

8 listopada 1929 r.

6009 708

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 10652.

Jerzy Zegarowski
(Warszawa, Polska).

Kl. 42 m 36.

42 m⁴ 7/68

Suwak rachunkowy do obliczania żelbetowych belek i słupów mimośrodowo ściskanych i mimośrodowo rozciąganych.

Zgłoszono 6 grudnia 1927 r.
Udzielono 17 czerwca 1929 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy suwaka rachunkowego do obliczania żelbetowych belek o przekroju prostokątnym i teowym, w obu przypadkach o uzbrojeniu rozciąganiem lub o uzbrojeniu rozciąganiem i ściskaniem oraz do określania naprężeń w tych belkach bez posilkowania się jakimikolwiek tablicami lub wykresami przy dowolnych naprężeniach w betonie i żelazie. Przy pomocy tego suwaka można również obliczać żelbetowe słupy mimośrodowo ściskane i mimośrodowo rozciągane.

Suwak według wynalazku jest wskazany na rysunku, przyczem fig. 1 przedstawia jego przekrój poprzeczny w kształcie zwykłego suwaka rachunkowego, składającego się z dwóch linijek, z których jedna ruchoma m przesuwa się wewnątrz drugiej

nieruchomej k . Tylina strona ruchomej linijki m jest wskazana na fig. 2. Na przedniej stronie tego suwaka, wskazanej na fig. 3, są wykonane dwie zwykłe podziałki logarytmiczne $A-A$ i $B-B$, służące do obliczeń arytmetycznych, oraz pięć podziałek dodatkowych, z których dwie $C-C$ i $D-D$ służą do obliczania żelbetowych prostokątnych belek i słupów mimośrodowo ściskanych i mimośrodowo rozciąganych, oraz trzy $E-E$, $F-F$ i $G-G$ do obliczania żelbetowych belek o przekroju teowym.

Do obliczania prostokątnych belek o uzbrojeniu tylko rozciąganiem służą wzory:

$$h' = C \sqrt{\frac{M}{b\sigma_s}} \quad \text{oraz } te = Dbh',$$

w których M oznacza moment gnący, b —

szerokość użyteczną belki, h' — wysokość użyteczną, fe — jej uzbrojenie rozciągane, C i D — współczynniki zależne od naprężeń: rozciąganego w żelazie σ_s i ściskanego w betonie σ_b oraz od własności sprężystych tych materiałów.

Przyjmując stosunek współczynnika sprężystości żelaza do współczynnika sprężystości betonu równym 15 i oznaczając stosunek odległości X osi obojętnej od skrajnych włókien ściskanych belki do jej wysokości użytecznej h' przez

$$\alpha = \frac{x}{h'} = \frac{15\sigma_b}{15\sigma_b + \sigma_s}$$

wyrażono na tym suwaku współczynniki C i D , jako funkcje α , a mianowicie: na podziałce $C—C$ są odłożone wartości współczynnika C względem podziałki $B—B$ w granicach od 34,54 do 3,58, na podziałce $D—D$ są odłożone wartości współczynnika D względem podziałki $A—A$ w granicach od 0,00088 do 0,10667, przyczem liczby 0,15, 0,20... 0,80 na podziałkach $C—C$ i $D—D$ oznaczają wartości α , a granice zmienności współczynników C i D są wypisane na końcach tych podziałek.

Chcąc zaprojektować prostokątną belkę o uzbrojeniu tylko rozciąganiem, mając dany moment gnący M i szerokość użyteczną belki b , przy naprężeniach: rozciągającym w żelazie σ_s i ściskającym w betonie

σ_b , należy znaleźć wartość $\alpha = \frac{15\sigma_b}{15\sigma_b + \sigma_s}$ na-

stępnie, znalazłszy wartość $\frac{M}{b\sigma_s}$ na podziałce $A—A$, znajduje się $\sqrt{\frac{M}{b\sigma_s}}$ na nie-

ruchomej części podziałki $B—B$ i, stawiając początek nieruchomej linijki na tem miejscu, nasuwa się wizjer na odpowiednią wartość α na podziałce $C—C$ i na nieruchomej części podziałki $B—B$ odczytuje się poszukiwaną wysokość użyteczną belki h' . Uzbrojenie rozciągane fe tej belki znaj-

duje się, stawiając wizjer i następnie początek ruchomej linijki na odpowiedniej wartości α podziałki $D—D$ i mnożąc otrzymaną w ten sposób na nieruchomej części podziałki $A—A$ wartość współczynnika D przez b i h' .

W ten sam sposób można projektować belki prostokątne o uzbrojeniu ściskaniem i rozciąganiem, gdy dany jest moment gnący M , szerokość użyteczna belki b oraz jej wysokość użyteczna h' przy naprężeniach: rozciągającym w żelazie σ_s i ściskającym w betonie σ_{b1} . Jak wyżej, znajduje się

$$\alpha = \frac{15\sigma_{b1}}{15\sigma_{b1} + \sigma_s}, \text{ następnie znalazłszy } \sqrt{\frac{M}{b\sigma_s}} \text{ na}$$

nie ruchomej części podziałki $B—B$, stawia się początek ruchomej linijki na tem miejscu, nasuwa się wizjer na wartość h' na nieruchomej części podziałki $B—B$ i na podziałce $C—C$ odczytuje się wartość α_2 . Gdyby nie było uzbrojenia ściskanego, w betonie byłoby naprężenie ściskające σ_{b2} , odpowiadające α_2 , przy naprężeniu rozciągającym w żelazie σ_s . Jeżeli więc α_2 jest mniejsze od α_1 , to również i σ_{b2} jest mniejsze od pożądanego σ_{b1} , i w belce niepotrzebne jest uzbrojenie ściskane. Jeżeli natomiast α_2 jest większe od α_1 , to również σ_{b2} jest większe od pożądanego σ_{b1} , i w belce należy dać uzbrojenie ściskane. To uzbrojenie ściskane znajduje się ze wzoru:

$$fe' = \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1 - \frac{a}{h^1}},$$

w którym α_1 oznacza odległość żelaza ściskanego fe' od skrajnych włókien ściskanych, fe_2 — rzeczywiste uzbrojenie rozciągane, odpowiadające α_2 , oraz fe — fikcyjne uzbrojenie rozciągane odpowiadające α_1 . Uzbrojenie rozciągane fe_2 i fe znajduje się, jak dla belki pojedynczo uzbrojonej, mnożąc odpowiednie D z podziałki $D—D$ przez b i h' na podziałce $A—A$.

Przy pomocy podziałki $D—D$ można

wyznaczać naprężenia w prostokątnej belce o rozciąganiu tylko uzbrojeniu f_e , gdy dana jest wysokość użyteczna belki h' , jej szerokość użyteczna b oraz moment gnący M . W tym celu znajduje się najpierw $D = \frac{f_e}{bh'}$ na podziałce A—A, a następnie, nasuwając wizjer na to miejsce, odczytuje się wartość α na podziałce D—D i znajduje się odległość osi obojętnej $X = \alpha h'$ oraz ramię momentu sił wewnętrznych $q = h' - \frac{x}{3}$ i wreszcie naprężenie rozciągające w żelazie ze wzoru:

$$\sigma_e = \frac{M}{f_e q}$$

oraz ściskające w betonie ze wzoru:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{15} \cdot \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

Naprężenie w belce prostokątnej o uzbrojeniu ściskaniem i rozciąganiem wyznacza się metodą przybliżoną w ten sam sposób, używając zamiast b , szerokość użyteczną b' powiększoną dzięki obecności żelaza ściskanego f_e' , przyczem w przybliżeniu:

$$b' = b + \frac{60 f_e'}{h'}$$

W podobny sposób oblicza się i wyznacza naprężenia w belkach żelbetowych o przekroju teowym przy grubości płyty t , gdy stosunek grubości płyty do wysokości użytecznej belki $T = \frac{t}{h'}$ jest większy, lub równy α , t. j. $\alpha \leq T$.

Gdy α jest większe, niż T , do obliczania belek o przekroju teowym przy rozciąganiu tylko uzbrojeniu służą wzory:

$$M = E b t^3 \sigma_b - F b t^3 \sigma_e$$

$$\text{oraz} \quad t_e = \left(G \frac{\sigma_b}{\sigma_e} - \frac{T}{30} \right) b t,$$

w których E , F i G oznaczają współczynniki, zależne od T oraz od stosunku współczynników sprężystości żelaza i betonu, wszystkie inne oznaczenia jak wyżej.

Przyjmując ten stosunek równym 15, wyrażono wartości współczynników E , F i G jako funkcję T , a mianowicie na podziałce E—E odłożono wartości współczynnika E względem podziałki A—A w granicach od 9,033 do 1,167, na podziałce F—F odłożono wartości współczynnika F względem podziałki A—A w granicach od 0,031 do 0,022, na podziałce G—G odłożono wartości współczynnika G względem podziałki B—B w granicach od 0,95 do 0,75, przy czym liczby 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 na podziałkach E—E, F—F i G—G oznaczają wartości T , a granice zmienności współczynników E , F i G są wypisane na końcach odpowiednich podziałek.

Chcąc zaprojektować belkę o przekroju teowym i rozciąganiem tylko uzbrojeniu przy naprężeniach: rozciągającym w żelazie σ_e i ściskającym w betonie σ_b , mając dany moment gnący M , szerokość użyteczną belki b oraz grubość płyty t , zakłada się przybliżoną wysokość użyteczną belki h' i znaj-

duje się wartość $T_1 = \frac{t_1}{h_1}$; następnie znaj-

duje się wartość F_1 dla T_1 z podziałki F—F, stawiając wizjer na odpowiednim T_1 tej podziałki i odczytując na podziałce A—A. Mając F_1 , oblicza się wartość E_1 ze wzoru:

$$E_1 = \frac{M + F_1 b t^3 \sigma_e}{b^3 t^3 \sigma_b}$$

i nasuwając wizjer na podziałce A—A na

liczbę, odpowiadającą tej wartości E_1 , odczytuje się na podziałce $E-E$ wartość współczynnika T_2 . Jeżeli T_2 niewiele się różni od T_1 , przyjmuje się jako T wartość pośrednią bliższą T_2 , jeżeli natomiast T_2 znacznie się różni od T_1 , wprowadza się tę wartość pośrednią do poprzedniego rachunku i, powtarzając tę czynność, znajduje się dokładną wartość T . Mając T , znajduje się wysokość użyteczną belki ze wzoru:

$$h' = \frac{t}{T}.$$

Ażeby znaleźć uzbrojenie rozciągane tej belki, należy znaleźć wartość współczynnika G z podziałki $G-G$, stawiając wizer na odpowiednim T tej podziałki i odczytując na podziałce $B-B$ oraz wykonywając działanie:

$$f_s = \left(G \frac{\sigma_b}{\sigma_s} - \frac{T}{30} \right) bt.$$

Zwykle, zakładając wysokość belki, należy się przekonać, czy naprężenie ściskające w betonie σ_{b2} przy tej wysokości belki nie przekroczy dopuszczalnego σ_{b1} . Wtedy, znalazłszy współczynniki E i F oblicza się to naprężenie ze wzoru:

$$\sigma_{b2} = \frac{M + F b' t^2 \sigma_s}{E b t^2}.$$

Jeżeli σ_{b2} jest mniejsze od pożądanego σ_{b1} , belka będzie miała tylko rozciągane uzbrojenie. Jeżeli natomiast σ_{b2} jest większe od pożądanego σ_{b1} , konieczne jest w tej belce uzbrojenie ściskane, które się oblicza ze wzoru, jak dla belki prostokątnej,

$$f_s' = \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1 - \frac{a}{h'}} \left(f_{s2} - f_{s1} \right),$$

w którym wszystkie oznaczenia są jak wyżej, przyczem f_{s2} jest rzeczywistym uzbrojeniem rozciąganiem przy naprężeniach σ_s i σ_{b2} zaś f_{s1} jest fikcyjnym uzbrojeniem rozciąganiem przy naprężeniach σ_s i σ_{b1} .

Przy pomocy podziałek $E-E$, $F-F$ i $G-G$ można wyznaczać naprężenia w teowej belce o rozciąganiu tylko uzbrojeniu f_s , gdy dana jest wysokość użyteczna belki h' , jej szerokość użyteczna b , grubość płyty t oraz moment gnący M . Najpierw znajduje się $T = \frac{t}{h'}$, następnie z podziałek $E-E$, $F-F$ i $G-G$ znajduje się współczynniki E , F i G i wreszcie naprężenia rozciągające w żelazie ze wzoru:

$$\sigma_s = \frac{M}{G (E f_s + \frac{b t T}{180})}$$

oraz ściskające w betonie ze wzoru:

$$\sigma_b = \frac{M + F b t^2 \sigma_s}{E b t^2}.$$

Naprężenia w belce podwójnie uzbrojonej wyznacza się metodą przybliżoną w ten sam sposób, wstawiając do dwóch ostatnich wzorów zamiast b szerokość użyteczną b' , powiększoną dzięki obecności żelaza ściskanego $f_{s'}$, przyczem w przybliżeniu:

$$b' = b + \frac{18 f_s}{t}.$$

Ramię momentu sił wewnętrznych dla wszelkich belek oblicza się ze wzoru:

$$q = \frac{M}{f_s \sigma_s}.$$

Przy pomocy podziałek $C-C$ i $D-D$ można projektować żelbetowe słupy mimośrodowo ściskane o przekroju prostokątnym, podobnie jak belki, gdy dana jest

siła N ściskająca słup, działająca w odległości e od środka geometrycznego słupa, szerokość słupa b oraz e' odległość żelaza rozciąganego od środka geometrycznego słupa przy naprężeniach: rozciągającym w żelazie σ_s i ściskającym w betonie σ_b ze wzorów:

$$h' = C \sqrt{\frac{N(e + e')}{b \sigma_s}}$$

oraz

$$f e = D b h' - \frac{N}{\sigma_s}.$$

Żelbetowe słupy mimośrodowo rozciągane o przekroju prostokątnym projektuje się podobnie jak belki przy pomocy podziałek $C-C$ i $D-D$, stosując przy oznaczeniach jak dla słupów mimośrodowo ściskanych wzory:

$$h' = C \sqrt{\frac{N(e - e')}{b \sigma_s}}$$

oraz

$$f e = D b h' + \frac{N}{\sigma_s}.$$

Na tylnej stronie ruchomej linijki m , wskazanej na fig. 2, oprócz podziałek u góry i u dołu, niewidocznych na fig. 2, służących do określania funkcji trygonometrycznych, wykonana jest pośrodku dodatkowa podziałka $H-H$, służąca do obliczania żelaza o przekroju okrągłym. Liczby na tej podziałce oznaczają średnice żelaza, którym odpowiadają przekroje na podziałce $A-A$.

Na tylnej stronie suwaka mieszczą się wzory, najczęściej używane do obliczeń statycznych w żelazobetonie.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Suwak rachunkowy o zwykłych podziałkach logarytmicznych, służących do

obliczeń arytmetycznych i trygonometrycznych, znamienny tem, że posiada dodatkowe podziałki do obliczeń żelbetowych belek i słupów mimośrodowo ściskanych i mimośrodowo rozciąganych.

2. Suwak rachunkowy według zastrz. 1, znamienny tem, że dwie dodatkowe podziałki, przeznaczone do obliczania prostokątnych żelbetowych belek i słupów mimośrodowo ściskanych i mimośrodowo rozciąganych, są nacechowane jedna według wzoru:

$$\sqrt{\frac{90(1 - \alpha)}{(3 - \alpha)\alpha^2}},$$

druga zaś — według wzoru:

$$\frac{\alpha^2}{30(1 - \alpha)},$$

w których α oznacza stosunek odległości osi obojętnej od skrajnych włókien ściskanych do wysokości użytkowej belki.

3. Suwak według zastrz. 1 i 2, znamienny tem, że posiada jeszcze trzy podziałki do obliczania żelbetowych belek o przekroju teowym, nacechowane pierwsza według wzoru:

$$\frac{1}{T} - 1 + \frac{T}{3},$$

druga — według wzoru:

$$\frac{1}{30} - \frac{T}{45},$$

i trzecia — według wzoru:

$$1 - \frac{T}{2},$$

w których litera T oznacza stosunek grubości płyty do wysokości użytkowej belki.

4. Suwak według zastrz. 1 — 3, znamienny tem, że na tylnej stronie ruchomej linijki oprócz podziałek, służących do o-

kreślenia funkcji trygonometrycznych, znajduje się dodatkowa podziałka, służąca do obliczania okrągłych przekrojów żelaza, przyczem liczby na tej podziałce oznaczają średnice żelaza, którym odpowiadają przekroje na podziałce przedniej strony suwaka.

5. Suwak według zastrz. 1 — 4, znamieny tem, że na tylnej stronie suwaka mieszczą się wzory najczęściej używane do obliczeń statycznych budowli żelbetowych.

Jerzy Zegarowski.



Fig.2.

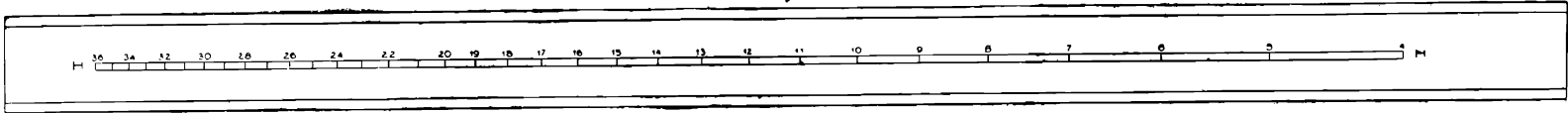


Fig.3.

