

Obraz wyżej naszkicowany, nie obejmuje równoczesnego rozwoju Diesel'ów małych dla kurtów przybrzeżnych; brak dla nich zresztą obiektywnego materiału.

Jak widzimy, szybkość tłoka osiągnęła dziś niemal 10 m/sek, średnie ciśnienie efektywne 5,15 wzgl. 5,75 kg/cm², a moc na litr doszła do 7,38 KM_e — wszystko przy dobrym spalaniu. Trudności, które w r. 1910—12 u wolnobieżnego 12 000-konnego silnika tkwiły w opanowaniu procesu spalania, dziś przeniosły się w dziedzinę materiałów. Uporczywe dążenie do lekkości powołało do życia (w silnikach klasy „K”) tłoki i podstawy glinowe oraz karbowody duralowe; o ile tłoki, a następnie i podstawy spisały się dobrze, o tyle wysokoobciążone korbowody nie wytrzymały równoczesnego ataku wielkich sił tłokowych i wysokich temperatur. U silników dwusuwowych zupełnie zrezygnowano z lekkich stopów, ograniczając się do stali i wysokowartościowego żeliwa, przy czym cienkościennie odlewy stalowe sprawiały czasem kłopot a w dziale stali kutych stopowe — głównie niklowa — pokazały swe znane kaprysy; trudności te jednak pokonano.

Dwusuwowy wspomniane wyżej, wykazują duże „podobieństwo rodzinne”, różniąc się tylko szczegółami i wymiarami. Silniki na „Leipzig” i „Bremsen” mają cienkościennie i bardzo przejrzyste podstawy z żeliwa specjalnego, na „Deutschland” — spawane z blach z żelaza profilowego. Stalowe cylindry mają środkową część (ze szczelinami) laną, górną i dolną — kute, a koszulkę wodną — laną. Prosta i gładka budowa cylindra ułatwia opanowanie naprężeń cieplnych i mechanicznych. M. A. N. zastosowała, oczywiście, swoje płókanie zwrotne, przy którym szczeliny płócące i wydechowe, a więc i odnośne przewody leżą po jednej stronie. Zawory paliwowe są w liczbie trzech (dwa w dnie, jeden w głowicy) z zamkniętymi dyszami i chłodzeniem olejowym. Zawór bezpieczeństwa oraz zawory rozruchowe i indykatorowe znajdują się w głowicy. Kierunek strug paliwa w dolnej części cylindra jest tak dobrany, by ograniczyć kontakt płomienia z korbowodem. Bezaworowa pompa paliwowa pozwala na niezależne zmienianie napełnienia i momentu wtrysku. Tłoki i zawory paliwowe chłodzone są olejem, cylindry i rura wydechowa — wodą morską, pochwa zaś korbowodu dwojako: zewnątrz — wodą morską, wewnątrz — olejem.

W odniesieniu do przekładni „Vulcan” należy zaznaczyć, że sprawność jej przy pełnym obciążeniu instalacji nie spada poniżej 95%, a po odciążeniu 3-ch silników (spośród 4-ch) wynosi jeszcze 89% (przy pełnym momencie obrotowym silnika).

Ekonomiczność pracy Diesel'ów marynarki niemieckiej stwierdziły próby fabryczne, wykazujące np. dla klasy „Köln” rozchód paliwa 174 g/KM_e godz. przy średnim użytecznym ciśnieniu tłokowym 4,6 at i paliwie o wartości cieplnej 10 130 Kal/kg, co odpowiada użytecznej sprawności cieplnej $\eta_e = 35,8\%$, wysokiej jak na silnik szybkobieżny. Na okręcie szkolnym „Bremsen” osiągnięto przy obciążeniu pełnym 38,6%, a przy najkorzystniejszym nawet 39,6%, na pancerniku zaś „Deutschland” stwierdzono (przy 3/4 pełnego momentu obrotowego) rozchód paliwa 153 g/KM_e godz., co odpowiada sprawności (na sprzęgle) 41%.

Chociaż M. A. N. ze zrozumiałych względów nie kwapi się z ogłoszeniem sposobów rozwiązania mnogich trudności, to jednak materiał opublikowany, zwłaszcza odnośnie szczegółów konstrukcji i wyników prób, jest nader obfity. To też z żalem stwierdzamy, że brak miejsca nie pozwala narazie na podanie bliższych informacji; może nasunie się jeszcze sposobność powrócenia do tego tematu.

Poza marynarką niemiecką wymienić musimy lekką instalację Diesel'ową na 100 000 KM szybkiego krążownika włoskiego „Muzio Attendolo Sforza”, niedawno spuszczonego na wodę. Ciekawe, lecz tkwiące dotąd na papierze i stanowiące materiał poufny projekty jednej z głośnych firm pozostawiamy bez rozpatrzenia.

Nakoniec zwracamy uwagę na najszerze stosowanie Diesel'a przez flotę państwa, skazanego na import przetworów naftowych, oraz na paradoksalny fakt, że o integralnej „diselizacji” flot wojennych mniej się dziś mówi i pisze, niż w roku 1912. Ta okoliczność ma zapewne przyczynę w drażliwym problemie wibracji, nieuniknionych w maszynie tłokowej a szkodliwych dla kadłuba i zakłócających użycie artylerji, — tudzież w rewolucyjnym postępie techniki wytwarzania i wyzyskania pary, wreszcie — we wzroście wymagań marynarki, bodajże szybszym, niż postęp techniki silników Diesel'a.

Prof. L. KARASIŃSKI

Obciążenie osiowe belki, związanej z podłożem sprężystym

Składowa styczna przywierania koła do szyny, nieznaczna w zwykłych warunkach pracy, wzrasta jednak na spadkach i przy hamowaniu. Sprawia osiowe odkształcenia szyny i posuwu podkładów, rodzące sprzeciw sprężysto podłoża.

To zagadnienie wytrzymałościowe rozwiązałem *) dla szyny, jako belki na podporach sprężystych, równoodległych.

*) *Katedra i Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw Politechniki Warszawskiej*. Warszawa, 1933 r. Część II. Str. 1.

Obecnie — chcę pominąć pośrednictwo podkładów: *przy czepności zastępcza samej szyny do sprężystego podłoża* da mi praktyczną przejrzystość wzorów.

1. Prosta oś belki o stałym przekroju F cm² stanowi odcinek dodatniej osi X . Środki czołowych ścianek belki — jej początku A i końca B — mają odcięte: a , b . Na całej długości:

$$L = b - a$$

belka przyczepnie swą osią przylega do sprężystego podłoża.

Na osi X leży siła zewnętrzna Q , przyłożona do środka jednego z pośrednich przekrojów o pierwotnej odciętej c . Siła Q daje posunięcie osiowe u — przyrost współrzędnej x środka bieżącego przekroju belki.

To odkształcenie wzbudza osiowy sprzeciw sprężysty podłoża:

$$q = -hu,$$

w kg na jednostkę długości osi, zależny od stałego współczynnika sprężystości poziomej h podłoża w kg/cm^2 .

Kierunek (w) wzrostu sił osiowych obieram w prawo; inaczej mówiąc, w stosunku do lewego zwrotu osi X — wyznaczam siłę osiową *tuż za* środkiem bieżącego przekroju belki, jako wypadkową wszystkich sił osiowych *lewej* części belki — aż do tego środka *wyłącznie*.

Zatem *tuż za* środkiem:

$$(x + dx + u + du)$$

panuje siła osiowa S , *tuż za* środkiem:

$$(x + u)$$

takąż siła:

$$S + dS,$$

przyczem niewątpliwie:

$$S + dS = S + \int_{x+dx+u+du}^x q dx = S - q(dx + du),$$

w tych bowiem szczupłych granicach całkowania mogą uważać q za niezmienną.

W założeniu odkształceń u — znikomych, pomijam qdu — małą wyższego rzędu:

$$dS = -q dx$$

i ostatecznie mam:

$$\frac{dS}{dx} = -q = hu.$$

Pod jarzmem siły osiowej S pierwotna długośćka dx wzrosła o du , zatem, według znanego wzoru „Wytrzymałości Tworzyw” — wydłużenie jednostkowe:

$$\frac{du}{dx} = \frac{S}{EF}$$

i ostatecznie:

$$\frac{d^2 S}{dx^2} = h \frac{du}{dx} = \frac{hS}{EF}.$$

Całka tego równania daje siłę osiową:

$$S = C e^{nx} + D e^{-nx},$$

gdzie oznaczyłem:

$$n = \sqrt{\frac{h}{EF}}.$$

Stąd naprężenie osiowe bieżącego przekroju:

$$N = \frac{S}{F}$$

oraz — posunięcie osiowe jego środka, przynależnego pierwotnej, nieodkształconej odciętej x :

$$u = \frac{1}{h} \frac{dS}{dx} = \frac{n}{h} [C e^{nx} - D e^{-nx}].$$

Odcięta c punktu przyłożenia siły zewnętrznej Q , zawarta w granicach:

$$b > c > a,$$

dzieli oś belki na połac lewą, długości:

$$l = b - c > 0$$

i prawą, długości:

$$p = c - a > 0.$$

Niżej, we wzorach pozostawię znakowanie C, D stałych całkowania dla lewej połaci, pisząc dla prawej — odpowiednio: C', D' .

2. Na ściankach czołowych belki niema obciążeń zewnętrznych, stąd — pierwsze dwa równania warunkowe:

$$C e^{nb} + D e^{-nb} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$C' e^{na} + D' e^{-na} = 0. \dots \dots \dots (2)$$

Tuż za punktem przyłożenia siły zewnętrznej Q , przynależnym odciętej c , panuje siła osiowa:

$$C e^{nc} + D e^{-nc},$$

tuż przed tym punktem:

$$C' e^{nc} + D' e^{-nc},$$

przyczem niewątpliwie:

$$C e^{nc} + D e^{-nc} + Q = C' e^{nc} + D' e^{-nc},$$

a przeto trzecie równanie warunkowe:

$$(C' - C) e^{nc} + (D' - D) e^{-nc} = Q. \dots \dots (3)$$

Chcąc znaleźć równanie czwarte, wyznaczam posunięcie osiowe u_0 punktu uciepienia siły zewnętrznej Q — granicznego punktu obu połaci:

$$u_0 = \frac{n}{h} [C e^{nc} - D e^{-nc}] = \frac{n}{h} [C' e^{nc} - D' e^{-nc}],$$

stąd, po skróceniu — czwarte równanie warunkowe:

$$(C' - C) e^{nc} - (D' - D) e^{-nc} = 0. \dots \dots (4)$$

Z ostatnich dwóch równań znajdę bez trudności:

$$C' = C + \frac{Q}{2} e^{-nc},$$

$$D' = D + \frac{Q}{2} e^{nc}.$$

Po podstawieniu w drugie równanie warunkowe:

$$C e^{na} + D e^{-na} + \frac{Q}{2} [e^{n(c-a)} + e^{-n(c-a)}] = 0$$

i uwzględnieniu pierwszego otrzymam ostatecznie:

$$C = \frac{Q}{2} \cdot \frac{e^{-n(b-a-c)} + e^{-n(b-a+c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$D = -\frac{Q}{2} \cdot \frac{e^{n(b-a-c)} + e^{n(b-a+c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

Zatem dla lewej połaci:

$$S = C e^{nx} + D e^{-nx},$$

$$u = \frac{n}{h} [C e^{nx} - D e^{-nx}],$$

gdzie

$$b > x > c.$$

Dla prawej połaci:

$$S = C' e^{nx} + D' e^{-nx} + \frac{Q}{2} [e^{n(c-x)} + e^{-n(c-x)}],$$

$$u = \frac{n}{h} [C' e^{nx} - D' e^{-nx}] - \frac{Qn}{2h} [e^{n(c-x)} - e^{-n(c-x)}],$$

gdzie:

$$c > x > a.$$

Posunięcie lewego końca belki:

$$u_b = \frac{n}{h} [C e^{nb} - D e^{-nb}],$$

prawego:

$$u_a = \frac{n}{h} [C e^{na} - D e^{-na}] - \frac{Qn}{2h} [e^{n(c-a)} - e^{-n(c-a)}].$$

Po podstawieniu wartości dla C, D i zebraniu wyrazów otrzymam ostatecznie:

$$u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(c-a)} + e^{-n(c-a)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$u_a = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(b-c)} + e^{-n(b-c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

Gdy siła Q działa pośrodku belki, to:

$$c = \frac{1}{2}(b + a), \quad l = p = b - c = c - a = \frac{1}{2}(b - a),$$

a przeto posunięcia obu końców są jednakowe i równe

$$u_a = u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{nl} + e^{-nl}}{e^{2nl} - e^{-2nl}},$$

stąd po skróceniu:

$$u_a = u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{1}{e^{nl} - e^{-nl}}.$$

Gdy siła zewnętrzna Q przyłożona jest do środka jednej ze ścianek czołowych belki, dajmy na to, prawej, to:

$$c = a$$

i prawa połącz znikną. Zatem dla całej belki:

$$S = -Q \frac{e^{n(b-x)} - e^{-n(b-x)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$u = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(b-x)} + e^{-n(b-x)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

3. W szczególnym przypadku belki obustronnie nieskończenie długiej — zawsze będą miały:

$$c = 0, \quad b = l = \infty, \quad -a = p = \infty.$$

Z pierwszych dwóch równań warunkowych otrzymam:

$$C = D' = 0,$$

ostatnie dwa:

$$D + Q = C', \quad C' + D = 0$$

dadzą mi po dodaniu:

$$D = -\frac{Q}{2}, \quad C' = \frac{Q}{2}.$$

Zatem dla lewej połącz — odciętych x — dodatnich:

$$S = -\frac{Q}{2} e^{-nx}, \quad u = \frac{Qn}{2h} e^{-nx}.$$

Dla prawej połącz — odciętych x — ujemnych:

$$S = \frac{Q}{2} e^{nx}, \quad u = \frac{Qn}{2h} e^{nx}.$$

Stąd — posunięcie osiowe punktu uczepienia siły Q zewnętrznej:

$$u_0 = \frac{Qn}{2h}.$$

Gdy siła Q działa na ściankę czołową belki jednostronnie długiej nieskończenie, to:

$$c = 0, \quad b = l = \infty, \quad a - p = 0.$$

Belka ta tylko jedną połącz — odciętych x — dodatnich, a przeto:

$$C' = D' = 0.$$

Nadto z pierwszego równania warunkowego:

$$C = 0.$$

Drugie i czwarte — odpada, trzecie ma postać:

$$D + Q = 0,$$

wobec tego:

$$S = -Q e^{-nx}, \quad u = \frac{Qn}{h} e^{-nx}.$$

Stąd posunięcie osiowe punktu przyłożenia siły Q — zewnętrznej:

$$u_0 = \frac{Qn}{h},$$

wzór, nadający się najlepiej do wyznaczania współczynnika sprężystości poziomej podłoża szyny.

We wszystkich powyższych wzorach celowo unikałem wprowadzania funkcji hyperbolicznych.

Inż. B. BUKOWSKI

Badania gruntu i elementów konstrukcyjnych ścian i stropów *)

Badania nad zagadnieniami budownictwa współczesnego ograniczają się prawie wyłącznie do badań oderwanych elementów samych w sobie. Znamy dobrze wytrzymałości belek i stropów żelbetowych przy różnym uzbrojeniu, żelaznych przy różnym spawaniu i nitowaniu, drewnianych, połączonych zapomocą śrub i dybli różnego kształtu, — znacznie mniej wiemy o właściwościach sprężystych i wytrzymałościach murów, a prawie niezbadana pozostała współpraca różnych elementów ze sobą. Powyższa diagnoza, odnosząca się do kierunku pracy badawczej w całej Europie, słuszna jest również w stosunku do polskiego odcinka.

Ze sprawozdań, nadesłanych na Zjazd Delegatów Laboratorjów Budowlanych, wynika, że badania technologiczne i wytrzymałościowe różnych materiałów są dobrze rozwinięte i sprzęt potrzebny do badań materiałów jest dostateczny i wcale liczny, badania zestrojów materiałowych natomiast, a tem bardziej zestrojów konstrukcyjnych wykazują bardzo poważne luki. W sprawozdaniach wyszczególnione zostały następujące badania:

Prof. *Paszkowski* zajmuje się współpracą żelaza z betonem, kontynuując swe dawniejsze prace, zreferowane na I Polskim Zjeździe Żelbetników. Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Politechniki Warszawskiej, wspólnie z prof. *Bryłą* przeprowadziło szeroko zakrojony program doświadczeń porównawczych między elementami żelbetowymi, uzbrojonymi prętami okrągłymi ze stali zlewnej i prętami skręconymi z wydłużonego żelaza „stali Isteg”. To samo laboratorium zbadało wytrzymałości i odkształcenie słupów betonowych w

plaszczach stalowych. Prof. *Bryła* zbadał kompleks zagadnień, dotyczących spawania, a mianowicie różnego rodzaju połączeń i wzmacniania dźwigarów walcowanych zapomocą przykładek i nakładek spawanych. Inż. *Griffel* zbadał w pokrewnej dziedzinie zamocowanie dźwigarów żelaznych zapomocą spawania. W swym specjalnym zakresie Fabryka Siatki Jednolitej, Hr. St. Ledóchowski, zbadała płyty żelbetowe uzbrojone siatką jednolitą z wydłużonej blachy. Wreszcie inż. *Pogany* bada wytrzymałość połączeń drewnianych oraz modele konstrukcji ramowych. Powyższy kompleks prac, zgłoszonych na Zjazd, należy uzupełnić jeszcze badaniami prof. *Bryły* nad bezżelazowymi stropami „Pomorze”, oraz starszemi doświadczeniami inż. *Brody* nad połączeniami zapomocą gwoździ. Na tem zdaje się wyczerpuje się dorobek doświadczalny w dziedzinie badań elementów budowlanych w ostatnich kilku latach. Potrzeby budownictwa domagają się jednak wyjaśnienia całego szeregu zagadnień, mających decydujące znaczenie dla bezpieczeństwa lub ekonomji budowlanej i dających się rozwiązać tylko drogą doświadczalną.

a) Stropy. Na pierwszy plan wysuwa się tutaj cały kompleks zagadnień, związanych ze stropami żelbetowymi gęstożebrowymi i stropami o żelaznych belkach. Do zbadania byłby u stropów gęstożebrowych stosunek momentów bezwładności strefy przyoporowej do strefy przęsłowej z uwzględnieniem wpływu procentu uzbrojenia rozciąganego i ściskanego, przyczem powinno być uwzględnione zarówno stadium I jak i stadium II. Badania te powinny wykazać wpływ kształtu strefy przyoporowej na rozkład momentów w stropach i możliwość stopniowania

*) Referat wygłoszony na Zjeździe Del. Lab. Bud. w marcu b. r.