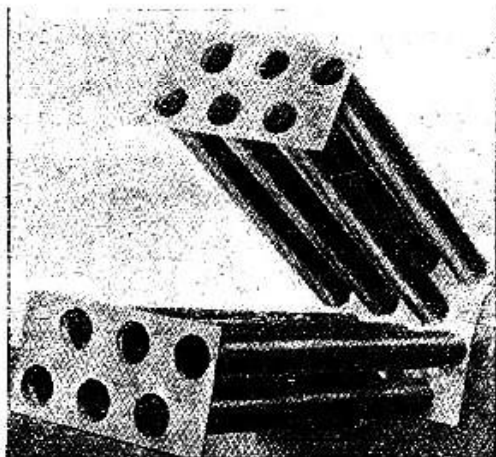


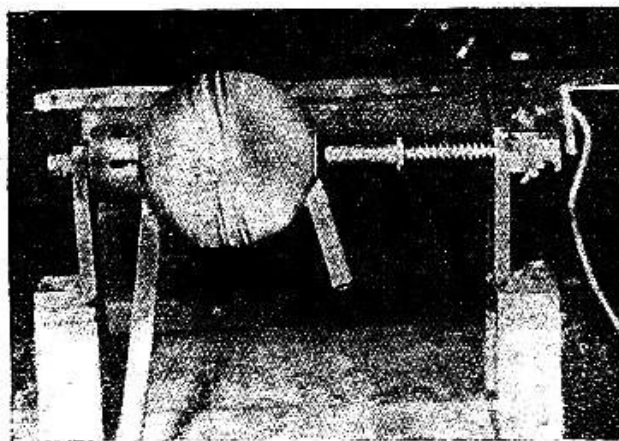
Алюминий и дуралюмин свариваются легко, но тоже требуют флюсов. Молибден, серебро, вольфрам свариваются удовлетворительно. Вообще металлы, имеющие более низкую температуру плавления, требуют и более низкой силы тока.

На фиг. 6—10 изображены различные примеры атомно-водородной сварки.

Авиационная техника требует от сварочных работ очень высокого качества и стремится получить шов наивысших механических свойств



Фиг. 9. Дымогарные трубки, выполненные при помощи сварки атомным водородом



Фиг. 10. Стальной полый шар, изготовленный при помощи сварки атомным водородом

при минимальном весе конструкции. Поэтому применение лэнгмюровского метода сварки при особо ответственных сварочных работах в авиационной области, несомненно, имеет интерес, и необходимы практические шаги в этом направлении.

РЕФЕРАТЫ И ОБЗОРЫ

К вопросу о расчете неравномерно нагруженного многопролетного лонжерона постоянного сечения *

Центральный аэрогидродинамический институт

Проф. М. А. Лаврентьев

При расчете аэропланов на прочность инженеру часто приходится сталкиваться с расчетом неравномерно нагруженной многопролетной балки (лонжерона). По этой причине мы считаем целесообразным изложить схему такого расчета¹⁾ для случая лонжерона постоянного сечения.

В конце заметки рассматривается частный пример, для которого даются окончательные формулы.

1. *Постановка задачи, обозначения.* Требуется определить изгибающие моменты и прогибы пролетов многопролетной балки при следующих условиях: 1) балка прямолинейна и момент инерции нормального сечения каждого пролета постоянен, 2) оба конца балки лежат на опорах, 3) на каждый пролет балки действуют данные

* По недостатку места в основном отделе настоящая статья помещается в отделе „Рефераты и обзоры“; статья является оригинальной.

¹⁾ Расчет ведется на основе формул строительной механики и, следовательно, на основе тех гипотез, которые там приняты.

центрально приложенные сжимающие силы, 4) каждый пролет подвергается действию данной поперечной неравномерно-распределенной нагрузки, 5) на каждом конце балки известно линейное соотношение между моментом и тангенсом угла наклона упругой линии¹⁾, 6) разность изгибающего момента в начале следующего пролёта задана для каждой точки балки, лежащей на промежуточной опоре²⁾.

В соответствии с постановкой задачи введем теперь, обычные для строительной механики, обозначения:

l_1, l_2, \dots, l_n —длины отдельных пролетов,

E_k, I_k —модуль упругости и момент инерции нормального сечения k -го пролета,

S_k —сжимающая сила на k -м пролете,

x, y —прямоугольные координаты, при чем за ось x принимается (недеформированная) ось балки, начало координат помещается в начале пролета l_1 ; кроме того система выбрана так, что все точки балки имеют положительные абсциссы,

$q = q(x)$ —плотность поперечной нагрузки³⁾,

M_0 —изгибающий момент, создаваемый только поперечными силами,

M_{k1}, M_{k2} —изгибающие моменты левого и правого конца k -го пролета,

$M_k = M_{k2} - M_{(k+1)1}$ —заданная разность моментов в точке опоры,

$\varphi_{k1}, \varphi_{k2}$ —углы, образованные касательной к упругой линии с осью x -ов в левом и правом конце k -го пролета.

2. *Один пролет.* Рассмотрим предварительно k -й пролет балки. Как известно, при введенных обозначениях, искомый изгибающий момент M удовлетворяет следующему дифференциальному уравнению:

$$\frac{d^2 M}{dx^2} + \alpha_k^2 M = q, \quad (1)$$

где

$$\alpha_k^2 = \frac{S_k}{E_k I_k}$$

Общий интеграл линейного уравнения (1) будет⁴⁾:

$$M = C_1 \cos \alpha (x - x_{k-1}) + C_2 \sin \alpha (x - x_{k-1}) - \frac{\cos \alpha (x - x_{k-1})}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^x q \cos \alpha (x - x_{k-1}) dx + \\ + \frac{\sin \alpha (x - x_{k-1})}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^x q \sin \alpha (x - x_{k-1}) dx, \quad (2)$$

где C_1 и C_2 —произвольные постоянные, $x_k = l_1 + l_2 + \dots + l_k$ ($k=1, 2, 3, \dots, n$) $x_0 = 0$, и где, кроме того, для простоты отброшен значок k при α .

Произвольные постоянные C_1 и C_2 можно выразить через изгибающие моменты M_{k1}, M_{k2} в концах пролета. В самом деле, в силу (2) при $x = x_{k-1}, x_k$:

$$M = M_{k1} = C_1$$

$$M = M_{k2} = C_1 \cos \alpha l_k + C_2 \sin \alpha l_k - \frac{\cos \alpha l_k}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^{x_k} q \cos \alpha (x - x_{k-1}) dx + \\ + \frac{\sin \alpha l_k}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^{x_k} q \sin \alpha (x - x_{k-1}) dx \quad (3)$$

1) Вид этого соотношения зависит от способа закрепления концов балки.

2) Эта разность бывает отлична от нуля, когда сжимающие силы нецентральны.

3) Для простоты будем предполагать, что $q(x)$ —непрерывна.

4) Подольский, Строительная механика аэропланов, стр. 11.

Отсюда:

$$C_1 = M_{k1}$$

$$C_2 = \frac{M_{k2} - M_{k1} \cos \alpha l_k}{\sin \alpha l_k} + \frac{\cotg \alpha l_k}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^{x_k} q \cos \alpha (x - x_{k-1}) dx - \\ - \frac{1}{\alpha} \int_{x_{k-1}}^{x_k} q \sin \alpha (x - x_{k-1}) dx \quad (4)$$

Подставляя найденные значения C_1 и C_2 в (2), мы получим изгибающий момент в любом сечении, выраженный через изгибающие моменты в концах пролета.

Найдем теперь уравнение упругой линии. Для этой цели воспользуемся известным уравнением

$$M = M_{k1} + \frac{M_{k2} - M_{k1}}{l_k} (x - x_{k-1}) + M_o - S_k y,$$

где y есть ордината точки упругой линии, M_o — момент, вызванный только поперечными нагрузками:

$$M_o = - (x - x_{k-1}) \left[\int_{x_{k-1}}^x q dx - \frac{1}{l_k} \int_{x_{k-1}}^x (x - x_{k-1}) q dx \right] + \\ + \int_{x_{k-1}}^x (x - t) q dt = - P_k (x - x_{k-1}) + \int_{x_{k-1}}^x (x - t) q dt,$$

где положено

$$P_k = \int_{x_{k-1}}^x q dx - \frac{1}{l_k} \int_{x_{k-1}}^x (x - x_{k-1}) q dx$$

Отсюда:

$$y = \frac{1}{S_k} \left\{ M_{k1} + \frac{M_{k2} - M_{k1}}{l_k} (x - x_{k-1}) - P_k (x - x_{k-1}) + \right. \\ \left. + \int_{x_{k-1}}^x (x - t) q dt - M \right\}, \quad (5)$$

где вместо M должно быть подставлено его выражение из (2) и (4).

Пользуясь (5), найдем:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_{k1} &= \left[\frac{dy}{dx} \right]_{x=x_{k-1}} = \frac{1}{S_k} \left\{ \frac{M_{k2} - M_{k1}}{l_k} - \frac{dM}{dx} - P_k \right\}_{x=x_{k-1}} \\ \operatorname{tg} \varphi_{k2} &= \left[\frac{dy}{dx} \right]_{x=x_k} = \frac{1}{S_k} \left\{ \frac{M_{k2} - M_{k1}}{l_k} - \int_{x_{k-1}}^x q dx - P_k - \frac{dM}{dx} \right\}_{x=x_k} \end{aligned} \right\} (6)$$

1) Это выражение получается на основании следующих соображений: первое слагаемое есть момент, вызванный реакцией левой опоры; эта реакция вычисляется по обычным правилам сложения и разложения параллельных сил, считая, что k -й пролет изолирован; второе слагаемое есть момент, создаваемый поперечными нагрузками, действующими на k -й пролет слева от точки x .

Вставив в первые два уравнения (7) вместо $\operatorname{tg} \varphi_{n1}$ и $\operatorname{tg} \varphi_{n2}$ их выражения из (6') нашу задачу приведем окончательно к решению следующей системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} (B_1 + A_1 A_{11}) M_{11} + (A_1 A_{12}) M_{12} + (C_1 + A_1 A_{13}) &= 0 \\ (A_2 B_{n1}) M_{n1} + (B_2 + A_2 A_{n2}) M_{n2} + (C_2 + A_2 B_{n3}) &= 0 \\ M_{k2} - M_{(k+1)1} - M_k &= 0 \\ B_{k1} M_{k1} + B_{k2} M_{k2} - A_{(k+1)1} M_{(k+1)1} - A_{(k+1)2} M_{(k+1)2} + [B_{k3} - A_{(k+1)3}] &= 0 \end{aligned} \right\} (9)$$

(где $k=1, 2, \dots, n-1$)

Или, вводя коэффициенты a и b и умножая на 6, будем иметь:

$$\left. \begin{aligned} \left(6B_1 - A_1 \frac{2l_1 b_1}{E_1 I_1}\right) M_{11} - A_1 \frac{l_1 a_1}{E_1 I_1} M_{12} + 6(C_1 + A_1 A_{13}) &= 0 \\ A_2 \frac{l_n a_n}{E_n I_n} M_{n1} + \left(6B_2 - A_2 \frac{l_n a_n}{E_n I_n}\right) M_{n2} + 6(C_2 + A_2 B_{n3}) &= 0 \\ M_{k2} - M_{(k+1)1} - M_k &= 0 \\ \frac{l_k a_k}{E_k I_k} M_{k1} + 2 \frac{l_k b_k}{E_k I_k} M_{k2} + 2 \frac{l_{k+1} b_{k+1}}{E_{k+1} I_{k+1}} M_{(k+1)1} + \frac{l_{k+1} a_{k+1}}{E_{k+1} I_{k+1}} M_{(k+1)2} + \\ + (B_{k3} - A_{(k+1)3}) &= 0 \end{aligned} \right\} (9')$$

Пример

В качестве примера рассмотрим двухпролетную балку, находящуюся в следующих условиях: 1) длина балки $2l$, концы ее лежат на опорах и принадлежат горизонтальной прямой (оси x); 2) имеется опора по середине балки, лежащая также на оси x ; 3) принимая начало координат в левом конце балки, считаем, что плотность нагрузки задана уравнением: $q = m \sin(\rho x + v)$; 4) относительно моментов предполагаем: $M_{11} = 0$, $M_{12} = M_{21}$, и считаем, что M_{23} —задано; 5) сжимающие усилия приложены центрально в левой и в правой опорах и равны заданной величине S ; 6) балка однородна: E и I —величины постоянные и заданные.

Для определения изгибающего момента M в любом сечении, в силу формул 2) и (4) и условий задачи, достаточно определить момент M_{12} , который можно найти в силу общих соотношений (9):

$$\frac{l a_1}{EI} M_{11} + 2 \frac{l b_1}{EI} M_{12} + 2 \frac{l b_2}{EI} M_{21} + \frac{l a_2}{EI} M_{22} + (B_{13} - A_{23}) = 0$$

В силу условий задачи это уравнение упрощается: $M_{21} = M_{12}$, $M_n = 0$. Имеем:

$$M_{12} = M_{21} = \frac{1}{2(b_1 + b_2)} \cdot \frac{EI}{l} \cdot \left\{ A_{23} - B_{13} - \frac{l M_{22}}{EI} a_2 \right\}$$

Здесь b_1 , b_2 , a_2 определяются непосредственно по формулам (6''') и коэффициенты A_{23} и B_{13} можно вычислить в зависимости от заданной поперечной нагрузки по формулам (6''), которые в нашем случае примут вид:

$$\begin{aligned} A_{23} = & \frac{1}{S} \left\{ \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha l} \int_l^{2l} m \sin(\rho x + v) \cos \alpha(x-l) dx + \right. \\ & \left. + \int_l^{2l} m \sin(\rho x + v) \sin \alpha(x-l) dx + \frac{m \sin(\rho l + v)}{\alpha} - P_2 \right\} \\ B_{13} = & \frac{1}{S} \left\{ -\frac{1}{\sin \alpha l} \int_0^l m \sin(\rho x + v) \cos \alpha x dx + \right. \\ & \left. + \frac{\cos(2\alpha l)}{\alpha} \frac{m \sin(\rho l + v)}{1} - \int_0^l m \sin(\rho x + v) dx - P_1 \right\}, \end{aligned}$$

где:

$$a = \sqrt{\frac{S}{EI}}$$

$$P_1 = \int_0^l m \sin(\rho x + v) dx - \frac{1}{l} \int_0^l x \cdot m \sin(\rho x - v) dx$$

$$P_2 = \int_l^{2l} m \sin(\rho x + v) dx - \frac{1}{l} \int_l^{2l} (x - l) \cdot m \sin(\rho x + v) dx$$

Напряжения в деталях двигателей внутреннего сгорания

(Beanspruchungen an Verbrennungskraftmaschinen. Dipl.-Ing. A s t e r. Automobiltechnische Zeitschrift, № 25, 1930)

Реферат инж.-техн. В. А. Пивовара

Приводимые в справочниках и специальных руководствах величины допустимых напряжений в различных деталях двигателей внутреннего сгорания очень часто значительно отличаются между собою.

Считаясь с неудобством такого положения, автор, пользуясь по возможности простыми соотношениями и формулами, произвел сравнительные подсчеты для ряда деталей приблизительно 30 стационарных, простого действия двигателей¹⁾ с постоянным давлением (при диаметре цилиндра до 400 мм), а также для ряда деталей 60 легких двигателей²⁾.

Хотя в распоряжении автора при производстве подсчетов были оригинальные чертежи соответствующих фирм, нельзя претендовать в отдельных случаях на абсолютную точность. Однако, она является вполне достаточной для поставленной задачи.

В отношении формул, данных и т. п. приведенных в таблице (см. стр. 42—45), необходимо предпослать следующие замечания.

В каждой графе приведены три числа, как, например, 4,0 (3,7—4,8). Число, стоящее первым, является средней величиной, в то время как числа, заключенные в скобки, представляют нижнее и верхнее значения чисел, найденных подсчетом.

К п. 1. Для горизонтальных двигателей отношение хода к диаметру $S:D$ равно приблизительно 1,6.

К п. 2. Формула для определения толщины стенки цилиндра

$$S_{\eta} = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{\eta} + 0,4 p_{max}}{\sigma_{\eta} - 1,3 p_{max}}} - 1 \right)$$

выведена из обычной формулы Баха

$$R_a = R_1 \sqrt{\frac{\sigma_{\eta} + 0,4 p_1}{\sigma_{\eta} - 1,3 p_1}}$$

служащей для расчета полых цилиндров, подверженных давлению. В этой формуле:

R_1 заменено на $\frac{D}{2}$, где D —диаметр поршня,

$(R_a - R_1)$ заменено на толщину S_{η} стенки цилиндра,

p_1 заменено на p_{max} , являющееся максимальным давлением взрыва.

¹⁾ Моторы следующих фирм: Starke und Hoffmann, Linke-Hoffmann-Busch, Motorenwerke Mannheim, Granzer Waggonfabrik, Deutsche Werke, Görlitzer Maschinenfabrik, Deutz, Körting, Hatz, Modag, Christoph und Unmack, AEG и т. д.

²⁾ Моторы следующих фирм: Hanomag, Opel, Mercedes-Benz, Stoewer, Adler, Minerva, Brennabor, Audi, Chevrolet, Packard, Maybach, Hansa-Lloyd, Daag, Mann, Horch, Henschel, Krupp, Kühne, BMW, Zündapp, Junkers, Isotta-Fraschini, Napier, Fiat, Lorraine, Genet, Siemens und BMW и т. д.