

uzyskamy też i zysk na wadze. Najważniejszego czynnika dla obrabiarki, t. j. zdolności tłumienia, cyfrowo niestety nie da się ująć. Spawane konstrukcje mają tylko jedną niezaprzeczoną zaletę, mianowicie w wielu wypadkach są tańsze od żeliwnych, dla których trzeba wykonywać kosztowne modele i liczyć się z możliwością braku odlewniczego.

W ostatnich czasach dość często słyszy się o odbiorze obrabiarek pod obciążeniem. Niektórych odbiorców obrabiarek nie zadowala odbiór na dokładność samej maszyny oraz stwierdzenie dokładności wykonanego przedmiotu, lecz chcieliby próbować maszynę pod obciążeniem, aby sprawdzić jej sztywność. Wspominam o tem, ponieważ odbiór taki miałby ściłą łączność z omawianym przez nas tematem. Narazie jednak sprawa stoi tak, że nie jest ustalone pojęcie sztywności oraz niewiadomo, co i jak należałoby mierzyć. Są próby określenia sztywności przez połączenie siły obciążającej maszynę z wywołanem odkształceniem. Takie ujęcie sztywności byłoby jednak niedostateczne, gdyż albo musiałyby być jeszcze uzależnione od rodzaju materiałów użytych do wykonania obrabiarki, albo nie uwzględniałoby najważniejszej rzeczy, mianowicie skłonności do drgań maszyny. Bez takiego dodatku żeliwo musielibyśmy uznać za gorsze od stali, gdyż daje ono większe odkształcenia niż stal. Określenie sztywności, nie uwzględniające zdolności tłumienia, nie może być pożyteczne do określenia wartości obrabiarki, a znów uwzględnienie tłumienia jest rze-

czą i teoretycznie i praktycznie dotychczas bardzo trudną. Czysto praktyczne ujęcie sprawy przez stosowanie różnych wibrografów narazie także zagadnienia nie rozwiązuje.

Questions litigieuses dans la construction des machines-outils

R é s u m é :

Dans la deuxième partie de son étude l'auteur s'occupe des roues dentées et indique les incertitudes en ce qui concerne le calcul de leur résistance et les valeurs du coefficient de sécurité; ensuite il rappelle l'influence du durcissement superficiel des dents (qui est d'importance seulement au point de vue de l'usure, mais n'a pas d'influence positive sur la résistance).

Passant aux conditions du travail régulier (sans chocs et bruit) des roues dentées, l'auteur fait mention des procédés modernes de leur usinage et finissage par l'émouillage (procédé de Maag), par le „lapping" etc.

Après l'examen des nouvelles idées de la construction elle-même des roues, garantissant leur travail tranquille, l'auteur rappelle aussi les possibilités modernes du finissage très précis (mirror finish) qui, cependant, n'a pas pu être appliqué aux roues dentées et constate que la tendance d'éviter les inconvénients de la transmission par roues dentées cause le retour à la transmission par courroie qui permet d'obtenir la plus grande exactitude de l'usinage.

Dans le chapitre suivant l'auteur s'occupe de la question du matériel pour le lit et les parties principales des machines-outils. Il montre qu'à cause des valeurs minimales des déformations admissibles de ces parties, l'application de l'acier ou de la fonte spéciale n'est pas justifiée, les tensions admissibles étant très petites. Au point de vue de l'amortissement des vibrations la fonte ordinaire est même supérieure à l'acier et aux fontes spéciales. Les constructions soudées ont donc un seul avantage: parfois leur coût est inférieur.

S. BRYŁA

Badanie jakości połączeń spawanych

Wstęp.

Podstawą wytrzymałości konstrukcji spawanych jest jakość wykonanej spoiny. Z podobnym zagadnieniem spotykamy się również i w żelbecie, gdzie odpowiedź na pytanie, czy dany konglomerat—beton jest należyty, jest równie trudna do rozwiązania. Różnica jednakże pomiędzy żelbetem i spoiną jest zasadnicza. Pierwszy jest sam, jako taki, materiałem konstrukcyjnym, natomiast spoina jest tylko łącznikiem poszczególnych części całości. O ile w betonie lokalne wady lub niedopatrzania, nie mówiąc oczywiście o niedbalstwie, nie muszą mieć ostatecznie niebezpiecznego wpływu na wytrzymałość całości, to przy spoinach należy bacznie uważać, by były one wykonane z całą pieczołowitością i zupełnie odpowiadały swemu, tak ważnemu zadaniu łączenia elementów, których wytrzymałość jest z góry dana, i to wysoka. Wynika więc z tego jasno, jak ważną kwestją jest możność dokładnego zbadania spoin oraz wnioskowania o ich wytrzymałości.

Spoiny bada się laboratoryjnie i na warsztacie, względnie na budowie. Badania laboratoryjne wykonywa się już teraz powszechnie i zarówno przepisy polskie, jak zagraniczne, żądają kategorycznie ich przeprowadzenia. Służą one do sprawdzenia jakości materiału dodatkowego (elektrod, względ-

nie drutu) i umiejętności spawacza. Wyniki zatem badań laboratoryjnych pozwalają nam określić, jaka może być wytrzymałość spoin na danej budowie, wykonywanej przez danych spawaczy przy pomocy danych elektrod, natomiast nie dają odpowiedzi na to, czy każda poszczególna spoina tę wytrzymałość rzeczywiście posiada.

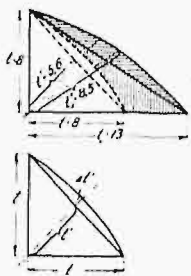
Badania warsztatowe mają na celu sprawdzenie jakości dowolnej spoiny w gotowej konstrukcji. Dziś znane są już liczne metody warsztatowego badania spoin, ale wszystkie one, z wyjątkiem najprostszych, bardzo niedokładnych, są mało rozpowszechnione i rzadko stosowane. Przepisy nie nakazują też wykonywania specjalnych badań warsztatowych. W miarę rozwoju konstrukcji spawanych, będą one jednak nabierać coraz większego znaczenia, nie umniejszając roli badań laboratoryjnych, których zadanie jest z natury rzeczy odrębne. O ile badania warsztatowe, będąc kontrolą wykonanej już roboty, dają stwierdzenie, czy robota jest dobra, czy zła, to badania laboratoryjne pozwalają zapobiec naprzód złemu wykończeniu roboty.

Przedmiotem niniejszego artykułu będą przede wszystkim badania warsztatowe, które inżyniera konstruktora muszą więcej interesować niż laboratoryjne, gdyż są ściślej związane z jego zakresem pracy.

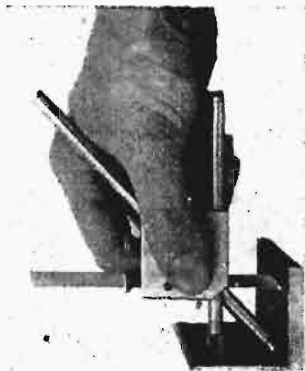
A. Badania warsztatowe.

Badania te możemy podzielić na 3 zasadnicze grupy:

- 1) badania zewnętrzne spoiny i wnioskowanie z wyglądu zewnętrznego o jej wytrzymałości;
- 2) badania wnętrza spoiny bez jej nacinania;
- 3) badania wnętrza spoiny przez jej lokalne nacięcie w miejscach najmniej narażonych na działanie sił wewnętrznych.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny spoiny.



Rys. 2. Trasowanie grubości spoiny.

Pozatem specjalnie dla spoin wykonywanych łukiem elektrycznym istnieje metoda Flamma, która polega na rejestrowaniu wahań prądu roboczego i wnioskowaniu na tej podstawie o jakości spoiny. Metoda ta różni się zasadniczo od innych tem, że badanie odbywa się nie na gotowej spoinie, lecz w toku spawania. Metody tej bliżej opisywać nie będziemy ze względu na niedostateczne jeszcze opracowanie jej z punktu widzenia praktycznego.

Badania zaliczone do grupy 1) możemy podzielić dalej w następujący sposób:

- a) badanie wyglądu zewnętrznego i kontrolowanie wymiarów;
- b) badanie wytrzymałości spoiny na podstawie twardości Brinella.

Badania grupy 2) obejmują metody:

- a) badania stetoskopem,
- b) badania magnetograficzne (metoda Roux),
- c) badania elektryczne (metoda Sperry'ego),
- d) badania promieniami Roentgena,
- e) badania promieniami gamma.

Badania działu 3), t. j. badania wnętrza spoiny przez jej miejscowe wycięcie, mogą być wykonane sposobami następującymi:

- a) wycięcie doraźne dłutem,
- b) wydrążenie miejscowe spoiny (sposobem Schmucklera).

Byłyby to wszystkie dotychczas znane sposoby badania spoin, których zastosowanie na budowie jest możliwe i które nie wymagają takiego uszkodzenia spoin, żeby nie były zdolne do spełniania swego zadania, t. j. łączenia elementów konstrukcyj.

Omówimy teraz kolejno wszystkie poszczególne sposoby.

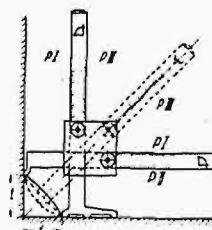
1) Badania zewnętrzne.

a) Badania wyglądu zewnętrznego.

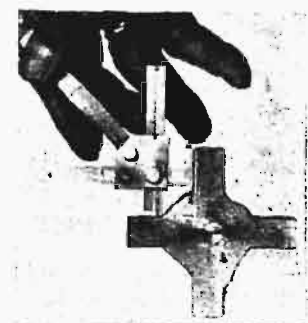
Podczas wykonywania spoin należy baczyć, ażeby wykonane wymiary odpowiadały możliwie dokładnie obliczonym. Wymiary grubsze niż obliczone podwyższają niepotrzebnie koszty wykonania, natomiast wymiary mniejsze zmniejszają pewność połączenia. Również nie jest wskazane wykonywanie spoiny, zwłaszcza bocznej, o przekroju poprzecznym trójkąta nierównoramiennego, bo bardziej miarodajny jest w tym wypadku bok mniejszy trójkąta, więc mamy źle wykorzystany materiał (rys. 1). Trudno od spawacza wymagać dokładnego wykonania spoiny na oko. Celem ułatwienia tej pracy można grubość spoin wytrasować, t. j. wyznaczyć na przekrojach łączonych dwie linie, do których należy dostosować grubość spoin (rys. 2). Podobne trasowanie spoin ułatwia też późniejsze badanie grubości wykonanej.

Do mierzenia grubości szwu nadaje się dobrze przyrząd Schmucklera, zapomocą którego można dokładnie pomierzyć wszystkie wymiary spoiny. Przyrząd składa się z trzech podziałek (rys. 3), z których dwie są do siebie umieszczone pod kątem prostym, a trzecia przepoławia kąt prosty pomiędzy poprzednimi podziałkami. Wszystkie trzy podziałki umieszczone są w pudełku blaszanym, posiadającym trzy otwory dla podziałek.

Po ustawieniu przyrządu na spoinie (rys. 4) oraz odpowiednim nastawieniu podziałek, dokręca się śrubkę każdej poszczególnej podziałki i odczytuje wymiary. Wszystkie trzy podziałki mają po dwie skale (rys. 3), mianowicie podziałka pionowa i pozioma — skale dla t (skala I) oraz $t' = \frac{t}{\sqrt{2}}$ (skala II), przyczem t i $t' = \frac{t}{\sqrt{2}}$ odczytane na obu podziałkach powinny być zgodne, jeżeli przekrój poprzeczny spoiny jest trójkątem o równych bokach t . Podziałka trzecia, umieszczona pod kątem 45° do obu poprzednich, ma również dwie skale: przednią t dla spoin lekkich (skala III) oraz tylną



Rys. 3. Przyrząd do pomiaru wymiarów spoin.



Rys. 4. Widok przyrządu z rys. 3.

(skala IV) dla spoin V lub X. Jeżeli wartość $t' = \frac{t}{\sqrt{2}}$, mierzona podziałkami pionową i poziomą, wypada różna, należy uwzględnić tylko wartość mniejszą. Jeżeli wymiary nie odpowiadają obliczonym, należy je pogrubić.

Spoinę wykonywa się, poruszając elektrodą zyg-

zakiem półkolistym, lub też spiralą, posuwając się wprzód lub wstecz, lecz stale w jednym kierunku. Pomiędzy jednym zygakiem a następnym wytwarza się w spoinie lekka brózda, której głębokość zależna jest od natężenia prądu, grubości elektro-



Rys. 5. Badanie spoiny stetoskopem.

dy, oraz wprawy spawacza. Brózda taka nie powinna sięgać głębiej w spoinę, gdyż może być czasem niebezpieczna, szczególnie wtedy, jeśli idzie w kierunku szwu i znajduje się w płaszczyźnie pracującej $\left(\frac{t'}{\sqrt{2}}\right)$. Wygląd zewnętrzny spoiny powinien świadczyć o pewności spawacza, spoina powinna być gładka, stöße mają się znajdować w regularnych odstępach od siebie, miejsca nadpalone mogą być tylko na początku i ewentualnie na końcu szwu, i to w miejscach najmniej narażonych na działanie sił.

Również naloty wzdłuż spoiny o różnym zabarwieniu służyć mogą doświadczonemu do wnioskowania o stanie wewnętrznym spoiny, szczególnie odnośnie do przegrzania. W ten sposób można wykryć grubsze błędy.

Wnioskowanie jednakowoż o wytrzymałości danej spoiny na podstawie powyższych rozważań byłoby zawodne.

b) Badanie na podstawie twardości.

Według Brinella, twardość metalu wyraża się wzorem:

$$T = \frac{P}{\frac{D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

gdzie P oznacza obciążenie w kg, D — średnicę kulki naciskającej, a d — średnicę otworu, powstałego w materiale pod wpływem nacisku kulki o średnicy D . Zależność pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie a twardością stali węglowych ujęta jest we wzór empiryczny:

$$R_r = 0,35 T, \text{ t. j. } \frac{R_r}{T} = 0,35.$$

Błędy przy wyznaczaniu wartości R_r na podstawie powyższych równań mieszczą się w granicach 5%. Dokładność więc jest bardzo dobra.

W ostatnich czasach używa się tej metody i do badania spoin. Według Zimma, współczynnik $\frac{R_r}{T}$ dla spoiny acetylenowej wynosi 0,26. Tę samą wartość przyjmować można też i dla spoiny elektrycznej. Według doświadczeń polskich *) współczynnik ten wynosi 0,32 — 0,33.

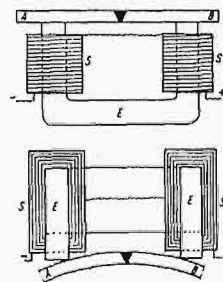
Obecnie istnieją już przyrządy podręczne, za pomocą których można zbadać wprost na budowie twardość i w konsekwencji wytrzymałość spoiny. Nie można jednakże zapominać, że otrzymane w powyższy sposób wartości R_r ważne są tylko dla badanego miejsca na powierzchni spoiny, natomiast kwestja por, wtopienia spoiny w materiał rodzimy i t. d. zostaje nierozwiązana.

Sposób ten może mieć zastosowanie obecnie właściwie tylko wtedy, gdy obok niego przeprowadza się badanie sposobem innym, który pozwala wejrzeć we wnętrze spoiny.

2) Badania wewnętrzne spoiny bez jej nacinania.

a) Metoda stetoskopowa.

Już w życiu codziennym spotykamy się ze sposobem badania dobroci wyrobów (szczególnie ceramicznych, ścian murowanych i t. d.) przez wsłuchiwanie się w oddźwięk, jaki wydaje przedmiot przy uderzeniu. Oddźwięk czysty o tonie wysokim świadczy o dobroci wyrobu; natomiast głos niski, głuchy, bez dźwięku, wskazuje na niedomaganie badanego przedmiotu pod względem całości. Badań podobnych używa również i lekarz, badając chorego, tylko że dla lepszego ujęcia odgłosów wewnętrznych używa słuchawki-stetoskopu.



Rys. 6. Schemat elektromagnesu do badań magnetograficznych.

W konstrukcjach nitowanych przyjęty jest powszechnie sposób badania nitów zapomocą uderzenia nita młotkiem i wsłuchiwanie się w oddźwięk, jaki uderzenie wydaje. Dobrze wyszkolony robotnik może podczas opukiwania nitów prawie z całą pewnością stwierdzić, który nit nie „siedzi” dobrze, więc który trzeba wymienić. Trudniej natomiast określić gołym uchem dobroć spoiny. Z tego względu lepiej używać do badania spoin stetoskopu.

Przyrząd ten składa się z muszli (chwytracza dźwięków), przewodu węzowego (najczęściej gumowego) i słuchawek (rys. 5). Do badania spoin można używać tylko muszli gumowej. Po nałożeniu jej na spoinę, uderzamy młotkiem, przyczem ważne jest należyte pochwylenie pierwszego dźwięku, z uwagi na to, że wkrótce po uderzeniu udziela się drganie całej konstrukcji, a dźwięki stąd powstałe są odgłosem rezonansu całości. Przez porównywanie dźwięków w różnych miejscach spoiny można stwierdzić, które miejsce jest najslabsze.

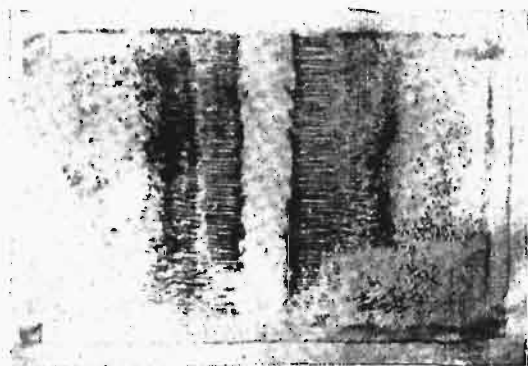
Siła uderzeń zależna jest od grubości blachy i od rodzaju konstrukcji.

*) S. Żukowski. Spawanie i Cięcie Metali. 1933 r., zes. 12.

Przy badaniu spoin w warsztatach należy baczyć na szczelną izolację ucha od fal głosowych nie wywołanych przez badaną spoinę, a muszla powinna przylegać szczelnie do miejsca badanego. Zdarza się czasem, że po opukaniu dochodzimy

zmniejszyć ten opór i wyrównać go we wszystkich punktach pola.

W materiale jednorodnym, o jednakowej grubości, opór jest wszędzie jednakowy, a przeto opiłki układają się regularnie, równo na całej badanej



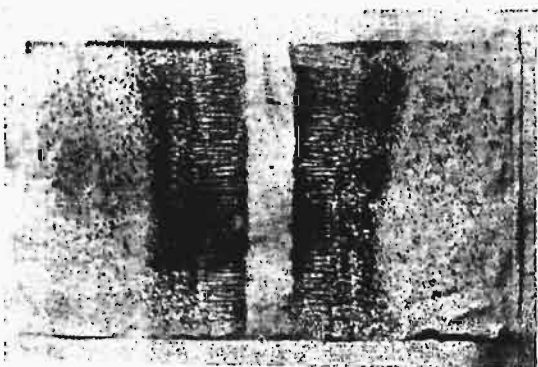
Rys. 7. Obraz uzyskany przy badaniu magneto-graficznym dobrej spoiny.

mylnie do wniosku, jakoby istniały dwie pory w spoinie, i to w bardzo bliskiej odległości od siebie, gdy tymczasem ścięcie spoiny przekona nas o istnieniu tylko jednej, i to w środku pomiędzy obydwojema poprzednio stwierdzonymi.

Zapomocą tej metody udawało się już stwierdzić błędy, z powodu których wytrzymałość spoiny byłaby obniżona o 10%. Zaletą tej metody stanowi mały koszt badań oraz łatwość wykrycia grubszych błędów, wadą natomiast to — że trudno być zupełnie przekonany o wykrytym błędzie bez użycia kontrolnych aparatów.

b) Metoda magnetograficzna.

Metoda ta, wynaleziona przez A. Roux, polega na następującym prawie fizycznym: jeżeli przez obwód ruchomy przepuścimy strumień magnetyczny, to obwód ten przybierze taki kształt, przy którym stanowi najmniejszy opór dla przepływu strumienia magnetycznego. Tak np. igła, zawieszona między dwoma biegunami magnesu, ustawia się wzdłuż linii, łączącej oba bieguny, gdyż w tem położeniu izolująca przestrzeń powietrza ma naj-



Rys. 8. Pasemko opiłków na spoinie w miejscu jej przerwania.

mniejsze wymiary i z tego powodu opór obwodu jest najmniejszy.

Jeżeli w polu magnetycznym rozsiejemy drobne opiłki żelazne, to skupią się one w tych miejscach, gdzie opór jest największy, starając się jakgdyby



Rys. 9. Obraz dawany przy badaniu magneto-graficznym w razie braku wtopienia spoiny.

powierzchni. Natomiast wszelka nieregularność, a mianowicie gęściejsze skupienie opiłków, stanowi oznakę większego w tem miejscu oporu, który świadczy o błędach materiału, np. o mniejszej grubości, porach, nagromadzeniu tlenków i t. p.

Na dobrze wykonanej spoinie obserwujemy zwykle rozrzedzenie opiłków, gdyż spoina mająca kształt lekko wypukły, dzięki zwiększonej grubości, stanowi mniejszy opór.

Do badań magnetograficznych używać można magnesu zwykłego, stałego, lub lepiej elektromagnesu. Elektromagnes ma kształt podkowy, której końce znajdują się w odstępnie 80—100 mm. Cewki z uzwojeniem znajdują się na obu końcach podkowy (rys. 6).

Do wywołania pola magnetycznego najwygodniej używać prądu z sieci. Podczas badań elektromagnes jest ustawiany poprzecznie do spoiny tak, że cewki (bieguny) znajdują się po obu stronach spoiny.

Użyte do badań opiłki stalowe powinny być jaknajdrobniejsze. Celem uzyskania wyraźnego obrazu układania się opiłków stalowych można przyłożyć do spoiny białą bibułkę lub też powlec ją białą kredą. Wskazane jest to zwłaszcza wtedy, gdy robimy zdjęcie fotograficzne układania się opiłków.

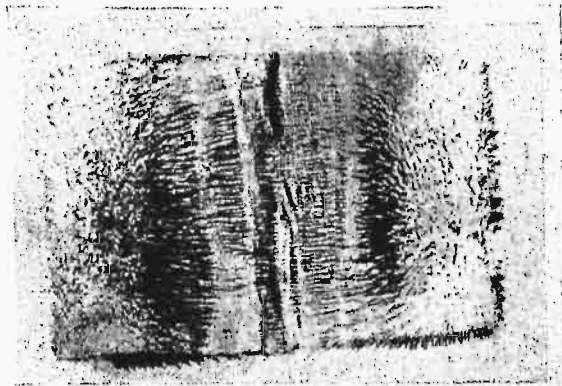
Opiłki najlepiej nałożyć zapomocą specjalnego rozpylacza. Pory, których rozmiary są mniejsze aniżeli $\frac{1}{10}$ grubości blachy, nie dadzą się zapomocą tej metody zbadać. Metoda ta jest więc dobra do wykazania grubszych błędów. Jeżeli spoina jest dobra, opiłki układają się regularnie po obu jej stronach (rys. 7).

Kratery spoin, to jest miejsca ich przerwania, bywają zazwyczaj porowate, gdyż z powodu szybkiego stygnięcia gazy nie mają czasu wydostać się na powierzchnię. Dlatego kratery przedstawiają większy opór magnetyczny i na nich układają się opiłki, tworząc pasemka (rys. 8) lub plamy na czystej powierzchni spoiny.

Jeszcze wyraźniej uwidocznia się brak wtopienia u nasady spoiny, to jest przy spoinach V u dołu, a przy spoinach X w środku grubości blachy. Wtedy bowiem z powodu zmniejszenia grubości spoiny zwiększa się w tem miejscu raptownie opór

i opiłki tworzą ciemną smugę na środku spoiny (rys. 9).

Zanieczyszczenie spoiny żużłem powoduje zniekształcenie układu opiłek. Typowy przykład spoiny wadliwej jest przedstawiony na rys. 10.



Rys. 10. Obraz badania magnetograficznego spoiny zanieczyszczonej żużłem.

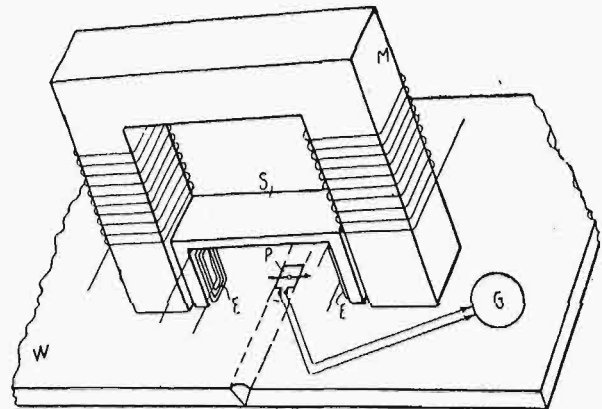
Metoda ta została wprowadzona przez A. Roux w roku 1927 w Paryżu, a obecnie wobec taniej aparatury dosyć się rozpowszechnia. Należy zaznaczyć, że w podobny sposób badano dawno już przedtem istnienie rys w metalach.

Obrazy magnetyczne mogą być zniekształcone przez istniejące w spoinie naprężenia, które — jak wiadomo — wywierają wpływ na przenikliwość magnetyczną. Jednakże w ostatnich czasach czyni się już doświadczenia, które mają na celu usunięcie wpływu naprężeń na przenikliwość magnetyczną, a to przez zmianę natężenia pola magnetycznego. Być może, że jest to sposób, zapomocą którego będzie można w przyszłości oznaczać wielkości istniejących naprężeń w spoinie, co byłoby bezwątpienia ogromnym sukcesem.

Badanie magnetograficzne oddać może wielkie usługi w laboratorjach, warsztatach i częściowo na budowie, natomiast trudno sobie wyobrazić użycie tej metody na budowie podczas silnego wiatru i deszczu.

W ostatnich czasach wykonano podobny do powyższego aparat, pracujący bez opiłek. Działanie tego aparatu, przedstawionego schematycznie na

rys. 11, polega na następującej zasadzie: jeżeli w spoinie są błędy, zmniejszające przenikliwość magnetyczną materiału, jak np. pory, bańki powietrzne, wtrącenia niemetaliczne i t. p., to strumień magnetyczny, wzbudzony elektromagnesem, prze-



Rys. 11. Przyrząd do badania magnetograficznego z ruchomą cewką i galwanometrem.

plywający przez badany przedmiot, rozdziela się w tym miejscu i występuje nazewnątrz. Wtedy znajdująca się nad spoiną cewka P, poruszona tam i z powrotem w kierunku strzałek, przecina oddzielone linie magnetyczne, skutkiem czego powstaje w niej przez indukcję siła elektromotoryczna, którą wykrywamy przy pomocy galwanometru G lub przyrządów rejestrujących.

Zaletę tej metody stanowi łatwa manipulacja, łatwość dokładnego wykrycia błędów spoiny, wadę natomiast — to, że nie można stwierdzić głębokości wtopienia.

(d. n.).

Le contrôle de la qualité des joints soudés

R é s u m é

L'article contient la description de diverses méthodes de contrôle des soudures classifiées en trois groupes principaux: 1) contrôle extérieur, 2) contrôle intérieur de la soudure sans entaille et 3) contrôle intérieur par l'entaille de la soudure.

Dans la première partie de son étude l'auteur s'occupe des méthodes de contrôle extérieur (aspect de la soudure, contrôle basé sur la dureté) et de quelques méthodes de contrôle intérieur sans entaille (méthode stétoscopique, méthode magnétographique).

Inż. Z KLEBOWSKI, Kielce

W sprawie obliczenia utwierdzenia belki zapomocą spawania

Niemieckie przepisy ¹⁾, strona 4 § 4, przewidują obliczenie utwierdzenia końców belki (rys. 1) zapomocą spawania — wzorem:

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2} \dots \dots \dots (1)$$

We wzorze tym oznacza

$$\rho_1 = \frac{A}{\Sigma(a l)} = \frac{\text{całkowita siła ścinająca}}{\text{suma ścinanych przekrojów spoiny}} \text{ kg/cm}^2$$

¹⁾ Vorschriften für geschweisste Stahlbauten — Berlin, 1931. Wydawca: Ernst u. Sohn.

$$\rho_2 = \frac{M}{W} = \frac{\text{moment zginający w przekroju utwierdzenia}}{\text{wskaźnik wytrzymałości przekroju spoiny}} \text{ kg/cm}^2$$

ρ — jest dopuszczalne naprężenie, w pewien sposób określone, przyczem szerokość a i długość l spoiny określa się, jak pokazano na rys. 1.

Zdajmy sobie sprawę ze znaczenia wyrażenia (1). przy pomocy rysunku (2). Płaszczyzna tego rysunku przedstawia płaszczyznę zginania belki

- A A₁ — jest śladem płaszczyzny utwierdzenia,
- O O₁ — śladem warstwy obojętnej,
- P — jest jednym z punktów, leżących na li-