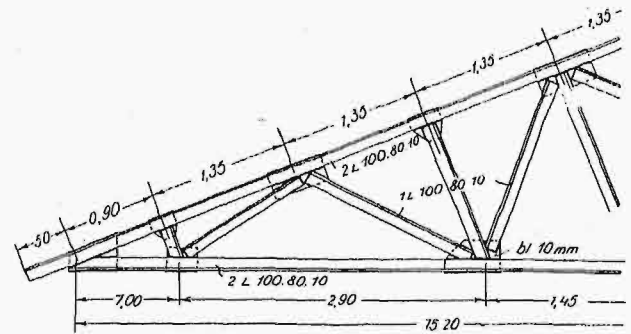


pionowych ramionach kątowników poziomych (przy obróbieniu ich na V, lub X).

b) Połączenie na zakładkę wykonywa się analogicznie do bezpośredniego nitowania prętów konstrukcji nitowanych. O ile jednak połączenie takie pozwala wogóle na niewielką ilość nitów, używane zatem być może tylko albo w konstrukcjach podrzędnych, albo też przy znacznych wymiarach blach pasów, o tyle w ustrojach spawanych można je zastosować łatwo także w konstrukcjach innych, np. w normalnych dźwigarach dachowych i mostowych. Pozwala ono na opuszczenie blach węzłowych, a tem samym na redukcję wagi żelaza także i pod tym względem (niezależnie od wyzyskania całego przekroju prętów łączonych). Przykłady takich połączeń por. rys. 26 i 27. Zazwyczaj nie potrzeba tu obróbienia (oczywiście zendrę należy usunąć j. w.). Spojenie można wykonać tak na końcach *ab* (poprzeczne), jako też i na zetkniętej długości *ac, bd* (podłużne) profilów łączonych (tak ciągle, jak i przerywane).

c) Połączenie na blachy węzłowe wykonywa się na tych samych zasadach co połącze-

nie na zakładkę, z tą różnicą, że pręty łączy się na blachę węzłową, której wielkość określa się wedle spojonych długości prętów. Stosować je trzeba, gdy



Rys. 29.

długość spojona choćby jednego pręta wypadła zbyt wielka, aby móc ją umieścić bezpośrednio na innym przęcie (pasie). Por. szczegół dachu w Eola (Illinois), rys. 29.

(D. n.)

Wzory Clerc'a i Clapeyron'a.

Napisuł L. Karasiński.

1. Biorę pod uwagę belkę poziomą, pierwotnie prostą, bezwładnościowo jednorodnie zbudowaną, wspartą na podporach. Środek jej skrajnego przekroju prawego stanowi początek osi współrzędnych; dodatnia oś *X* pokrywa się z osią belki, dodatnia oś *Y* leży pod osią *X*. W płaszczyźnie głównej *XY* leżą pary sił, siły pionowe oraz pionowe warstwy płaskiego obciążenia belki. To jarzmo zewnętrzne daje odkształcenie, wyrażające się ugięciem *y* i pochyleniem *y'* stycznej odkształconej ku osi *X* dla środka bieżącego przekroju belki, przynależnego odciętej *x*. Idąc w kierunku wzrostu momentów gnących, sprzecznych z kierunkiem osi *X*, obieram na odkształconej trzy punkty kolejne: *n-1, n, n+1* o współrzędnych *x_{n-1}, y_{n-1}, y'_{n-1}, x_n, y_n, y'_n, x_{n+1}, y_{n+1}, y'_{n+1}*. Odcinek (*n-1, n*) nazywam przęsem *n*, odcinek (*n, n+1*) — przęsem *n+1* i oznaczam przez:

l_n, l_{n+1} — długość przęsa *n* i *n+1*.

I_n^l, I_{n+1}^l — odpowiednio moment bezwładności stały dla całego przęsa *n* i takż moment, stały dla całego przęsa *n+1*.

M_{n-1}^s, M_n^s, M_{n+1}^s — momenty gnące tuż przed punktami *n-1, n, n+1*.

P_n — pionową siłę skupioną, przyłożoną do danego punktu odkształconej przęsa *n* w poziomej odległości *a_n* od punktu *n-1* i *b_n* od punktu *n*.

P_{n+1} — pionową siłę skupioną, przyłożoną do danego punktu odkształconej przęsa *n+1* w poziomej odległości *a_{n+1}* od punktu *n* i *b_{n+1}* od punktu *n+1*.

N_n — poziomy moment, przyłożony do danego punktu odkształconej przęsa *n* w poziomej odległości *c_n* od punktu *n-1* i *d_n* od punktu *n*.

N_{n+1} — poziomy moment, przyłożony do danego punktu odkształconej przęsa *n+1* w poziomej odległości *c_{n+1}* od punktu *n* i *d_{n+1}* od punktu *n+1*.

q_n — stałe obciążenie jednostkowe pionowe odkształconej przęsa *n*, poczynające się w poziomej odległości *e_n* od punktu *n-1* i kończące w poziomej odległości *f_n* od tegoż punktu.

q_{n+1} — stałe obciążenie jednostkowe pionowe odkształconej przęsa *n+1*, poczynające się w poziomej odległości *e_{n+1}* od punktu *n+1* i kończące się w odległości *f_{n+1}* od tegoż punktu.

p_n — skrajne obciążenie jednostkowe warstwy trójkątnej, leżącej na odkształconej przęsa *n*. Ostrze trójkąta zwraca się ku punktowi *n-1* i leży w poziomej odległości *r_n* od tegoż punktu. Pionowy bok *p_n* trójkąta tkwi pomiędzy ostrzem a punktem *n* w poziomej odległości *s_n* od punktu *n-1*.

p_{n+1} — skrajne obciążenie jednostkowe warstwy trójkątnej, leżącej na odkształconej przęsa *n+1*. Ostrze trójkąta zwraca się ku punktowi *n+1* i leży w odległości poziomej *r_{n+1}* od tegoż punktu. Pionowy bok *p_{n+1}* trójkąta tkwi pomiędzy ostrzem a punktem *n* w odległości poziomej *w_{n+1}* od punktu *n+1*.

Wzory Clerc'a i Clapeyron'a będą więc miały kształt następujący:

$$y'_n = \frac{y_{n-1} - y_n}{l_n} - \frac{1}{6EI_n} \left\{ l_n M_{n-1} + 2l_n M_n - \right. \\ \left. - \sum \frac{P_n a_n}{l_n} (l_n^2 - a_n^2) - \sum \frac{N_n}{l_n} (3c_n^2 - l_n^2) - \sum \frac{q_n}{4l_n} (f_n^2 - e_n^2) \right\} \times$$

$$\begin{aligned} & \times (2l_n^2 - f_n^2 - e_n^2) - \sum \frac{p_n (s_n - r_n)}{2l_n} \left[(2s_n + r_n) \left(\frac{l_n^2}{3} - \frac{s_n^2}{5} \right) - \frac{r_n}{10} (r_n + s_n)^2 \right] \\ y'_n &= \frac{y_n - y_{n+1}}{l_{n+1}} + \frac{1}{6EI_{n+1}} \left\{ 2l_{n+1}M_n + l_{n+1} \lambda'_{n+1} - \right. \\ & - \sum \frac{P_{n+1} b_{n+1}}{l_{n+1}} (l_{n+1}^2 - b_{n+1}^2) - \sum \frac{N_{n+1}}{l_{n+1}} (l_{n+1}^2 - 3d_{n+1}^2) - \\ & - \sum \frac{q_{n+1}}{4l_{n+1}} (h_{n+1}^2 - g_{n+1}^2) (2l_{n+1}^2 - h_{n+1}^2 - g_{n+1}^2) - \\ & \left. - \sum \frac{p_{n+1} (w_{n+1} - t_{n+1})}{2l_{n+1}} \left[(2w_{n+1} + t_{n+1}) \left(\frac{l_{n+1}^2}{3} - \frac{w_{n+1}^2}{5} \right) - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{t_{n+1}}{10} (w_{n+1} + t_{n+1})^2 \right] \right\} \\ 6E \left[\frac{y_{n-1} - y_n}{l_n} + \frac{y_{n+1} - y_n}{l_{n+1}} \right] &= \frac{l_n}{I_n} M_{n-1} + \\ & + 2 \left[\frac{l_n}{I_n} + \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} \right] M_n + \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} M_{n+1} - \\ & - \sum \frac{P_n a_n}{l_n I_n} (l_n^2 - a_n^2) - \sum \frac{P_{n+1} b_{n+1}}{l_{n+1} I_{n+1}} (l_{n+1}^2 - b_{n+1}^2) - \\ & - \sum \frac{N_n}{l_n I_n} (3c_n^2 - l_n^2) - \sum \frac{N_{n+1}}{l_{n+1} I_{n+1}} (l_{n+1}^2 - 3d_{n+1}^2) - \\ & - \sum \frac{q_n}{4l_n I_n} (f_n^2 - e_n^2) (2l_n^2 - f_n^2 - e_n^2) - \\ & - \sum \frac{q_{n+1}}{4l_{n+1} I_{n+1}} (h_{n+1}^2 - g_{n+1}^2) (2l_{n+1}^2 - h_{n+1}^2 - g_{n+1}^2) - \\ & - \sum \frac{p_n (s_n - r_n)}{2l_n I_n} \left[(2s_n + r_n) \left(\frac{l_n^2}{3} - \frac{s_n^2}{5} \right) - \frac{r_n}{10} (r_n + s_n)^2 \right] - \\ & - \sum \frac{p_{n+1} (w_{n+1} - t_{n+1})}{2l_{n+1} I_{n+1}} \left[(2w_{n+1} + t_{n+1}) \left(\frac{l_{n+1}^2}{3} - \frac{w_{n+1}^2}{5} \right) - \right. \\ & \left. - \frac{t_{n+1}}{10} (w_{n+1} + t_{n+1})^2 \right]. \end{aligned}$$

Gdy obciążenia trójkątne zwrócone są ostrzami ku punktowi n , odpowiednie wyrazy wzorów należy brać ze znakiem odwrotnym. Moment zewnętrzny N , przyłożony do punktu n , należy zaliczać do przęśła $n + 1$, to jest zawsze do następnego (w kierunku wzrostu momentów).

W szczególnym wypadku, gdy punkt n jest podparty, pionowy odpór podparcia wyrazi się wzorem:

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{M_{n-1}}{l_n} - \left[\frac{1}{l_n} + \frac{1}{l_{n+1}} \right] M_n + \frac{M_{n+1}}{l_{n+1}} - \sum \frac{P_n a_n}{l_n} - \\ & - \sum \frac{P_{n+1} b_{n+1}}{l_{n+1}} + \sum \frac{N_n}{l_n} - \sum \frac{N_{n+1}}{l_{n+1}} - \sum \frac{q_n}{2l_n} (f_n^2 - e_n^2) - \\ & - \sum \frac{q_{n+1}}{2l_{n+1}} (h_{n+1}^2 - g_{n+1}^2) - \sum \frac{p_n (s_n - r_n)}{6l_n} (r_n + 2s_n) - \\ & - \sum \frac{p_{n+1}}{6l_{n+1}} (w_{n+1} - t_{n+1}) (t_{n+1} + 2w_{n+1}). \end{aligned}$$

2. W wypadku zginania mimośrodkowego, obieram ten sam układ osi oraz kierunek wzrostu momentów, sprzeczny z kierunkiem osi X . Obciążenie lewej części belki, łącznie z obciążeniem przyłożonym do punktu i , da dla tego punktu wypadkową siłę pionową Q_i , poziomą S_i i moment M_i . Zatem S_i sta-

nowi sumę siły osiowej panującej tuż przed punktem i oraz składowej siły skupionej, przyłożonej do tego punktu, oznacza przeto siłę osiową poziomą tuż za punktem i . Tak samo M_i stanowi sumę momentu gnącego, panującego tuż przed punktem i oraz momentu, panującego w tym punkcie, a więc zewnętrznego, lub wywołanego sprzeciwem podpory, oznacza przeto moment gnący tuż za punktem i . Idąc dalej w obranym kierunku wzrostu momentów, wyodrębniam drugi punkt $i + 1$ i zakładam, że odcinek ($i, i + 1$), czyli przeszło $i + 1$, na całej swej długości dźwiga jeno warstwę pionową obciążenia jednostkowego stałego q_{i+1} . W punkcie $i + 1$ panuje natomiast siła skupiona, lub moment, lub też zachodzi nagle zmiana obciążenia q_{i+1} . Przez M_{i+1} oznaczam moment gnący tuż przed punktem $i + 1$. Wobec poczynionych założeń, współrzędne x, y, y' punktu bieżącego odkształconej w przęśle $i + 1$ wyrażą się następującymi wzorami:

dla siły osiowej S_i rozciągającej dodatniej:

$$\begin{aligned} S_i y' &= \frac{M_{i+1} - M_i - S_i (y_{i+1} - y_i)}{l_{i+1}} - \frac{q_{i+1}}{2} (2x - \\ & - x_i - x_{i+1}) + \frac{n}{\sinh nl_{i+1}} \left[\left(M_i + \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \cosh n (x - \right. \\ & \left. - x_{i+1}) - \left(M_{i+1} + \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \cosh n (x_i - x) \right], \\ S_i y &= S_i y_i - M_i - \frac{M_{i+1} - M_i - S_i (y_{i+1} - y_i)}{l_{i+1}} (x_i - \\ & - x) - \frac{q_{i+1}}{n^2} - \frac{q_{i+1}}{2} (x_i - x) (x_{i+1} - x) + \\ & + \frac{1}{\sinh nl_{i+1}} \left[\left(M_i + \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \sinh (x - x_{i+1}) + \right. \\ & \left. + \left(M_{i+1} + \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \sinh (x_i - x) \right] \end{aligned}$$

a dla siły S_i ściskającej, również dodatniej:

$$\begin{aligned} S_i y' &= \frac{M_i - M_{i+1} - S_i (y_{n+1} - y_i)}{l_{i+1}} + \\ & + \frac{q_{i+1}}{2} (2x - x_i - x_{i+1}) - \\ & - \frac{n}{\sin nl_{i+1}} \left[\left(M_i - \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \cos n (x - x_{i+1}) - \right. \\ & \left. - \left(M_{i+1} - \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \cos n (x_i - x) \right], \\ S_i y &= S_i y_i + M_i + \frac{M_{i+1} - M_i + S_i (y_{i+1} - y_i)}{l_{i+1}} (x_i - x) - \\ & - \frac{q_{i+1}}{n^2} + \frac{q_{i+1}}{2} (x_i - x) (x_{i+1} - x) - \\ & - \frac{1}{\sin nl_{i+1}} \left[\left(M_i - \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \sin n (x - x_{i+1}) + \right. \\ & \left. + \left(M_{i+1} - \frac{q_{i+1}}{n^2} \right) \sin n (x_i - x) \right]. \end{aligned}$$

Wyżej S_i oznacza wartość bezwzględna siły osiowej;

$$n = \sqrt{\frac{S_i}{EI_{n+1}}}$$

3. Wzory powyższe, w myśl mej wzmianki, ogłoszonej w „Przeł. Techn.” (1923, str. 380) oddają cenne usługi przy rozwiązywaniu praktycznych zagadnień z dziedziny zginania belek i obliczania ram.

Wyznaczanie ugięcia wału o kilku średnicach nie nastęrcza żadnych trudności.

Przy obliczaniu statycznym szyny, jako belki na podporach wzorowo sprężystych, wzory te prowadzą do wyników ogólnych. Na str. 714 zeszlórocznego „Przeł. Techn.” podałem wzory dla obciążenia siłą pionowego nacisku koła, w założeniu podpór, dających tylko sprzeczny pionowe V_n). Łatwo można również uwzględnić działanie siły poziomej w punkcie dotyku koła. Narazie podaję ostateczne wzory dla obciążenia szyny pionowym naciskiem koła w założeniu podpór dających odpory pionowe V_n oraz momenty sprzeczny N_n .

Szyna stanowi belkę stałego przekroju o nieskończonej liczbie przęseł jednakowej długości l . Siła P działa w przęśle zerowym, w odległości al od jego podpory lewej oraz $bl = (1-a)l$ od prawej. Punkty podparcia ponad podkładami znakują kolejno wskaźnikami $n = 1, 2, \dots, \infty$ w obie strony, począwszy od przęsla zerowego, obciążonego. Siła P wzbudza odpory pionowe $V_n = -cy_n$, oraz momenty sprzeczny $N_n = -\partial y'_n$ podpór. Tutaj y_n ma oznaczać ugięcie punktu podparcia n , a zaś y'_n — kąt nachylenia stycznej odkształconej ku osi X w tym punkcie. Przez c i ∂ oznaczam odpowiednie współczynniki sprężystości, jednakowe dla wszystkich podpór.

W założeniu prawego kierunku wzrostu momentów, pionowe odpory lewe będą:

$$V_n = \frac{1}{l} [M_{n+1} - 2M_n + M_{n-1} + N_{n+1} - N_n], \text{ prawe zaś:}$$

$$V'_n = \frac{1}{l} [M'_{n-1} - 2M'_n + M'_{n+1} + N'_{n-1} - N'_n],$$

przyczem $n = 1, 2, \dots, \infty$.

Lewy odpór pionowy przęsla zerowego:

$$V_0 = \frac{1}{l} [M_1 - 2M_0 + M'_0 + N_1 - N_0 - Plb].$$

$$\text{Prawy: } V'_0 = \frac{1}{l} [M_0 - 2M'_0 + M'_1 + N_0 - N'_0 - Pa].$$

Lewe momenty sprzeczny podpór:

$$N_n = Plw e^{-sn} [C \sin rn + D \cos rn],$$

prawe zaś: $N'_n = Plw e^{-sn} [C' \sin rn + D' \cos rn]$,
gdzie $n = 0, 1, 2, \dots, \infty$.

Lewe momenty gnące tuż przed punktami n podparcia będą:

$$M_n = Ple^{-sn} [A \sin rn + B \cos rn], \text{ prawe: } M'_n = \\ = Ple^{-sn} [A' \sin rn + B' \cos rn], \text{ przyczem } n = \\ = 0, 1, 2, \dots, \infty. \text{ W tych wzorach}$$

$$A = \frac{1}{e^s \sin r} \left\{ b + \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{e^s \cos r - 1}{\cosh s - \cos r} p + \frac{e^s \cos r + 1}{\cosh s + \cos r} q \right] \right\},$$

$$A' = \frac{1}{e^s \sin r} \left\{ a(1+wa) + \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{e^s \cos r - 1}{\cosh s - \cos r} p - \frac{e^s \cos r + 1}{\cosh s + \cos r} q \right] \right\},$$

$$B = \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{p}{\cosh s - \cos r} + \frac{q}{\cosh s + \cos r} \right],$$

*) Przy sposobności prostuję błędy drukarskie. Winno być na str. 715:

$$p = 3 - e^{-2s} - 2e^s \cos r - m(1-3ab) \\ q = (b-a) [1 + e^{-2s} - 2e^s \cos r - m(1-ab)].$$

$$B' = \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{p}{\cosh s - \cos r} - \frac{q}{\cosh s + \cos r} \right],$$

$$C = \frac{1}{e^s \sin r} \left\{ b + \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{e^s \cos r - 1}{\cosh s - \cos r} p' + \frac{e^s \cos r + 1}{\cosh s + \cos r} q' \right] \right\},$$

$$C' = \frac{1}{e^s \sin r} \left\{ -a^2 + \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{e^s \cos r - 1}{\cosh s - \cos r} p' - \frac{e^s \cos r + 1}{\cosh s + \cos r} q' \right] \right\}.$$

$$D = \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{p'}{\cosh s - \cos r} + \frac{q'}{\cosh s + \cos r} \right],$$

$$D' = \frac{1}{8 \sinh s} \left[\frac{p'}{\cosh s - \cos r} - \frac{q'}{\cosh s + \cos r} \right],$$

$$p = 3 - m(1-3ab) - e^{-2s} - 2e^s \cos r + \\ + w [2 + (3 + 2w - ma - e^{-2s} - 2e^s \cos r) a^2],$$

$$q = (b-a) [1 - m(1-ab) + e^{-2s} - 2e^s \cos r] - \\ - wa [4 + (1 + 2w - ma + e^{-2s} - 2e^s \cos r) a],$$

$$p' = (b-a) [3 + 2w - m(1-ab) - e^{-2s} - 2e^s \cos r], \\ q' = 4 - m(1-3ab) + (1-2ab) (1 + 2w + e^{-2s} - 2e^s \cos r).$$

W tych wzorach: $m = \frac{cl^3}{6EI}$, $w = \frac{\partial l}{2EI}$, gdzie

E oznacza współczynnik sprężystości podłużnej tworzywa szyny, I — jej moment bezwładności.

Stale r, s określa się ze wzorów:

$$\cos r = \sqrt{1 + \frac{1}{2} w + \frac{1}{8} m + \frac{1}{16} w m} - \sqrt{\frac{3}{8} m + \frac{1}{16} w m}$$

$$\cos hs = \sqrt{1 + \frac{1}{2} w + \frac{1}{8} m + \frac{1}{16} w m} + \sqrt{\frac{3}{8} m + \frac{1}{16} w m}$$

Gdy $w = 0$, wszystkie $N_n = N'_n = 0$, reszta — jak na wskazanej wyżej str. 714.

Nowe wydawnictwa.

Zarządzanie zakładem wytwórczym. F. W. Taylor. Tłom. J. Szumlakowskiej. Wyd. Inst. Nauk, Organizacji, Warszawa, 1926. Str. 261. Cena zł. 6.—.

Naukowa organizacja w gospodarstwie domowym. Christine Frederick. Z przedmową i zakończeniem Prof. H. Le Chatelier. Przekł. M. Romanowej. Wyd. Inst. Nauk, Organizacji, Warszawa, 1926. Str. 217. Cena zł. 6.80.

The Metallography and Heat-Treatment of Iron and Steel. Albert Saurer, Gordon McKay Professor of Metallurgy and Metallography in Harvard. Wyd. 3-cie. Str. 535 z 463 rys. Wyd. McGraw Hill Publ. Co. Ltd. Londyn. Cena 2 f. st.

English and American Tool Builders, Joseph Wickham Roe, Professor of Industrial Engineering, New York University. Str. 315 z 57 rys. Wyd. McGraw Hill Publ. Co. Londyn. Cena 20 szyl.

Metallographic Researches. Based on the Course of Lectures Delivered in the United States in 1925. Carl Benedicks. Londyn. McGraw Hill Co. Cena 20 szyl.

Engineering Metallurgy. A Textbook for Users of Metals. B. Stoughton i A. Butts. Londyn. McGraw Hill Co. Cena 20 szyl.

Holz im Hochbau. H. Bronneck. Str. 388 + rys. 415. J. Springer, Wiedeń. Cena RM. 22.20.