

TREŚĆ: Stefan Bryła: Wzmacnianie mostów stalowych przy pomocy spawania. — Inż. Dr. A. Pareński: Dwie nowe słownice wodne o minimum kosztów założenia. — Inż. St. Ochędusko: Pomiar wydatku sprężarki metodą napełniania zbiornika. — Wiadomości z literatury technicznej. — Kronika techniczna. — Nekrologia. — Bibliografia. — Sprawy Towarzystwa.

Przyjmując z żalem do wiadomości ustąpienie Pana Profesora Inż. Emila Bratry z zajmowanego przez pięć lat stanowiska Redaktora „Czasopisma technicznego”, Wydział Główny Polskiego Towarzystwa Politechnicznego, na posiedzeniu dnia 17-go grudnia 1934 r. postanowił wyrazić Mu gorące podziękowanie za owocną i ofiarną pracę na tem stanowisku.

Równocześnie poruczono kierownictwo Redakcji „Czasopisma Technicznego” Drowi Inż. Witoldowi Aulichowi, dotychczasowemu zastępcy redaktora.

WYDZIAŁ GŁÓWNY
 Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.

STEFAN BRYŁA

Wzmacnianie mostów stalowych przy pomocy spawania

Wzmocnienia mostów stalowych dokonywano doniedawna przy pomocy donitowywania części wzmacniających lub też przy pomocy otulania konstrukcji stalowej betonem. Spawanie rozszerzyło niezmiernie i na tem polu możliwości inżyniera konstruktora, posiada bowiem ogromne walory, jakich oba inne, wyżej wspomniane sposoby wzmacniania nie posiadają. Otulanie betonem, wogóle korzystne, prowadzi jednak do znacznego zwiększenia ciężaru własnego, co nieraz nie jest dopuszczalne ze względu na podpory, a przytem w częściach rozciąganych zmusza do stosowania wielkiej ilości materiału. Donitowywanie poszczególnych części konstrukcyjnych zaś jest trudne i kłopotliwe, konieczne jest tu bowiem usunięcie istniejących nitów przy należytem podtrzymaniu konstrukcji i bardzo dokładnem dostosowaniu nowych części, tak, aby otwory w nich najzupełniej dostosowały się do istniejących, a dopiero następnie umieszczenie nitów nowych. Trudności te powodowały, że wzmacnianie mostów istniejących przy pomocy nitowania opłacało się tylko w granicach do najwyżej 30% wagi istniejącej konstrukcji stalowej, przy niektórych zaś przekrojach pasów i innych prętów było nicomal niemożliwe; podobnie ilości nitów w połączeniach węzłowych nieraz zwiększyć poprostu nie było można, a wtedy ten samem wszelkie wzmocnienie konstrukcji wogóle musiało odpaść. Natomiast przy zastosowaniu spawania da się wykonać wzmocnienie stalowych mostów wogóle, bez usuwania

nitów, a zatem bez chwilowego choćby osłabienia konstrukcji istniejącej, bez trudnego dostosowywania się do nitów istniejących. Da się ono wykonać nadto przy nieomal wszystkich kształtach prętów i belek. Wreszcie zaś należyte wzmocnienie połączeń węzłowych również przeprowadzić da się zazwyczaj łatwo i presto.

Również pod względem stopnia zniszczenia zastosowanie tego sposobu zwiększa niezmiernie skalę możliwości wzmocnień. Jeżeli bowiem zniszczenia są tylko lokalne, choćby i bardzo znaczne, to wzmocnienie można prawie zawsze wykonać w wypadkach, gdy przy pomocy nitowania było ono albo niezmiernie trudne, albo wręcz niewykonalne.

A. Zasady ogólne.

1. Wzmocnienie z powodu zwiększenia obciążeń.

Pręty poszczególne wzmacnia się przy pomocy profilów, które się dospaja w najwygodniejszy sposób. Najkorzystniej jest, jeżeli części wzmacniające dobierze się tak, aby uzyskać możliwie mało użytych spoin. Przy wzmacnianiu konstrukcji nitowanych bowiem nie materiał potrzebny do wzmocnienia, odgrywa pierwszą i główną rolę w kosztorysie ogólnym, ale raczej samo spawanie. Chodzi zatem o to, by zużytego materiału palarek i mniej więcej proporcjonalnie doń zużytego prądu było jak najmniej.

Drugą zasadą jest: umieścić części wzmacniające bez przeszkody ze strony nitów. Główki tychże bowiem utrudniają zadanie w wysekim stopniu. Najłatwiej zatem wzmocnić przekroje na tych powierzchniach, na których nitów wżyma. Jest to zasadą, do spełnienia której możliwie należy dążyć.

W przeważnej części wypadków musi się jednak umieścić części wzmacniające na płaszczyznach, posiadających przeszkody w postaci główek nitów.

Przeszkody te ominąć można w kilka sposobów:

a) Można dać nakładkę z otworami w miejscach główek nitów i zalać je następnie elektrodą. Otwory te oczywiście muszą być odpowiednio większe od główek nitów, tak, aby materiał elektrody mógł chwycić nie tylko główkę nitu, ale i sam właściwy materiał konstrukcyjny. Ważne jest to tembardziej, że główki nitów wskutek zetknięcia się z roztopionym materiałem pałeczki pękają stosunkowo łatwo. Zresztą sposób ten wymaga stosunkowo dużej ilości materiału nałożonego i prądu elektrycznego.

b) Można nałożyć podkładki o grubości równej lub nieco większej od wysokości główek nitów. Podkładki takie wykonane być mogą z płaskowników lub nawet odpadków blach. Na nich umieszcza się dopiero właściwy element wzmacniający. Ten rodzaj wzmocnienia wymaga stosunkowo dużej ilości spoin; potrzebne są bowiem spoiny podwójne: jedne, łączące podkładki z częścią wzmacniającą i drugie, łączące części wzmacniające z podkładkami.

c) Wreszcie można dla wzmocnienia wybrać profile takie, któreby nie kolidowały z główkami nitów, ale stykały się powierzchnią przekroju wzmocnionego pomiędzy nimi. Jako profil nadaje się przedewszystkiem ceówka; mogą być jednak zastosowane i inne profile. Profil ten należy tak dobrać, aby mieścił się przynajmniej w granicach pomiędzy odpowiednimi szerokościami; lepiej jest, gdy jest o tyle mniejszy, iżby spoiny można było swobodnie wzmocnić, nie zbliżając się zbyt do główek nitów.

Ustrój ten posiada zalety znacznie większej prostoty, oraz mniejszej ilości szwów, tem samem większej taniości; natomiast tę niekorzyść, że odchyła więcej osi ciężkości niż ustrój b.

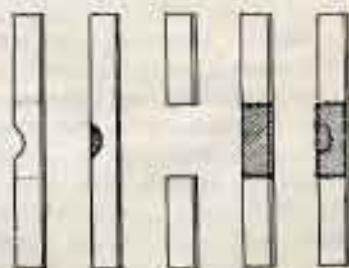
Słabą stroną ustrojów b i c jest to, że pozostaje przestrzeń wolna trudno dostępna, narażająca powierzchnię przylegających profili na rdzewienie i niszczenie. Należy ją wypełnić albo kitem, albo zaprawą cementową, względnie botonem. Kit jest wygodniejszy przy zastosowaniu wzmocnienia drugiego (b), zaprawa cementowa trzeciego (c). Większe walory konserwacyjne przedstawia oczywiście zaprawa cementowa. Pewne trudności powstają też wskutek tego, że profile są nieraz zmienne; wtedy profile wzmacniające przycina się odpowiednio przy pomocy palnika tlenowo-acetylenowego. Drugą trudność powoduje to, że nieraz do wzmocnienia potrzeba w poszczególnych prętach różnych profili w

stronach, znajdującą najczęściej przy łączeniu mostów kratowych, usuwa zastosowanie wstawek poprzecznych, których poszczególne części, złożone z tego profilu.

Niekiedy możliwe i wskazane będzie usunięcie części nitów i zastąpienie ich nitami wpuzczonemi, na których wzmocnienie można położyć bezpośrednio, albo też poprostu zalanie otworów w ten sposób powstałych materiałem pałeczek.

2. Uszkodzenie przez rdzę, uderzenie i t. d.

Gdy uszkodzenia spowodu rdzy są stosunkowo niewielkie, zwłaszcza pod względem zniszczenia powierzchni, najprostszy sposób naprawy jest poprostu zalanie uszkodzonych miejsc przy pomocy metalu elektrody po należytem ich oczyszczeniu i przygotowaniu. Jeżeli uszkodzenie jest większe, (w skrajnym wypadku może dojść nawet do zupełnego zniszczenia i zniknięcia przekroju w pewnym miejscu), to można albo część zniszczoną zastąpić wstawioną częścią nową, albo też ująć ją w odpowiednie przykładki, które przenosić będą siły wewnętrzne. Celem zastosowania wstawki należy materiał pręta usunąć na takiej przestrzeni, aby pozostał wyłączanie pełny zdrowy materiał; dla wszelkiej pewności kilka do kilkunastu cm poza obręb dostrzeżonego zniszczenia; następnie wstawić odpowiednio dobraną wstawkę, wreszcie spoić ją z materiałem konstrukcyjnym pręta. — Aby uzyskać należyte połączenie, musi być miejsce spojenia odpowiednio zukosowane i wolne od wszelkich nieczystości. Wstawka musi być nieco mniejsza wymiarem, tak, aby przy zukosowaniu na V, jakie najchętniej będzie stosowane, ma-



Rys. 1, 2, 3, 4, 5.

terjal elektrody mógł się przedostać nawskróś przekroju. Oczywiście niezmiernie ważną rzeczą będzie należyte ustalenie wszystkich części w prostej przy pomocy uchwytów, które gwarantować będą niezmiennosć osi wobec czynności spawania. Po wykonaniu spoiny z nadłaniem zeszlifuje się ją do gładkiej powierzchni i powleczka farbą. Można przypuszczać przy dobrej robocie na miejscu budowy, że miejsce spojenia będzie miało wytrzymałość około 80%, wytrzymałości materiału konstrukcyjnego lub i więcej. Jest to wystarczające o tyle, że przekrój użyteczny (netto) zazwyczaj nie dosięga nawet tej cyfry. Rys. 1 przed-

stawia pręt uszkodzony; na rys. 2 widać pręt ten ze wstawioną częścią (zakreskowaną), przy-spojoną do pręta. W ten sposób można też wzmacniać mosty żeliwne, oczywiście przy za-stosowaniu specjalnych elektrod do spawania żeliwa; części brakujące odlewa się specjalnie.

Jeżeli uszkodzenie jest większe należy pręt w miejscu uszkodzenia zupełnie wyciąć (rys. 3) i wstawić część nową na całej powierzchni prze-kroju (rys. 4).

Przy wykonaniu zwłaszcza wstawek należy baczną uwagę zwrócić na odkształcenie termicz-ne i dostosować do nich wykonanie spoin. Na rys. 5 pokazano wzmocnienie uszkodzonego pręta przy pomocy przykładek. Zastosowanie ich jest znacznie prostsze w wykonaniu, o tyle, że nie po-trzeba tu żadnego dopasowywania i żadnej obró-bki, poza oczyszczeniem odpowiednich części przekrojów spawanych. Szpary, które pozostają w częściach uszkodzonych pod przykładkami, można wypełnić kitem albo cementem i. w. Re-konstrukcja przy pomocy nakładek jest pewniej-sza od rekonstrukcji przy pomocy wstawek, jed-nakowoż, jeżeli chodzi o względy estetyczne, wskazane będą raczej wstawki, przykładki bo-wiem zdradzają od razu swym wyglądem miej-sca rekonstruowane, wyglądające wskutek tego jak łaty. Specjalnie wskazane są wstawki w prze-krojach złożonych, bowiem główki nitów utrud-niają zastosowanie przykładek.

B. Dźwigary walcowane.

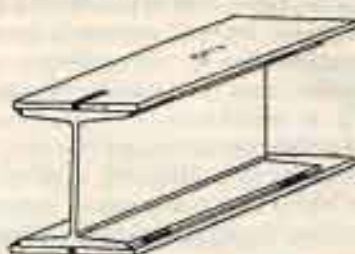
Wytrzymałość dźwigarów walcowanych mo-żna zwiększyć przy zastosowaniu spawania w na-stępujące trzy sposoby:



Rys. 6, 7, 8.

1. Wzmocnienie przy pomocy dospojonych nakładek (rys. 6, 7, 8). Wielkość nakładek na-leży dostosować do największego momentu zgi-nającego. Ze względu na wygodę i pewność spawania należy unikać spoin sufitowych. Jeżeli przeto dospojenie nakładek odbywa się w war-żłacie, gdzie dźwigar można umieścić w dowol-nym położeniu, to i szerokość nakładek może być szersza lub węższa niż szerokość stopki dźwigara. (Rys. 6, 7). Jeżeli natomiast dźwigara obracać podczas spawania nie można, to lepiej górną na-kładkę wykonać węższą od stopki dźwigara, zaś dolną szerszą (rys. 8), tak, by spoinę można było umieścić wygodnie ($\min m = \min 0,5 (b - b') = 5 \text{ mm}$). Oczywiście pole przekroju obu nakła-dek powinno być równe: $b' g' = b'' g''$. Jeżeli sze-rokość stopki dźwigara jest znaczna (w Polsce $b \geq 25 g$, w Niemczech $b \geq 30 g$), to należy w środku umieścić jeszcze dodatkowo spoiny

brózdowe (rys. 9) lub też zastosować nakładki złożone z dwu części (rys. 10 a i b).



Rys. 9.

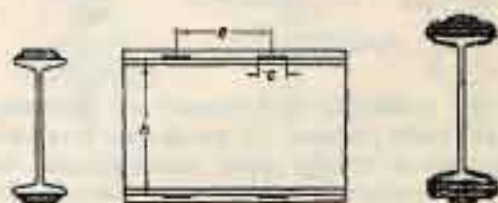
Grubość potrzebnych nakładek oblicza się tak samo, jak w blachownicach. Spoiny łączące są zazwyczaj przerywane, rzadko ciągłe, aczkolwiek z uwagi na taniść przedstawiają większe wa-lory ciągłe.



Rys. 10 a, b.

Nazwijmy w wytrzymałość zastosowanej spoiny w kg/cm^2 , T siłę poprzeczną, c długość, e odstęp (osiowy) spoin, h wysokość belki, to w przybliżeniu (rys. 11):

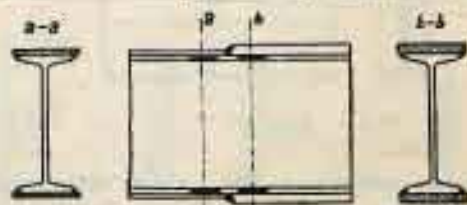
$$e = \frac{2 \cdot w \cdot h \cdot c}{T}$$



Rys. 11.

Rys. 12.

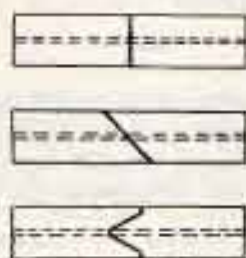
Największy dopuszczalny odstęp spoin: $e = 5c$. Najmniejsza długość spoiny $c = 40 \text{ mm}$ (przyczem nie uwzględnia się kraterów).



Rys. 13.

Na dźwigarze umieścić można dwie lub wię-ciej nakładek, wtedy jednak szerokości ich po-winny być na tyle różne od siebie, by można by-ło wygodnie umieścić spoiny (rys. 12). Można

też przerwać w odpowiednim miejscu nakładkę cieńszą i zastąpić ją nakładką grubszą (rys. 13, 14). To spójnienie musi być wykonane bardzo starannie. Postępując bardzo ostrożnie można przeprowadzić spoinę nie w płaszczyźnie prostopadłej do osi belki (rys. 14), ale w ukośnej (rys. 15 i 16), tak, by w przekroju poprzecznym znajdował się tylko jeden punkt danej spoiny. Wymaga to oczywiście większej długości spoiny i nakładek. Wogóle lepiej jest dostosować mniejszą ilość nakładek grubszych niż większą cieńszych.



Rys. 14, 15, 16.

Jeżeli nie można umieścić nakładek na stopkach dźwigarów (nazewnątrz nich, gdy np. nie dopuszczalne jest zwiększenie wysokości), to można dospoić je od zewnątrz w wysokości stopek dźwigarów. Ponieważ jednak wtedy zwiększa się znacznie szerokość stopek, przeto należy zastosować tu żebra według rys. 17. Można wreszcie dospoić przykładki także od wewnątrz (rys. 18).



Rys. 17.

Rys. 18.

Należy tu nakładki zukosować od wewnątrz. Dźwigary podwyższone (o zwiększonej wysokości), stosowane rzadko przy wzmocnieniu konstrukcji istniejących a często w nowych konstrukcjach, wykonywa się w ten sposób, że rozcina się dźwigar, rozsuwa obie części rozcięte



Rys. 19.

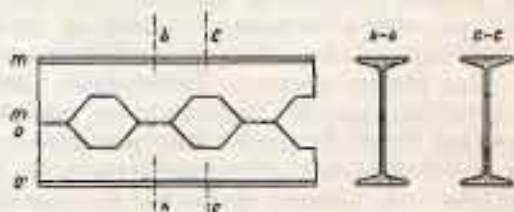
i łączy je za sobą (rys. 19). Jeżeli wzmocnienie ma być lokalne, np. na podporze belki ciągłej, to zachodzi potrzeba odpowiedniego wygięcia jednej części rozciętego dźwigara. Ustrój ten nadaje się zwłaszcza do belk ciągłych. Można też dźwigar przeciąć według linii łamanej i przesunąć obie części względem siebie, uzyskując potrzebną wysokość. Dźwigar taki posiada w ściance otwory. Rys. 20 przedstawia przecięcie dźwigara

Rys. 21 nowy dźwigar wzmocniony i spojony w pośrodku wysokości spoinami poziomymi.



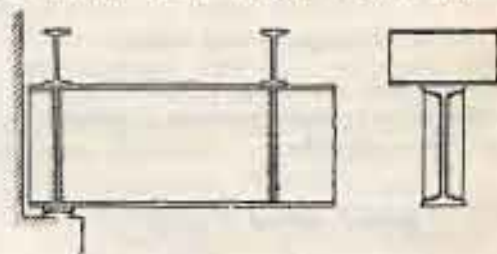
Rys. 20.

Wzmocnienie dźwigarów przy pomocy żeber (rys. 22) stosować można wtedy, gdy z jakiegokolwiek powodów nie da się wprowadzić wzmocnień opisanych powyżej, zwłaszcza gdy na dźwi-



Rys. 21.

gar działają siły skupione. Sposób ten daje dobre rezultaty, szczególnie przy wzmocnianiu profili stosunkowo wysokich. Zwiększenie wytrzymałości wskutek zastosowania żeber w profilach niskich jest raczej nieznaczne. Żebra



Rys. 22.

usztynniające wykonywa się najczęściej z płaskowników, czasem z tełwek. W ten sposób można zwiększyć wytrzymałość na zginanie o 15 do 25% (w Polsce sposób patentowany). Usztynnienia takie są wskazane zawsze, gdy na belce (podciągu) spoczywają góra ciężary skupione, belki, słupy i t. p., więc gdy jej ścianka nie jest usztynniona.

C. Blachownice.

Wzmocnienie blachownic uskutecznia się przy pomocy profili dospojonych na pasach, na zasadach podanych wyżej. Najczęściej stosowuje się tu jednak kątowniki lub ceówki (por. rys. 23 i 24), rzadziej inne przekroje (por. rys. 24); przycina się je odpowiednio do zmiennej grubości nakładek. Przy wybitnym wzmocnieniu przekroju może zająć potrzeba usztynnienia ścianki, co najlepiej wykonać przy pomocy żeber dospojonych, jak w dźwigarach wałcowanych. Tu jednak usztynnienie to wykonywa się z uwagi na sztywność ścianki, nie z uwagi na zgniot (rys. 25). Stosowanie dwuteówek jest niewska-

zane, gdyż w razie umieszczenia na pasie głównym, powodują zatrzymywanie się śniegu, nieczystości i t. d., a tem samem utrudniają konserwację.



Rys. 23.

Rys. 24a.

Rys. 24b.

Przez odsunięcie dodanego profilu i oparcie go na słupkach, uzyskuje się zwiększenie wytrzymałości jeszcze większe. Tu jednak mamy już do czynienia ze wzmocnieniem pośrednim, ze zmianą ustroju belki, bowiem blachownicę zmienia się tu na dźwigar wzmocniony (rys. 50).

Trudniej jest uzyskać wzmocnienie nitów i połączeń blachownic. Stosunkowo najłatwiej zastosować tu spoiny wzdłuż przykładek (np. w półprzecznicach mostowych), lub wyciąć przykładki i zastosować spoiny hrózdowe.

D. Kratownice.

1. Wzmocnienie przekrojów prętów polega tu na dodaniu odp. profilu, wystarczającego na zwiększone siły rozciągające, względnie ściskające z uwzględnieniem wybożenia. Należy dobierać profile, które się dadzą łatwo przytwierdzić, omijają główki nitów, nie wymagają wielu spoin dla przytwierdzenia, pozwalają na łatwą ochronę od rdzy i są symetryczne. Niekiedy ten ostatni warunek nie da się uzyskać i wtedy rezygnuje się z niego, dbając tylko o to, aby osi bezwładności przekroju nie zostały obrócone. Dopuszcza się natomiast przesunięcie ich równoległe.



Rys. 25.



Rys. 26.

Wzmocnienie pasów teowych i dwuteowych wykonywa się najczęściej przy pomocy ceówek, kątowników lub płaskowników (por. rys. 26—28). Jest to sposób najlepszy. Stosowanie dwuteówek jest niewskazane, gdyż popierwsze odsuwają one bardziej oś ciężkości przekroju, niż ceówki, powtórnie mają te same braki konserwacyjne, co w blachownicach. W mostach otwartych o pomoci dołem potrzebną jest dla pasów ściskanych duża sztywność ze względu na oś pionową;

konieczne jest wtedy poziome rozszerzenie pasu. W mostach kolejowych możliwość rozszerzenia pasów ku wnętrzu mostu jest jednak zazwyczaj

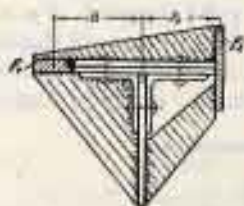


Rys. 27.



Rys. 28.

hardzo ograniczona ze względu na obrys. Wtedy stosuje się zwykle wzmocnienie niesymetryczne, najczęściej o kształcie wedle rys. 29. Blachy



Rys. 29.



Rys. 30.



Rys. 31.

(płaskowniki) dodatkowe, pionowe i poziome są połączone nie tylko spoinami, ale też przy pomocy blach poprzecznych. W ten sposób cały element wzmocniający składa się i zespaja w warstwie i jako całość łączy się go następnie z pasem. Osi przekroju wzmocnionego pozostają tu przy odpowiednim doborze przekroju pionowe wzgl. poziome.

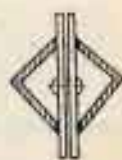
W razie innych pasów niż teowe, sposób wzmocnienia należy dostosować do warunków.



Rys. 32.



Rys. 33.



Rys. 34.

Przy wzmocnieniu słupów i krzyżulców mamy zazwyczaj do czynienia z kątówkami i blachami. Wzmocnienie kątówek uskutecznia się przy pomocy blach (rys. 30 i 31), kątówek (rys. 32—34) lub ceówek (rys. 35). Wzmocnienie płaskowników p. rys. 36. Wzmocnienie wedle rys.



Rys. 35.



Rys. 36.



Rys. 37.

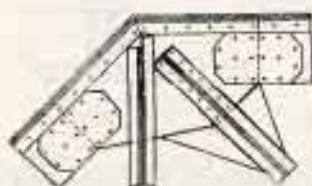
37 jest możliwe, gdy warunki pozwalają na usunięcie wstawek, łączących kątówki istniejące i nitów. W przekrojach ściskanych, w których wykonanie wymaga większej ilości materiału wyłączenie w części środkowej dopuszczalne są wzmoc-

nienia wyłącznie na potrzebnej długości krzyżulców bez wzmocnienia części końcowych (por. rys. 38). Możliwe jest to i dla prętów rozciąganych, jeżeli zwiększy się odpowiednio ich pole przekroju na długości połączenia nitowego (ustrój patentowany).



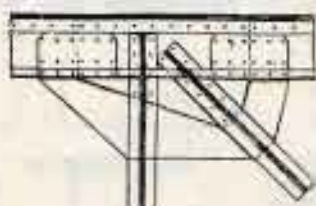
Rys. 38.

2. Wzmocnienie połączeń węzłowych uskutecznia się przez dodanie w węzłach spoin bocznych, czołowych (często jednych i drugich równocześnie), rzadziej brzo-



Rys. 39.

dowych, przez zwiększenie i dospojenie blachy węzłowej (rys. 39 i 40), wreszcie przy zastosowaniu powiększenia przekroju na długości połączenia nitami (patent polski — por. wyżej).



Rys. 40.

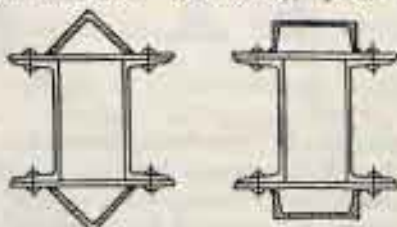
E. Słupy.

O ile wzmocnienie potrzebne jest na ściskanie, musi się je wykonać na całej długości trzonu słupa.



Rys. 41.

O ile tylko na wyboczenie, można je wprowadzić tylko w części środkowej, poza blachami



Rys. 42.

trapezowymi pionowymi w podstawie i w głowicy, co zazwyczaj ułatwia wykonanie.

Do wzmocnień pierwszego typu należą podane na rys. 41; do wzmocnień typu drugiego, podane na rys. 42. Wzmocnienie podane na rys.



Rys. 43.

Rys. 44.

43 wykonać można i na ściskanie; wtedy jednak należy blachę wzmacniającą połączyć spoiną *mn* z blachą trapezową (rys. 44).

F. Obliczenie wzmocnienia.

Wzmocnienie konstrukcji można przeprowadzić w dwojakich warunkach: *a)* z odciążeniem konstrukcji istniejącej, *b)* bez odciążenia tejże konstrukcji.

1. Wzmocnienie z odciążeniem konstrukcji zachodzi wtedy, gdy można most lewarami podnieść, tak, że strzałka ugięcia zniknie, a most jest bez naprężeń wewnętrznych; ze znacznym przybliżeniem zachodzi też ten wypadek, gdy konstrukcja może zostać odciążona na tyle, że działa tylko jej ciężar własny, ale zarazem siły wewnętrzne od ciężaru własnego są bardzo małe w stosunku do sił obciążenia całkowitego. Wtedy przyjąć można, że obciążenie całkowite przenosi się równo na stare (istniejące) i na nowe (wzmocniające) przekroje. Jeżeli przekrój użyteczny istniejący jest F_1 , przekrój użyteczny wzmocniający F_2 , siła wewnętrzna od ciężaru stałego S_1 , od ruchomego S_2 , to wtedy liczymy wedle wzoru:

$$S = S_1 + S_2 - (F_1 + F_2)k,$$

więc:

$$F_2 = \frac{S}{k} - F_1 = \frac{S_1 + S_2}{k} - F_1.$$

2. Wzmocnienie bez odciążenia konstrukcji zachodzi wtedy, gdy konstrukcji nie można podnieść aż do stanu, w którym siły wewnętrzne są równe zero, lub są bardzo nieznaczne. Wtedy obliczamy potrzebny przekrój dodatkowy w sposób następujący:

Naprężenie w pręcie z powodu ciężaru własnego wynosi $\sigma_1 = \frac{S_1}{F_1}$.

Naprężenie w pręcie z powodu ciężaru ruchomego wynosi $\sigma_2 = k - \sigma_1$ (k jest naprężeniem dopuszczalnym).

Przekrój użyteczny wzmocniony (całkowity) $F_2 = \frac{S_2}{\sigma_2}$.

Przekrój wzmocniający $F_2 = F_1 - F_1$.

Aby zredukować σ_2 , należy najpierw wzmocnić belki główne, a później dopiero przejść do części drugo i trzeciorzędnych.

3. Wzmocnienie połączeń węzłowych uskutecznia się przez umieszczenie w węzłach spoin o odp. długości.

Wedle doświadczeń całkowita wytrzymałość połączenia nitowego i spawanego P w tym samym węzle nie równa się sumie wytrzymałości nitów P_n i wytrzymałości spoin P_s , ale wynosi:

$$P = P_s + 0,6 P_n$$

Analogicznie oblicza się wzmocnienia belek zginanych.

G. Przykład obliczenia wzmocnienia.

Należy wzmocnić przekątnię, składającą się z dwu płaskowników 200×11 (rys. 45 i 46).



Rys. 45.



Rys. 46.

I. Wzmocnienie bez odciążenia konstrukcji.

Przekrój istniejący: $F_i = 2 \times 20 \times 1,1 - 1 \times 1,8 \times 1,1 = 36,1 \text{ cm}^2$.

Siła w pręcie z powodu cięż. stałego $S_s = 6,85 \text{ t}$

" " " " " ruchom. $S_r = 30,3 \text{ t}$

Naprężenie dopuszczalne wynosi w danym wypadku $k = 804 \text{ kg/cm}^2$.

Naprężenie z powodu ciężaru stałego:

$$g = \frac{S_s}{F_i} = \frac{6,85}{36,1} = 190 \text{ kg/cm}^2$$

Naprężenie z powodu ciężaru ruchomego:

$$p = 804 - 190 = 614 \text{ kg/cm}^2$$

Całkowity przekrój wzmocniony:

$$F_w = \frac{S_r}{p} = \frac{30,3}{614} = 49,5 \text{ cm}^2$$

Przekrój wzmacniający:

$$F_w - F_i = F_z = 49,5 - 36,1 = 13,4 \text{ cm}^2$$

Możemy zastosować zatem dowolny profil, którego powierzchnia użyteczna będzie wynosić $F_w = 13,4 \text{ cm}^2$, w danym wypadku zastosowano dwie kątowniki $60 \times 60 \times 6$ (rys. 47).



Rys. 47.

2. Wzmocnienie z odciążeniem konstrukcji.

$$F_w = \frac{S}{k} - F_i = \frac{6850 + 30300}{802} - 36,1 = \frac{37150}{802} - 36,1 = 46,3 - 36,1 = 10,1 \text{ cm}^2$$

Obliczenie połączenia węzłowego:

Naprężenie dop. nitów na ścinanie $k_n = 0,8 \times 804 = 642 \text{ kg/cm}^2$.

Przekrój nitów $d = 22 \text{ mm}$ w dwu powierzchniach ścinania:

$$F_n = \frac{\pi}{4} 2,2^2 = 45,6 \text{ cm}^2$$

$$P_n = F_n \cdot k_n = 45,6 \cdot 0,642 = 29,3 \text{ t}$$

Siła w pręcie $S = S_s + S_r = 37,2 \text{ t}$

$$0,6 P_n = 0,6 \cdot 29,3 = 17,6 \text{ t}$$

$$P_s = S - 0,6 P_n = 19,6 \text{ t}$$

$$k : 1200 = 804 : 1200 = 0,67$$

Spoina $10 \times 10 \text{ mm}$, przy naprężeniu dopuszczalnym $K = 1200 \text{ kg/cm}^2$ mogłaby przenieść siłę $p_{10} = 420 \text{ kg/cm}^2$, zaś spoina $6 \times 6 \text{ mm}$ siłę $p_6 = 280 \text{ kg/cm}^2$. Przy naprężeniu dop. $k = 804 \text{ kg/cm}^2$, otrzymany jednak $p_{10} = 420 \cdot 0,67 = 282 \text{ kg/cm}^2$, oraz $p_6 = 188 \text{ kg/cm}^2$.

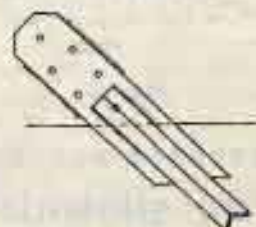
Przyjmując cztery spoiny na dwu płaskownikach (po dwa na każdym), otrzymamy ich długość dla siły:

$$\frac{1}{4} P_s = \frac{1}{4} 19,6 = 4,9 \text{ t}$$

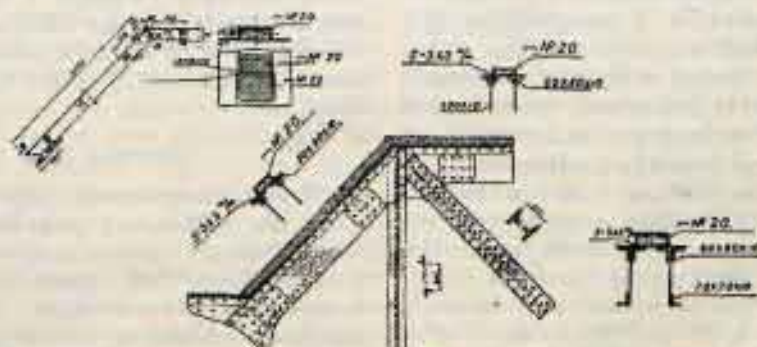
$$l_{10} = \frac{4900}{282} = 18 \text{ cm}$$

wzgl.:

$$l_6 = \frac{4900}{188} = 26 \text{ cm (por. rys. 48)}$$



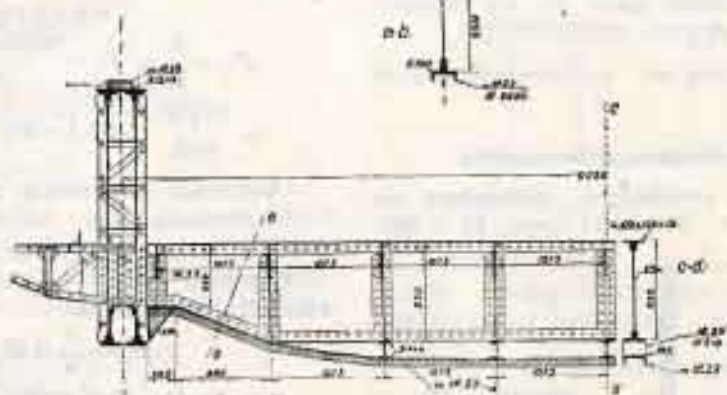
Rys. 48.



Rys. 49.

H. Wzmocnienie pośrednie.

Jako przykład podajemy rys. 49 i 50, na których wzmocnienie belek głównych zostało przeprowadzone wedle zasad podanych wyżej, zaś

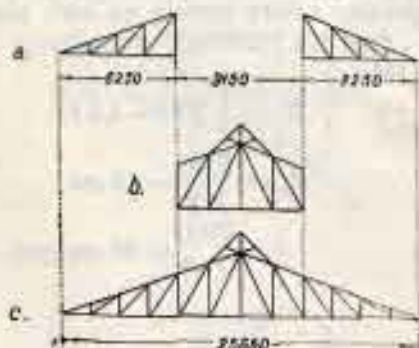


Rys. 50.

poprzecznicą przez zmianę jej ustroju na belkę wzmocnioną.

I. Przeróbki konstrukcji stalowych.

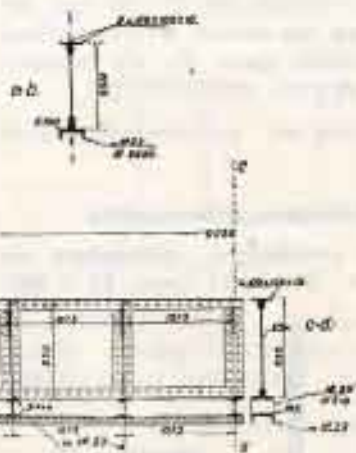
Wymagają zazwyczaj wycięcia pewnych części i wstawienia innych. Wszelkie wycięcia da się łatwo przeprowadzić przy pomocy płomienia tlenowo-acetylenowego (rzadziej elektrycznie).



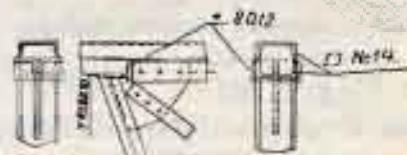
Rys. 51.

Przytwierdzenie nowych części uskutecznia się według zasad podanych wyżej.

Więzary nitowane kratowe w Ostrowcu o rozpiętości $l = 16,50$ m zostały rozcięte na pół i uży-



te do wykonania więzarów o rozpiętości $l = 25,650$ m. Część środkowa została wykonana jako nowa, spawana; części boczne, stare, dołączono do niej przy pomocy ceówek nałożonych góra przez całą długość pasów więzarów nowych i starych, wzmacniając je tem samem odpowiednio do zwiększonej rozpiętości i obciążenia. Pasy części starych składają się z dwu kątówek, pasy części nowej z ceówki, zwróconej ramionami ku górze, by ułatwić połączenie z ceówką łączącą. Pomiędzy ceówką a kątówkami pasów



Rys. 52.

umieszczona została wstawka z blachy (rys. 51 i 52). (Projekt i wykonanie Zakładów Ostrowieckich).

Inż. Dr. ALEKSANDER PAREŃSKI

Dwie nowe siłownie wodne o minimum kosztów założenia

W niniejszem sprawozdaniu pragniemy zwrócić uwagę hydrotektów i energetyków polskich na szereg zakładów o sile wodnej, wykonanych w dobie powojennej w Szwecji i Stanach Zjednoczonych Ameryki północnej, pod hasłem najmniejszych kosztów budowy, mianowicie na trzy zakłady w Szwecji pracujące odpływem największego jeziora szwedzkiego Vener a to pod Vargön, Trollhätan i Lilla Edet oraz na trzy zakłady amerykańskie, pracujące wodą rzeki Susquehanna a to Safe Harbor, Holtwood i Conowingo. Szczegółowy opis tych zakładów znajdzie czytelnik w następujących publikacjach: 1) *Pamiętnikach* obydwóch światowych *Konferencji*

energetycznych (Londyn i Berlin), 2) *State Power Plants in Sweden 1933* published by the Royal Board of Waterfalls; Sztokholm, 3) *Engineering New-Rec. 1933-34* i 4) *Der Bauingenieur, 1934*.

Siłownia Safe Harbor.

Rzeka Susquehanna rodzi się w stanie New-York na południe i południowy zachód od jeziora Ontario (patrz mapa na str. 310 *Czas Technicznego* 1934) przepływa w kierunku południowym, serpentynując silnie, Stan Pensylwania i uchodzi w Stanie Maryland do zatoki Chesapeake Bay (Oceanu Atlantycznego). 50 km