chemicznego Mg₂Si, atomy tych metali muszą się najpierw znaleźć, aby utworzyć jądro krystalizacyjne, które będzie dążyć do wzrostu. Dla umożliwienia tego, może (a może i musi) powstać przejściowo taki stan dyspresji, że opór elektryczny tego skupienia będzie większy, niż roztworu stałego.

W stopach, w których mamy do czynienia ze związkami tworzącymi się tylko z glinu i drugiego metalu, np. Cu Al₂, takie stany przejściowe nie są potrzebne. (Fraenkel i Marx, Z. f. M k u n d e, 1929, zesz. 1, str. 2). W. Ł.

ODLEWNICTWO.

Wyrób żeliwa z dodatkiem stali w Hiszpanji.

Hiszpańskie warsztaty artyleryjskie wytapiają w żeliwach żeliwo z czystej surówki hemalutowej z dodatkiem od 10 do 40% stali. Metal ten odlewa się w bardzo wysokiej temperaturze.

Do wyrobu pocisków dodatek stali waha się w granicach 30 — 35%. Wytopione tworzywo ma skład: węgla związanego 0,65 — 0,75%; grafitu = 2,40 — 2,50%; krzemu = 1,25 — 1,50%; manganu = 0,50 — 0,80%; fosforu poniżej 0,15% i siarki poniżej 0,10%. Całkowita zawartość węgla waha się w granicach 2,8 — 3,25%, w tem 25% węgla związanego. Przy wyższych zawartościach węgla związanego, obróbka mechaniczna (na tokarkach!) jest trudna. Natomiast nadmiar grafitu (ponad 75%) czyni metal zbyt miękkim. Ogólna zawartość węgla i krzemu razem musi wynosić 4,6%, a z tej zawartości przypada na krzem nie mniej niż 1,25%. Zawartość manganu wynosi od 1/3 do 1/2 zawartości krzemu.

Koks do topienia powinien zawierać najwyżej 10% popiołu i 1% siarki.

Druzg stalowy składa się z kawałków pocisków, części karabinów maszynowych, sprężyn, pilników, szyn, wiórów i t. p. Wióry przed użyciem muszą być brykietowane.

Surówka hematytowa, używana w tym celu z (Huty Vizeaya) zawierała 4,25% C, 3,25% Si, 0,75 Mn, P ≤ 0,04% i S — 0,02%.

W celu odtlwienia wprowadza się do kadzi Al w ilości około 1/10000 wagi żelaza.

Wytrzymałość na rozciąganie takiego materiału wynosi 25 kg/mm². Przy badaniu porowatości, powietrze pod ciśnieniem 5 kg/cm² nie przenika wcale przez ścianki granatu (Giesserei, 1929, str. 40).

Inż. M. Zińczenko.