

zamocowano łożyska. Poszczególne elementy blaszane łuku łączono w kierunku podłużnym śrubami, w kierunku poprzecznym nitami. Dzięki tego rodzaju łączeniu, cała konstrukcja jest łatwo rozbierna i bez trudności można ją zdemontować i ustawić na nowo w innym miejscu. Następne łuki ustawiono w ten sam sposób.

Celem uniknięcia wzajemnego oddziaływania sąsiednich łuków w czasie montażu, zdecydowano się na równoczesne dociągnięcie wszystkich ściągów oraz równoczesne ustawienie wszystkich 6 łuków na łożyskach. Gdyby usunąć stemple środkowe łuków bez dodatkowego napinania ściągów, łożyska przesunęłyby się o ok. 25 mm na zewnątrz. Zastosowano więc wstępne napięcie ściągów, które odpowiadało przesunięciu do wewnątrz o ok. 35 mm i przeprowadzono je równocześnie z opuszczeniem łuku, tak że nastąpiło częściowe wyrównanie się obu procesów. Urządzenia do wstępnego dociągania umieszczono w środku ściągów. Składało się ono z dwu pras wodnych dla każdej połowy. Po osiągnięciu przez naciąg przepisanej miary, przewiercono w ściągach otwory i złączono je nitowanymi przykładkami. Ściany szczytowe ustawiono na samym końcu, w normalny sposób.

Całkowity ciężar konstrukcji stalowej hali wynosił ok. 640 t, z czego na konstrukcję główną łącznie z przykryciem, tężnikami i słupami przypada 579,5 t. Należy jednak podkreślić, że w wadze tej mieści się już i pokrycie dachowe, co musi być uwzględnione przy porównywaniu kosztów hali z innymi konstrukcjami tego typu.

Opisaną wyżej halę wzniesiono dla celów wystawowych. Nadawała się ona w tym wypadku specjalnie, ze względu na prostotę montażu i łatwą rozbiórkę. Zasadniczo pomyślana była jednak jako hangar lotniczy. Wśród znanych już i opisywanych typowych konstrukcji tego rodzaju¹⁾ hala ta jest jeszcze jednym ciekawym przykładem umiejętnego wykorzystywania stali jako tworzywa konstrukcyjnego.

¹⁾ Inż. T. Kluz — „Nowoczesne konstrukcje stalowe w hangarach lotniczych i ich koszt” — Inżynieria i Budownictwo, Nr 5/1938.

STEFAN BRYŁA (Warszawa)

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

Wzmagające się wciąż zastosowanie stali w budownictwie wymaga ustalenia normalnych warunków wykonania i odbioru tychże konstrukcji. Minęły bowiem czasy, gdy konstrukcje stalowe zaliczano do „robót ślusarskich”. Dziś żaden inżynier ich tak nie zakwalifikuje. W nowych podręcznikach kosztorysowanie wprowadza się coraz częściej oddzielną partię „konstrukcje stalowe”. Departament Budowlany Ministerstwa Spraw Wojskowych, który pierwszorzędnie dostosowuje się do wymagań postępu techniki i do zmiennych warunków ekonomiczno-budowlanych, usankcjonował oficjalnie ten dział konstrukcji inżynierskich w tej właśnie formie.

Przepisy budowlane poszczególnych ministerstw ujmowały w pewnym, nawet daleko sięgającym stopniu, ogólne zasady wykonania i odbioru konstrukcji stalowych. Na rynku budowlanym prywatnym panował jednak zupełny chaos. Tym bardziej wskazane było, by Komisja Konstrukcji Stalowych P. K. N. opracowała takie warunki. Podajemy je poniżej w brzmieniu uchwalonym przez Komisję.

Jako materiał podstawowy biorą „Warunki” stal handlową, która znajduje się na rynku w największej ilości. Ten moment przeważał, aczkolwiek racjonalniej pod względem należytego wyzyskania materiału konstrukcyjnego byłoby zastosować stal 010W. Stal 010W jest właściwie tą samą stalą, co stal handlowa, tylko zbadaną, „kwalifikowaną”; zaś naprężenia dopuszczalne jej są

wyższe o 100 kg/cm² od naprężeń dopuszczalnych dla stali handlowej. Stale te są poza tym doskonale spawalne i dlatego stosowanie ich w konstrukcjach jest korzystne.

Profile powinny być walcowane jako profile normalne. Profile te są już ustalone i huty przyjęły je za podstawę walcowania. Jednakowoż instalacje walcownicze są w ogóle drogie; dla tego jeszcze dzisiaj niektóre huty walcują stare profile rosyjskie, i profile te, aczkolwiek w ograniczonej formie, znajdują się na rynku. Poza tym poszczególne huty walcują rozmaite kategorie profilów i dlatego warsztaty ich łatwiej zaopatrują się w te właśnie profile niż w inne. Wreszcie może w ogóle pewnego profilu brakować w jakiejś chwili na rynku, a huty niejednokrotnie w takim razie przystępują do wywalcowania danego profilu dopiero, gdy mają zamówienie na większą partię.

Zdarza się więc niekiedy, przy wymaganym krótkim terminie dostawy, że pewne profile korzystniej jest zastąpić innymi mniej więcej równorzędnymi, niż czekać na sprowadzenie profilów przewidzianych w projekcie. Ten wypadek uwzględniają punkty 4 i 5 proponowanych „Warunków”. Pozwalają one pod określonymi warunkami zastosować albo inne profile walcowane (np. wspomniane profile rosyjskie), albo też profile walcowane zastąpić przekrojami spawanymi. Chodzi tu przede wszystkim o dwuteówki, które zastępuje się blachownicami spawanymi stosunkowo często. Proponowane warunki pozwalają też w tym razie na przekroje nitowane,

co zresztą ma znaczenie raczej teoretyczne, gdyż w praktyce już się ich do tego celu nie stosuje. Profil zastępczy może mieć równy lub większy przekrój (dla konstrukcji nitowanej przekrój netto, po odtrąceniu dziur na nity), większy wskaźnik wytrzymałości (W), względnie moment bezwładności (I), albo też zastosuje się przekrój nieco słabszy. W tym ostatnim razie naprężenie dopuszczalne można przekroczyć o 3%. Zapłatę za konstrukcję stalową ujmuje się według ciężaru teoretycznego lub rzeczywistego.

Waga rzeczywista profilów stalowych różni się od ciężaru teoretycznego, gdyż profile przychodzą z walców o rozmaitych wymiarach, zależnie od tego, czy walce są nowe, czy też zużyte i w jakim stopniu. Zazwyczaj walce nowe mają wymiary nieco większe, a więc profile wychodzące z nich są mniejsze od profilów teoretycznych; po pewnym czasie różnica ta redukuje się do zera, po czym w miarę dalszego ścierania się walców pochodzą z nich wychodzą profile większe. Różnica poszczególnych profilów pochodzących czasem z różnych walcowni, może w poszczególnych wypadkach w wysokości profilu wynosić nawet parę mm. Pochodząca z tego powodu różnica jest znacznie częściej niepotrzebna nadwyżką niż niedoborem, gdyż z walców wychodzi więcej profilów za dużych niż za małych. Dopuszczalna tolerancja w stosunku do wymiarów znormalizowanych określona jest w normach kształtówek i mieści się zazwyczaj w granicach ± 2 do $\pm 4\%$.

Różnica w ciężarze może dalej nastąpić na skutek zastosowania innych profilów, a nieprzewidywanych w projekcie, o czym wyżej.

Różnica na ciężarze powstaje również wskutek obliczenia ciężaru główek nitów lub spoin, na które przyjmuje się określony procent wagi. Obliczenie takie nie może być ściśle. Różnice stąd powstałe mogą wynosić w konstrukcji nitowanej do 0,5 — 1% przy przeciętnie dobrej ocenie, przy złej ocenie nawet więcej, w konstrukcji spawanej 0,2 — 0,5%. Ilości te wahają się mianowicie w granicach następujących:

- w konstrukcjach nitowanych 3% — 5%,
- w konstrukcjach spawanych 1% — 1,5%,
- w konstrukcjach nitowo-spawanych do 3,5%.

Cyfry niższe odnoszą się do konstrukcji szkieletowych i w ogóle konstrukcji, w których jest wiele dźwigarów niełączonych na ich długości z innymi elementami (innymi dźwigarami, nakładkami itd.), cyfry wyższe do niskich blachownic i belek kratowych, posiadających większą ilość nitów.

Projekt normy nie podaje jednak dla uproszczenia granic zmiennych, ale wprowadza średnie ilości stałe, mianowicie poleca przyjmować (ust. 8):

- w konstrukcjach nitowanych na główki nitów 3,5%,
- w konstrukcjach spawanych na spoiny 1,2%,
- w konstrukcjach nitowo-spawanych na spoiny i nity 2,5%.

Wobec cyfr jednolicie ustalonych odpadają wszystkie wątpliwości, jakie procenty stosować w poszczególnych wypadkach, a kwestią kalkulacji

firmy będzie uwzględnić w cenie ogólnej większą lub mniejszą ilość spoin lub nitów.

Za podstawę umowy można wziąć ciężar teoretyczny lub ciężar rzeczywisty (ust. 6).

Ciężar teoretyczny należy obliczać na podstawie zestawień wykonanych wraz z rysunkami wykonawczymi. Zbyttna drobiazgowość jest przy tym tak samo niewskazana, jak zbyt daleko idące zaokrąglanie. Sprawę tę omawia ust. 10.

Ciężary poszczególnych kształtówek podawane są w kg/mb, przy czym tablice podają ciężar ten z dokładnością na setne kilograma. Mnożąc tak podane ciężary przez długości w milimetrach otrzymuje się oczywiście ostateczne wyniki z szeregiem miejsc dziesiętnych. Spotyka się niekiedy projekty i zleceńodawców, którzy takie właśnie obliczenia podają nawet z czterema miejscami dziesiętnymi (!), pomimo, że nie ma to najmniejszego sensu. Projektowana norma usuwa tego rodzaju nonsensy, określając, że ciężar każdej pozycji wystarczy podać w całych kilogramach. Oczywiście nie oznacza to jeszcze, że każdy element np. każdy pręt ciężaru kratowego ma być zaokrąglony do kilogramów. Natomiast ciężar każdego więzara należy zaokrąglić i dopiero następnie pomnożyć go przez ilość więzarów. Jeżeli np. ciężar jednego więzara obliczony teoretycznie wynosi 428,85 kg, a więzarów takich jest 5, to zaokrąglamy ciężar do 429 kg, co pomnożone przez 5 daje $429 \cdot 5 = 2145$ kg jako ciężar danej pozycji, który wstawiamy w ostateczne zestawienie ciężarów.

Jak obliczać poszczególne elementy (pręty) tych więzarów, norma nie podaje, dyktuje to jednak racjonalność i celowość. Wskazane jest więc obliczanie ciężaru każdego elementu oddzielnego (np. pręta więzara kratowego) z dokładnością do jednego, najwyżej do dwu miejsc dziesiętnych kilograma.

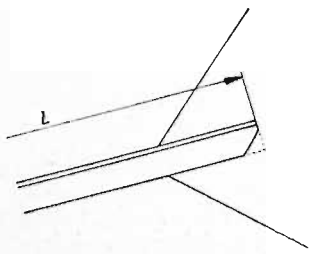
Obliczenie te poza tym nie może uwzględniać trzeciorzędnych wartości jak np. wycięć i ścięć poszczególnych prętów na końcach tychże. Np. takie pręty, jak podane na rysunku 1 i 2, należy liczyć, jak gdyby miały one pełną długość. Małe ścinki nie mają żadnego znaczenia; wprawdzie idą na złom, ale zato dodają znacznie więcej kłopotu z wycięciem lub wypaleniem. Również dla uproszczenia liczy się długość prętów wygiętych nie według osi ciężkości, ale według ich zewnętrznej krawędzi (ust. 8, część I).

Sprawę obliczenia ciężaru rzeczywistego konstrukcji ujmuje ust. 9, ustalając obliczenie w takim wypadku według listów przewozowych.

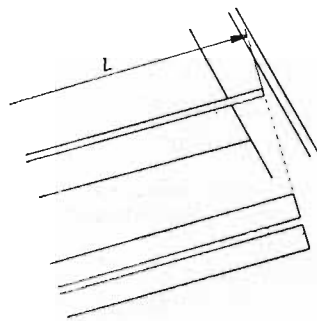
Który ze sposobów obliczenia wybrać, zależy od umowy. Zazwyczaj władze i instytucje publiczne wolą obliczenia według ciężaru teoretycznego i one przypuszczalnie ten właśnie sposób utrzymują u siebie w mocy. Obliczanie według ciężaru rzeczywistego jest wygodniejsze dla wykonawców.

Ustępy dotyczące wykonania konstrukcji stalowej nie wymagają objaśnień. Ujmują bowiem sprawy znane i w ogóle jednolicie wykonywane. Parę słów można tylko dodać o sprawie fundamentów i podłania łożysk i słupów. Zwłaszcza sprawa zalewania otworów na śruby zaprawą cementową nastroczała często wątpliwości, kto ma to wykonać,

gdyż poprostu w umowach o tym niejednokrotnie zapomniano. Często zdarza się, że firma wykonująca fundamenty już zesłała z budowy, a firma montująca konstrukcję stalową nie chciała wykonywać czynności, które umową objęte nie były.



Rys. 1.



Rys. 2.

Projekt normuje te sprawy w ten sposób, że firma wykonująca fundamenty powinna umieścić kotwy i zabetonować je, ale nie więcej niż do połowy. Zależy to od projektu kotew. Mogą więc niekiedy pozostać całe otwory niezabetonowane, można też kotwy zabetonować częściowo; w żadnym razie jednak niecałe. Chodzi bowiem o to, że kotwy zabetonowane i tym samym już ustalone, mogą nie odpowiadać otworom w płytach podstawowych i trzeba je wtedy nagiąć i dostosować do tychże. Jeżeli otwór jest zabetonowany tylko od połowy, to górna część kotwy dzięki sprężystości jej można łatwo nagiąć.

Projekt normuje też sprawę podlewania podstaw cementem i ołowiem. Chodzi tu głównie o to, by podlanie było szczelne, co nieraz szwankuje. O nieszczelnym podlaniu można się przekonać choćby przez opukanie płyty. Projekt wymaga pozostawienie co najmniej 3 — 4 cm pod płytą. Tak szeroka szczelina pozwala na dokładne wypełnienie bez trudności, gdy przy grubościach dawniej stosowanych 1 — 2 cm zupełnie szczelne podlanie jest bardzo utrudnione.

Z tego samego powodu, w razie zastosowania podkładki ołowianej pod płytę, projekt przewiduje wykonanie jej z poszczególnych arkuszy ołowiu, a nie przez podlanie ołowiem. Arkusze takie mają zwykle grubość 3 mm, należy zatem podłożyć taką ich ilość, jaka będzie potrzebna z uwagi na pozostawioną szparę. Oczywiście przy podkładce ołowianej szpara winna być znacznie mniejsza (ok. 1 cm).

Podane poniżej brzmienie projektu „Warunków” jest brzmieniem „w pierwszym czytaniu”. Ogłasza się je dlatego, by uzyskać głosy inżynierów, celem uwzględnienia ich w ostatecznej redakcji.

Ta ostateczna redakcja ukaże się mniej więcej za pół roku, a tym samym ta niejasna dotąd dziedzina wykonania i odbioru konstrukcji stalowych zostanie uregulowana.

Nawiązując do tej normy opracowane będą w Komisji Konstrukcji Stalowych wkrótce zasady obliczania i projektowania konstrukcji stalowych.

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU KONSTRUKCJI STALOWYCH (Projekt normy)

1) Konstrukcja może być wykonana ze stali węglowej bez znaku — (stal gatunku handlowego), ze stali węglowej ze znakiem 010 W, 015 W, 020 W, lub ze stali specjalnych co powinno być wyraźnie zaznaczone w projekcie.

2) O ile w kosztorysie lub umowie nie zaznaczono użycia specjalnego gatunku stali, przyjąć należy stal handlową (bez znaku).

3) W odosobnionych wyjątkowych wypadkach wolno jest za specjalną zgodą władz budowlanych zastosować w konstrukcjach drugorzędnych materiał stalowy już raz użyty poprzednio, jednak pod warunkami podanymi w normie PN/B—640, tj. przekrój jego po usunięciu rdzy itp. uszkodzeń, nie powinien być nigdzie mniejszy niż 80% przekroju pierwotnego, zaś naprężenia dopuszczalne należy w nim przyjąć nie większe jak 600 kg/cm².

4) Profile stosowane w konstrukcjach, które mają być wykonane w krótkich terminach, powinny odpowiadać profilom „rozpowszechnionym” w myśl zestawień wykonywanych przez Syndykat Polskich Hut Żelaznych. Dopuszczalną tolerancję profilów walcowanych w stosunku do wymiarów znormalizowanych, należy przyjmować według norm P. K. N. W razie potrzeby zmiany któregoś z profilów, przewidzianych w projekcie z powodu braku na rynku, można na taką zmianę pozwolić pod warunkiem, by wytrzymałość na tym nie ucierpiała. Największe naprężenie nie powinno w takim razie przewyższać wartości dopuszczalnych, ustalonych normą PN/B—190 więcej niż o 3%.

5) Zamiast profilów walcowanych wolno stosować przekroje składane, spawane lub nitowane, odpowiadające wymiarom możliwości zasadniczymi wymiarami w wysokości i szerokości danemu profilowi walcowanemu.

6) Zmianę profilów w myśl punktów 5 i 6 należy uzgodnić z zamawiającym.

7) Oplatę za konstrukcję stalową można w umowie ująć: a) według ciężaru teoretycznego, lub b) według ciężaru rzeczywistego.

8) Ciężar teoretyczny oblicza się na podstawie zestawienia zawartego w projekcie wykonawczym. Obliczając ciężar poszczególnych prętów bierze się za podstawę pełną długość prętów bez uwzględnienia niewielkich ścięć, wycięć i otworów. Długość prętów wygiętych oblicza się wzdłuż zewnętrznej krawędzi. Ciężar blach węzłowych oblicza się według ich rzeczywistych wymiarów. Ciężar spoin i ciężar główek nitów dodaje się zawsze procentowo, a mianowicie:

a) w konstrukcjach nitowanych dodaje się na główki nitów 3,5%.

b) w konstrukcjach spawanych dodaje się na spoiny 1,2%.

c) w konstrukcjach nitowano-spawanych dodaje się na spoiny i nity 2,5%.

9) Ciężar rzeczywisty w konstrukcji oblicza się według ciężaru podanego w listach przewozowych. Zaliczanie jakichkolwiek urządzeń montażowych załadowanych przypadkowo na wagony jest niedopuszczalne.