НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ СВАЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ В СВЯЗНЫХ И НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТАХ С УЧЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОНЫ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ

МОСКВА – 1983

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ СВАЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ В СВЯЗНЫХ И НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТАХ С УЧЕТОМ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОНЫ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ

МОСКВА – 1983

УДК 624.154

Настоящие Рекомендации предназначены для расчета свай по несущей способности и деформациям, с учетом упруго-пластичных свойств материала сваи и грунта. Рассматриваются стадии напряженно-деформированного состояния системы свая - грунт. Учитывается образование зоны предельного равновесия в верхней зоне грунта, окружающего сваю, форма которой зависит от вида грунта. Пластические свойства материала сваи учитываются образованием пластических шарниров.

Применение рекомендаций позволит в большинстве случаев сократить количество арматуры и бетона, что позволит сэкономить 8 тыс. руб. на 1000 $м^3$ свай.

Рекомендации разработаны сотрудниками НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова (канд.техн.наук Фаянс Б.Л.) и Харьковского Промстройниипроекта Госстроя СССР (кандидаты техн.наук Лучковский И.Я., Лекумович Г.С.), одобрены секцией Научно-технического совета НИИОСП и рекомендованы к изданию.

Рекомендации рассчитаны на инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Для ускорения внедрения в практику строительства последних достижений науки и техники и установления прямых связей между научно-исследовательскими и проектными организациями Госстрой СССР директивным письмом от 14.05.80 г. № ИИ 2410-15 разрешил при разработке рабочих чертежей применять рекомендации головных институтов Госстроя СССР до включения их в нормативные документы. При этом соответствующая часть проекта, в которую вошли разработки научно-исследовательских институтов, должны быть выполнены при консультации головного института НИИОСП или Харьковского Промстройниипроекта.

Все замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, НИИОСП.

© Ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова, 1983

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на расчет свай, свай-оболочек и свай-столбов (в дальнейшем именуемых для краткости общим названием "сваи") на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок и моментов.

Примечания: I. Свайные фундаменты зданий и сооружений, возводимых на вечномерзлых и просадочных грунтах, в сейсмических районах, подрабатываемых территориях, а также свайные фундаменты машин с динамическими нагрузками следует проектировать в соответствии с требованиями соответствующих глав СНиП. 2. Свайные фундаменты зданий и сооружений, возводимых на геологически неустойчивых площадках (на которых имеются или могут возникнуть оползни, карсты) и в других особых условиях, следует проектировать с учетом дополнительных требований, предъявляемых к строительству и эксплуатации зданий в указанных условиях.

I.2. Расчет свай на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок и моментов в соответствии со схемой, приведенной на рис.I, должен включать в себя:

а) расчет свай по деформациям, сводится к получению таких значений горизонтального перемещения головы сваи Δ_r и угла ее поворота φ, которые удовлетворяли бы следующим условиям:

$$\Delta_r \leqslant y_{np}; \qquad (I.I)$$

$$\varphi \leqslant \varphi_{np}, \qquad (I.2)$$

где Δ_r и φ – расчетные значения соответственно горизонтального перемещения головы сваи, м, и угла ее поворота, рад, определяемые в соответствии с указаниями п.I.8 настоящих Рекомендаций;

y_{np}, φ_{np} – предельно допустимые значения соответственно горизонтального перемещения головы сваи, м, и угла ее поворота, рад, устанавливаемые в задании на проектирование здания или сооружений;

б) расчет устойчивости грунта основания, окружающего сваю, выполняется в соответствии с п.3.4 настоящих Рекомендаций;

в) проверку сечения сваи по материалу по предельным состояниям первой и второй группы (прочности, образованию и раскрытию трещин) на совместное действие расчетных усилий: сжимающей (растягивающей) силы, изгибающего момента и перерезывающей силы. Указанный расчет сваи должен выполняться в зависимости от материала сваи в

соответствии с требованиями п.4.2 главы СНиП II-17-77.

Расчетные величины изгибающих моментов поперечных и продольных сил, действующих в различных сечениях сваи, должны определяться согласно требованиям п.п.3.1, 3.2 настоящих Рекомендаций.

В случае жесткой заделки сваи в ростверк, если исключается возможность поворота ее головы (например, жесткий ростверк с двумя и более рядами свай, установленных в направлении действия горизонтальной силы), в расчетах необходимо учитывать момент заделки $M = M_з$, действующий в месте сопряжения сваи с ростверком и определяемый в соответствии с указаниями п.3.2 настоящих Рекомендаций.

1.3. При расчете свай на горизонтальную нагрузку рассматриваются две стадии напряженно-деформированного состояния системы свая - грунт (рис.2,3):

а) первая стадия - свая и грунт работают как упругие тела;

б) вторая стадия - в верхней части грунта, окружающего сваю, образуется зона предельного равновесия (пластическая зона), с ростом нагрузки в свае образуются пластические шарниры (шарнир для одиночной сваи) и наступает предельное состояние.

1.4. На первой стадии грунт, окружающий сваю, рассматривается как упругая линейно-деформируемая среда, характеризующаяся коэффициентом постели C_z, Н/м^3.

Расчетное значение коэффициента постели C_z грунта по боковой поверхности сваи при отсутствии опытных данных допускается определять по следующим формулам:

а) для песчаных грунтов

$$C_z = K z, \qquad (1.3)$$

где K - коэффициент пропорциональности, Н/м^4, принимаемый в зависимости от характеристик грунта, окружающего сваю, по табл.1;

z - глубина расположения сечения сваи в грунте, м, для которой определяется коэффициент постели, по отношению к поверхности грунта при высоком ростверке или к подошве ростверка при низком ростверке;

б) для глинистых грунтов

$$C_z = C_0 + K z, \qquad (1.4)$$

где C_0 - коэффициент постели при $z = 0$, Н/м^4, принимаемый в

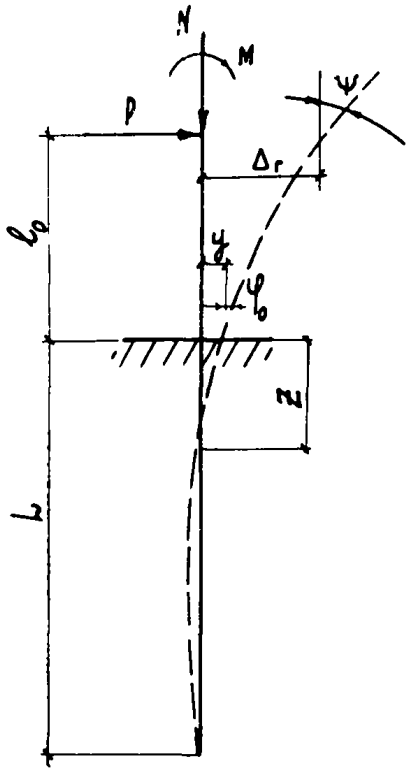

Рис. I.Схема нагрузок на сваю

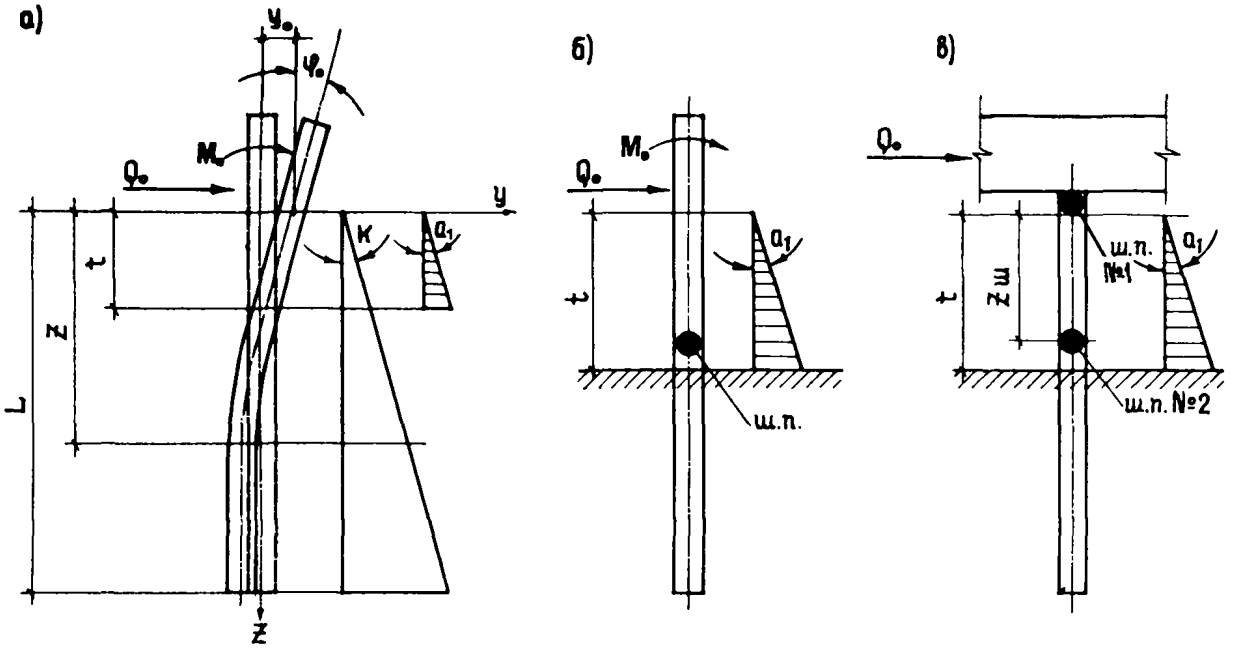

Рис. 2. Расчетная схема системы горизонтального нагружения свая-грунт (песчаный грунт)

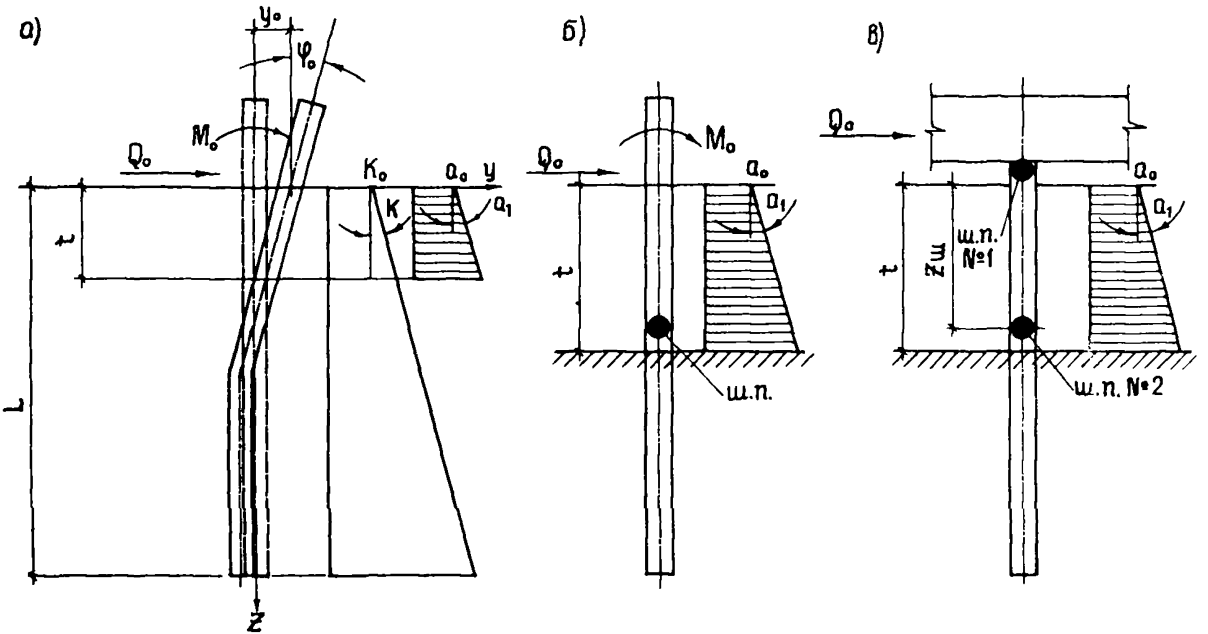

Рис. 3. Расчетная схема системы горизонтального нагружения свая-грунт (глинистый грунт)

зависимости от характеристик грунта, окружающего сваю, по табл.2. В формуле (I.4) K определяется по табл.2.

I.5. Расчетную величину давления на грунт σ_z, Н/м^3, боковой поверхности сваи в пределах пластической зоны грунта при отсутствии опытных данных допускается определять по следующим формулам:

а) для песчаных грунтов

$$\sigma_z = a_1 z, \qquad (I.5)$$

где a_1 – прочностный коэффициент пропорциональности, Н/м^3, принимаемый в зависимости от характеристик грунта по табл.I;

z – глубина расположения сечения сваи в грунте, м, в пределах длины пластической зоны t, м, для которой определяется напряжение σ_z по отношению к поверхности грунта при высоком ростверке или к подошве ростверка при низком ростверке;

б) для глинистых грунтов

$$\sigma_z = a_0 + a_1 z, \qquad (I.6)$$

где a_0 – начальный прочностный коэффициент при $z=0$, Н/м^2, принимаемый в зависимости от характеристик грунта, окружающего сваю, по табл.2. В формуле (I.6) определяется по табл.2.

I.6. За предельное состояние системы одиночная свая – грунт принимается образование на некоторой глубине (в пределах или на границе зоны предельного равновесия) пластического шарнира, в котором возникает момент M_T, Н/м, равный предельному изгибающему моменту, воспринимаемому поперечным сечением сваи. В случае заделки сваи в ростверк последовательно образуются два пластических шарнира – первый в месте заделки сваи в ростверк, второй – в пределах или на границе зоны предельного равновесия грунта. За предельное состояние системы принимается момент образования второго пластического шарнира.

I.7. Все расчеты свай следует выполнять применительно к приведенной глубине расположения сечения сваи в грунте $\bar{z}$, $\bar{z}$ и приведенной глубине погружения сваи в грунт $\bar{L}$, определяемых по формулам:

$$\bar{z} = \alpha_g z; \qquad (I.7)$$

$$\bar{\tau} = \alpha_g \tau; \qquad (I.8)$$

$$\bar{L} = \alpha_g L, \qquad (I.9)$$

где z – действительная глубина расположения сечения сваи в грунте в пределах упругой зоны грунта;

τ – то же, в пределах зоны предельного равновесия;

L – действительная глубина погружения сваи (ее нижнего конца) в грунт;

α_g – коэффициент деформации, 1/м, определяемый по формуле

$$\alpha_g = \sqrt[5]{\frac{K b_c}{E_\delta J}}, \qquad (I.10)$$

K – обозначение то же, что и в формулах (I.3), (I.4);

E_δ – начальный модуль упругости бетона сваи при сжатии и растяжении, Н/м^2, принимаемый в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций; для деревянных свай – модуль упругости древесины, принимаемый по нормам проектирования деревянных конструкций;

J – момент инерции поперечного сечения сваи, м^4;

b_c – условная ширина сваи, м, принимаемая равной: для свай-оболочек, а также свай-столбов и набивных свай с диаметром ствола 0,8 м и более $b_c = d + 1$ м, а для остальных видов и размеров сечений свай $b_c = 1{,}5d + 0{,}5$м;

d – наружный диаметр круглого, сторона квадратного или сторона прямоугольного сечения сваи в плоскости, перпендикулярной к действию нагрузки, м.

При определении условной ширины b_c для свай круглого сечения всех видов следует вводить в приведенные выше формулы коэффициент $K_\varphi = 0{,}9$, а для свай-оболочек, свай-столбов или набивных свай диаметром стволов 0,8 м и более, образующих в направлении действия внешней нагрузки один или несколько рядов, вводить в соответствующую формулу для определения условной ширины дополнительный коэффициент, принимаемый равным

$$k = k_1 + \frac{(1 - k_1) L_p}{2 (d + 1)}, \qquad (I.11)$$

но не более I.

Здесь k_1 – коэффициент, зависящий от числа n_p свай, расположенных в вертикальной плоскости, параллельной плоскости действия нагрузок (в одном ряду); при $n_p = 2$ $k_1 = 0{,}6$; при $n_p = 3$ $k_1 = 0{,}5$; при $n_p \geqslant 4$ $k_1 = 0{,}45$;

L_p – расстояние в свету (на уровне поверхности грунта) между сваями, м.

I.8. Расчетные значения горизонтального перемещения сваи в уровне подошвы ростверка Δ_r, м, и угол ее поворота φ, рад, следует определять по формулам:

$$\Delta_r = y_0 + \varphi_0 l_0 + \frac{P l_0^3}{3 E_б J} + \frac{M l_0^2}{2 E_б J}; \qquad (I.12)$$

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{P l_0^2}{2 E_б J} + \frac{M l_0}{E_б J}, \qquad (I.13)$$

где P и M – расчетные значения поперечной силы, Н, и изгибающего момента, Н·м, действующие со стороны ростверка на голову сваи (см.рис.I);

l_0 – длина участка сваи, м, равная расстоянию от подошвы ростверка до поверхности грунта;

$E_б$ и J – то же, что и в формуле (I.I0);

y_0 и φ_0 – горизонтальное перемещение, м, и угол поворота, рад, на уровне поверхности грунта при высоком ростверке, а при низком ростверке – на уровне его подошвы; определяются в соответствии с требованиями п.2.2 настоящих Рекомендаций.

Примечание. В настоящих Рекомендациях принимаются положительными: момент и горизонтальная сила, приложенные к голове сваи, если момент направлен по часовой стрелке, а сила – вправо; изгибающий момент и поперечная сила в сечении, если момент, передающийся от верхней условно отсеченной части сваи на нижнюю, направлен по часовой стрелке, а сила – вправо; горизонтальное смещение сечения сваи и его поворот, если смещение направлено вправо, а поворот – по часовой стрелке.

I.9. При наличии в пределах длины сваи нескольких слоев грунта разрешается для определения сопротивления грунта на боковой поверхности сваи пользоваться одним приведенным параметром грунта R, принимаемым в зависимости от грунтов, расположенных до глубины $l_к$, м.

$$\ell_к = 3{,}5\, d_1 + 1{,}5\,м,$$

где d_1 – наружный диаметр круглого, сторона квадратного или прямоугольного сечения сваи, параллельные плоскости действия нагрузки, м.

Если в пределах глубины $\ell_к$, отсчитываемой от поверхности грунта при высоком ростверке или от подошвы ростверка при низком ростверке, расположен один слой грунта, то приведенное значение R принимается равным значению, соответствующему этому грунту.

Если в пределах глубины $\ell_к$ расположено два слоя грунта, то приведенное значение R определяется по формуле

$$R = R_1 + (R_2 - R_1)\left(1 - \frac{\ell_1}{\ell_к}\right), \qquad (I.I4)$$

где ℓ_1 – толщина первого (верхнего) слоя грунта, м;

R_1 и R_2 – параметры грунта, принимаемые по табл.3,4 для грунтов первого и второго слоев.

2. РАСЧЕТ СВАЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

2.I. Горизонтальная сила $P_{гр}^{упр}$, Н, соответствующая предельной силе, отвечающей границе упругой и неупругой стадий работы системы свая – грунт, определяется по формуле:

$$P_{гр}^{упр} = \frac{\bar{P}_{гр}^{упр}\, a_1\, b_c}{\alpha_g^2}, \qquad (2.I)$$

где $\bar{P}_{гр}^{упр}$ – приведенное значение силы $P_{гр}^{упр}$, определяемое:

для песчаных грунтов по табл.3 в зависимости от приведенных величин $\bar{L}$ и $\bar{t}$, $\bar{E}$; $\bar{E} = \alpha_g E$; $E = \frac{M}{P}$,

для глинистых грунтов по табл.4 в зависимости от приведенных значений $\bar{L}$, $\bar{t}$, $\bar{a}_0$, $\bar{a}_1$;

$\bar{E}$ – приведенная глубина зоны предельного равновесия (пластической зоны), равная $\bar{t} = \alpha_g t$;

$\bar{a}_0$ – параметр, характеризующий соотношение прочностных характеристик грунта и определяемый по формуле

$$\bar{a}_0 = \frac{\mu}{1-\mu}; \qquad (2.2)$$

$$\mu = \frac{1}{1 + \frac{a_1 \cdot 1м}{a_0}}; \qquad (2.3)$$

$\bar{a}$ – параметр, характеризующий соотношение деформационных характеристик грунта и определяемый по формуле

$$\bar{a} = \frac{\xi}{1-\xi}; \qquad (2.4)$$

$$\xi = \frac{1}{1+\frac{K \cdot 1_M}{K_0}}; \qquad (2.5)$$

a_1 – то же, что в формуле (I.5);
a_0 – то же, что в формуле (I.6);
α_g – то же, что в формуле (I.I0);
K – то же, что в формуле (I.3);
K_0 – то же, что в формуле (I.4);
b_c – то же, что в формуле (I.I0).

2.2. Горизонтальное перемещение y_o, м, и угол поворота φ, рад, следует определять:

а) при $P \leqslant P_{гр}^{упр}$ (упругая стадия) по формулам

$$y_o = y_{o\,гр}^{упр} \cdot \frac{P}{P_{гр}^{упр}}; \qquad (2.6)$$

$$\varphi_o = \varphi_{o\,гр}^{упр} \cdot \frac{P}{P_{гр}^{упр}}, \qquad (2.7)$$

где $y_{o\,гр}^{упр}$ и $\varphi_{o\,гр}^{упр}$ – горизонтальное перемещение, м, и угол поворота, рад, соответствующие значению $P_{гр}^{упр}$, определяемые по формулам

$$y_o^{гр} = \bar{y}^{гр} \cdot \frac{a_1}{K}; \qquad (2.8)$$

$$\varphi_o^{гр} = \bar{\varphi}_o^{гр} \cdot \frac{a_1 \alpha_g}{K}, \qquad (2.9)$$

$\bar{y}_o^{гр}$, $\bar{\varphi}_o^{гр}$ – приведенные значения y_o и φ_o, определяемые по табл.3,4 при $\bar{t} = 0$;

б) при $P > P_{гр}^{упр}$ (вторая стадия) по формулам:

$$y_o = \bar{y} \frac{a_1}{K}; \qquad (2.10)$$

$$\varphi_o = \bar{\varphi} \frac{a_1 \alpha_g}{K}, \qquad (2.11)$$

где $\bar{y}$ и $\bar{\varphi}$ – соответственно приведенное перемещение и приведенный угол поворота сваи на уровне поверхности грунта, определяемые в зависимости от вида грунта и от приведенной силы $\bar{P}$ для песчаных грунтов по табл.3, для глинистых – по табл.4;

$$P = \frac{P \alpha_g^2}{b_c A_1}. \qquad (2.12)$$

3. РАСЧЕТ СВАЙ ПО ПРОЧНОСТИ

3.1. Расчетный изгибающий момент $M_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}$, Н·м, поперечную силу $Q_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}$, Н, действующие на приведенной глубине ($\bar{a}+\bar{t}+\bar{z}$) в сечении сваи, следует определять:

а) в первой стадии работы системы свая – грунт и в пределах упругой зоны грунта во второй стадии по формулам

$$M_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} = \frac{A_1 b_c}{\alpha_g^3}\left(y_o^{\varphi} A_3^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \bar{\varphi}_o^{\varphi} B_3^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + M_o^{\varphi} \cdot C_3^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + Q_o^{\varphi} D_3^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}\right); \qquad (3.1)$$

$$Q_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} = \frac{A_1 b_c}{\alpha_g^2}\left(\bar{y}_c^{\varphi} A_4^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \bar{\varphi}_o^{\varphi} B_4^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + M_o^{\varphi} C_4^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \bar{Q}_o^{\varphi} D_4^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}\right), \qquad (3$$

где $\bar{a}$ – приведенная длина ($\bar{a} = \alpha_g \frac{K_o}{K}$, где K_o и K определяются по табл.2);

$\bar{y}_o^{\varphi}, \bar{\varphi}_o^{\varphi}, \bar{M}_c^{\varphi}, \bar{Q}_o^{\varphi}$ – приведенные значения фиктивных начальных параметров, определяемые в зависимости от величины $\bar{P}$ и характеристик грунта по табл.3.4;

$A_3, B_3, C_3, D_3, A_4, B_4, C_4, D_4$ – коэффициенты, значения которых принимаются по табл.3 приложения к СНиП II-17-77 в зависимости от приведенной глубины сечения $\bar{z} = \bar{a} + \bar{t} + \bar{z}$;

б) во второй стадии работы системы свая – грунт в пределах длины пластической зоны t по формулам:

для песчаных грунтов

$$M_\tau = A_1 \tau b_c; \qquad (3.3)$$

$$Q_\tau = P - \frac{A_1 b_c}{2} \tau^2; \qquad (3.4)$$

для глинистых грунтов

$$M_z = M + P_z - \frac{a_0 b_c}{2} z^2 - \frac{a_1 b_c}{6} z^3, \qquad (3.5)$$

$$Q_z = P - a_0 b_c z - \frac{a_1 b_c}{2} z^2. \qquad (3.6)$$

3.2. Расчетный момент заделки M_3, Н.м, учитываемый при расчете свай, имеющих жесткую заделку в ростверк, которая исключает поворот головы сваи, следует определять по формуле

$$M_3 = -\bar{M} \frac{a_1 b_c}{\alpha_g^3}, \qquad (3.7)$$

где $\bar{M}$ – приведенный момент заделки, определяемый при $\bar{e} = 0$ по табл.3,4 в зависимости от характеристик грунта.

Знак минус означает, что при горизонтальной силе P, направленной слева направо, на голову сваи со стороны заделки передается момент, направленный против часовой стрелки.

Значение M_3 не должно превышать значение M_T – предельного изгибающего момента, воспринимаемого поперечным сечением сваи.

3.3. Предельную несущую способность системы свая – грунт следует определять по следующим формулам:

для песчаных грунтов

P_{npeq}, Н, для одиночной сваи определяется по формуле

$$P_{npeq} = \frac{a_1 b_c}{2} z_t^2, \qquad (3.8)$$

где z_t – расстояние, м, от поверхности грунта до местоположения пластического шарнира, которое определяется путем решения следующего кубического уравнения

$$z_t^3 + \frac{3}{2} E z_t^2 - \frac{3 M_T}{b_c a_1} = 0. \qquad (3.9)$$

В случае, если на сваю действует только горизонтальная сила, P_{npeq}, Н, следует определять по формуле

$$P_{npeq} = \sqrt[3]{a_1 b_c M_T^2}; \qquad (3.10)$$

– для свай, имеющей жесткую заделку в ростверк, P_{npeq} следует определять по формуле

$$P_{npeq} = 1{,}65 \sqrt[3]{a_1 b_c M_T^2}; \qquad (3.11)$$

– для глинистых грунтов

$P_{пред}$ (для одиночной сваи) определяется по формуле

$$P_{пред} = a_0 b_c z_t + \frac{a_0 b_c}{2} z_t^2, \qquad (3.12)$$

где z_t, м, может быть найдено из решения следующего кубического уравнения:

$$z_t^3 + \frac{3}{2}\left(\frac{a_0}{a_1} + E\right) z_t^2 + 3E \frac{a_0}{a_1} z_t - \frac{3M_T}{a_1 b_c} = 0. \qquad (3.13)$$

– для сваи, имеющей жесткую заделку в ростверк, $P_{пред}$ следует определять по формуле (3.12), при этом z_t определяется из решения следующего кубического уравнения

$$z_t^3 + \frac{3}{2} \cdot \frac{a_0}{a_1} z_t^2 - \frac{6M_T}{a_1 b_c} = 0. \qquad (3.14)$$

3.4. Расчетное давление σ, МПа, на грунт по контакту с боковой поверхностью сваи, возникающее на некоторой глубине, следует определять следующим образом:

– при работе сваи в первой (упругой) стадии, а также при работе во второй стадии, если сечение сваи, для которого определяется σ, находится в пределах упругой зоны работы грунта – по формуле

$$\sigma_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} = \frac{a_1}{K}\left\{\left[\frac{K_0 + K(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}{\alpha_g}\right]\left[\bar{y}_0^{\varphi} A_1^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \bar{\varphi}_0^{\varphi} B_1^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \bar{M}_0^{\varphi} C_1^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} + \bar{Q}_0^{\varphi} D_1^{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})}\right]\right\} \qquad (3.15)$$

Примечание. При определении σ для песчаных грунтов величины K_0 и $\bar{a}$ обращаются в нуль.

– при работе сваи во второй стадии значения σ в пределах пластической зоны – по формулам (1.5), (1.6).

3.5. Расчет устойчивости основания, окружающего сваю, должен производиться по условию ограничения расчетного давления σ, оказываемого на грунт боковыми поверхностями свай

$$\sigma \leq \sigma_{пр}. \qquad (3.16)$$

Величина $\sigma_{пр}$, соответствующая данной силе P и глубине пластической зоны t, вычисляется по формулам:

для песчаных грунтов

$$\sigma_{пр} = a_1 t, \qquad (3.17)$$

для глинистых грунтов

$$\sigma_{пр} = a_0 + a_1 t. \qquad (3.18)$$

При $\bar{L} \leqslant 3{,}5$ расчетное давление на грунт σ, МПа боковой поверхности сваи следует определять по формуле (3.15) в точке $\bar{z} = L$

Примечание. Расчет устойчивости грунта основания, окружающего сваю, не требуется для свай, приведенная глубина погружения которых $\bar{z} \geqslant 4$.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СВАЯ – ГРУНТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ

4.1. Несущую способность свай по результатам испытаний горизонтальной статической нагрузкой следует определять согласно п.6.3 СНиП I7-77.

4.2. При испытании свай статической горизонтальной нагрузкой за частное значение предельного сопротивления $P_{пр}$ по графикам $y_0 = f(P)$ (нагрузка – перемещение сваи) принимается такая нагрузка, без увеличения которой перемещения сваи непрерывно возрастают.

4.3. Для определения расчетных параметров системы свая – грунт используются данные натурных испытаний свай статической горизонтальной нагрузкой, приложенной к свае на уровне поверхности грунта.

4.4. Расчетные параметры системы свая – грунт определяются на основе зависимости $y_0 = f(P)$ с использованием (для глинистых грунтов) стандартных характеристик грунта: C – удельного сцепления грунта, МПа и φ – угла внутреннего трения, град;

γ – расчетного объемного веса грунта ненарушенной структуры, Н/м^3, определяемого в водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды.

4.5. Значения коэффициентов K и K_0 определяют по линейному участку зависимости $y_0 = f(P)$.

Исходные данные: L – фактическая длина погружения сваи в грунт, м; P – горизонтальная сила, Н, приложенная к свае на уровне поверхности грунта; y_0 – перемещение сваи на уровне поверхности грунта, м; EJ – жесткость поперечного сечения сваи, Н·м^2; d – наружный диаметр круглого, сторона квадратного или прямоугольного се-

чения сваи в плоскости, перпендикулярной к действию нагрузки, м.

Порядок определения коэффициентов K и a_1 для песчаных грунтов следующий.

I. Вычисляется значение коэффициента деформации α_g по формуле

$$\alpha_g = \sqrt[5]{\frac{K b_c}{E J}},$$

где коэффициент пропорциональности K, Н/м^4 в первом приближении в зависимости от характеристик грунта принимается по табл.I.

2. Вычисляется приведенная глубина $\bar{L} = \alpha_g L$.

3. Вычисляется приведенное значение внешней нагрузки

$$\bar{P} = \frac{P \alpha_g^2}{b_c a_1},$$

где a_1 – прочностный коэффициент пропорциональности, Н/м^3, определяемый согласно указаниям, приведенным ниже.

4. По табл.3, согласно полученным значениям $\bar{P}$ и $\bar{L}$, определяется значение $\bar{y}$ (при $t = 0$).

5. Вычисляется значение α_g по формуле

$$\alpha_g = \sqrt[5]{\frac{\bar{y} a_1 b_c}{y_0 E J}}$$

6. Полученное согласно п.5 значение α_g сравнивается со значением, определенным согласно п.2. Если они не совпадают, то расчет повторяется начиная с п.2; при этом α_g принимается по п.5. Расчет повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто приемлемое совпадение величин α_g . Затем по формуле п.2 вычисляется значение коэффициента K.

7. Прочностный коэффициент пропорциональности a_1 определяется по формуле

$$a_1 = \frac{P_{пр}^3}{b_c M_T^2},$$

где $P_{пр}$ – величина, определяемая согласно п.4.2;

M_T – предельный изгибающий момент, воспринимаемый поперечным сечением сваи, Н·м.

Порядок определения коэффициентов K , K_0 , a_0 и a_1 для глинистых грунтов следующий.

I. Вычисляется значение коэффициента $D \left(D = \frac{a_0}{a_1}\right)$,

a_0 и a_1 – коэффициенты, принимаемые в зависимости от характеристик грунта по табл.2 или определяемые по формулам

$$a_o = 2C\sqrt{\lambda_a}\ ;\ a_1 = \gamma(\lambda_n - \lambda_a),$$

где λ_a – коэффициент активного давления, $\lambda_a = tg^2(45 - \frac{\varphi}{2})$;

λ_n – коэффициент пассивного давления, $\lambda_n = tg^2(45 + \frac{\varphi}{2})$.

2. Вычисляется глубина пластической зоны t, м, соответствующая величине P_{npx} по формуле

$$t = -\frac{3}{4}\left(D - \frac{M_T}{P_{np}}\right) + \sqrt{\frac{9}{16}\left(D - \frac{M_T}{P_{np}}\right)^2 + \frac{3M_T}{P_{np}}D}$$

3. Вычисляется значение коэффициента A по формуле

$$A = \frac{P_{np}}{b_c(D + 0{,}5t)t(\lambda_n - \lambda_a)\gamma}$$

4. Определяются истинные значения $\widetilde{a}_o$ и $\widetilde{a}_1$ по формулам

$$\widetilde{a}_o = Aa_o\ ;\quad a_1 = Aa_1.$$

5. По графику $y_o = f(P)$ определяется величина $y_o^{упр}_{гр}$, соответствующая концу упругой стадии работы системы свая – грунт.

6. Определяется начальный коэффициент постели K_o, Н/м^3, по формуле

$$K_o = \frac{a_o}{y_o^{упр}_{гр}}\ .$$

7. По линейному участку зависимости $y_o = f(P_o)$ с использованием табл.4 вычисляется значение коэффициента пропорциональности K в таком же порядке, как и для случая песчаных грунтов.

Таблица I

Виды песчаных грунтов	Модуль деформации E, МПа	Коэффициент пористости, e	Коэффициент пропорциональности K, кН/м^4	Прочностный коэффициент пропорциональности q_1, 10^4·кН/м^3
Пески крупные	50	0,45	32000	92
	40	0,55	26000	79
	30	0,65	I8000	7I
Пески средней крупности	50	0,45	28000	79
	40	0,55	20000	72
	30	0,65	I2000	62
Пески мелкие	48	0,45	24000	72
	38	0,55	I8000	65
	28	0,65	9000	53
	I8	0,75	7000	44
Пески пылеватые	39	0,45	I6000	65
	23	0,55	8500	58
	I8	0,65	7000	48
	II	0,75	5000	39

Таблица 2

Виды глинистых грунтов и пределы нормативных значений их консистенции	Коэффициент пористости e	Характеристики грунтов		Начальный прочностный коэффициент a_0, МПа (кН/м^2)		Прочностной коэффициент пропорциональности a_1, кН/м^3	Начальный коэффициент постели K_{0z}, кН/м^3	Коэффициент пропорциональности K, кН/м^4
		С, МПа	φ, град					
Супеси	0,45	0,0I5	30	0,0I2	(I2)	48	4000	I6000
$0 \leqslant J_L \leqslant 0{,}25$	0,55	0,0II	29	0,009	(9)	44	2400	I2000
	0,55	0,008	27	0,007	(7)	4I	I200	7000
	0,45	0,0I3	28	0,0I	(I0)	43	3300	I4000
$0{,}25 \leqslant J_L \leqslant 0{,}75$	0,55	0,09	26	0,008	(8)	39	2500	I2000
	0,65	0,006	24	0,005	(5)	35	I000	7000
	0,75	0,003	2I	0,004	(4)	30	I600	4500
Суглинки	0,45	0,047	26	0,04	(40)	39	I7500	I7000
	0,55	0,037	25	0,032	(32)	37	I2000	I4000
	0,65	0,03I	24	0,027	(27)	35	8500	II000
	0,75	0,025	23	0,022	(22)	33	3300	7400
$0 \leqslant J_L \leqslant 0{,}25$	0,85	0,022	22	0,020	(20)	3I	3900	6000
	0,95	0,0I9	20	0,0I8	(I8)	28	I700	4800
Суглинки	0,45	0,039	24	0,034	(34)	35	I3600	I4000
	0,55	0,034	23	0,030	(30)	33	II000	I2000

Таблица 2 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7	8	9
$0,25 \leqslant J_L \leqslant 0,5$	0,65	0,028	22	0,025	(25)	3I	7300	9000
	0,75	0,023	2I	0,02I	(2I)	30	4600	6500
	0,85	0,I8	I9	0,0I7	(I7)	26	I800	4800
	0,95	0,0I5	I7	0,0I5	(I5)	23	2300	3500
$0,5 \leqslant J_L \leqslant 0,75$	0,65	0,025	I9	0,026	(26)	26	7200	7200
	0,75	0,020	I8	0,020	(20)	25	4300	5400
$0,5 \leqslant J_L \leqslant 0,75$	0,85	0,0I6	I6	0,0I6	(I6)	2I	2700	3500
	0,95	0,0I4	I4	0,0I5	(I5)	I8	2000	2600
	I,05	0,0I2	I2	0,0I3	(I3)	I6	I300	2000
Глины	0,55	0,08I	2I	0,075	(75)	30	35000	I4000
	0,65	0,068	20	0,064	(64)	28	25000	II000
	0,75	0,054	I9	0,052	(52)	26	20000	I0000
$0 \leqslant J_L \leqslant 0,25$	0,85	0,047	I8	0,046	(46)	25	I6500	9000
	0,95	0,04I	I6	0,04I	(4I)	2I	I4000	7000
	I,05	0,036	I4	0,039	(39)	I8	II500	5300
$0,25 \leqslant J_L \leqslant 0,5$	0,65	0,057	I8	0,056	(56)	25	20000	9000
	0,75	0,050	I7	0,050	(50)	23	3400	7800
	0,85	0,043	I6	0,044	(44)	2I	I3600	6500
$0,25 \leqslant J_L \leqslant 0,5$	0,95	0,037	I4	0,039	(39)	I8	II700	5400
	I,05	0,032	II	0,035	(35)	I4	I0000	3900
$0,5 \leqslant J_L \leqslant 0,75$	0,65	0,045	I5	0,046	(46)	20	I7940	7800

№

Таблица 2 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7	8	9
$0,5 \leqslant \gamma_L \leqslant 0,75$	0,75	0,04I	I4	0,043	(43)	I8	I5500	6500
	0,85	0,036	I2	0,039	(39)	I6	I3000	5300
	0,95	0,033	I0	0,037	(37)	I3	II000	3900
	I,05	0,029	7	0,034	(34)	09	II330	3000

Таблица 3

$\bar{L} = 2{,}6$ Исходные данные $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,927I	0,00	I,000	-0,943	I,000	0,0000	0,927	-0,943
0,953	0,25	I,029	-0,97I	I,029	0,0000	0,954	-0,97I
I,022	0,50	I,I09	-I,046	I,I09	0,0002	I,029	-I,047
I,I3I	0,75	I,254	-I,I73	I,253	0,0032	I,I65	-I,I87
I,27I	I,00	I,475	-I,356	I,47I	0,0I75	I,379	-I,4I3
I,446	I,25	I,8I6	-I,6I2	I,796	0,0727	I,234	-I,800
I,656	I,50	2,337	-I,96I	2,258	0,2342	2,3I5	-2,472
I,926	I,75	3,200	-2,467	2,9I9	0,7II	3,377	-3,789
2,285	2,00	4,664	-3,222	3,78I	I,964	5,359	-6,429

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	M_0^{φ}
0,3I6	0,00	I,000	0,648	I,000	-0,648	0,3I6	0,0
0,378	0,25	I,I94	0,773	I,I94	-0,773	0,378	0,000
0,447	0,50	I,464	0,945	I,464	-0,945	0,466	-0,005
0,528	0,75	I,859	I,I30	I,858	-I,I83	0,607	-0,030
0,6I3	I,00	2,434	I,528	2,427	-I,495	0,839	-0,II2
0,699	I,25	3,33I	2,023	3,294	-I,89I	I,270	-0,353
0,785	I,50	4,772	2,767	4,63I	-2,340	2,086	-0,96I
0,868	I,75	7,547	4,097	7,002	-2,693	3,95I	-2,683
0,947	2,00	I3,883	6,939	II,789	-2,2I3	8,842	-7,898

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 2,6$ $\bar{E} = 1,0$

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,192	0,00	1,000	0,779	1,000	-0,779	0,192	0,192
0,235	0,25	1,234	0,960	1,234	-0,960	0,238	0,235
0,288	0,50	1,561	1,206	1,561	-1,205	0,311	0,242
0,348	0,75	2,039	1,543	2,038	-1,535	0,441	0,314
0,412	1,00	2,726	1,993	2,718	-1,955	0,675	0,284
0,478	1,25	3,780	2,623	3,738	-2,473	1,132	0,076
0,544	1,50	5,447	3,534	5,289	-3,054	2,022	-0,541
0,607	1,75	8,615	5,104	8,004	-3,530	4,091	-2,409
0,669	2,00	15,796	8,379	13,451	-3,080	9,565	-8,203

$\bar{L} = 2,6$ $\bar{E} = 2,0$

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,138	0,00	1,000	0,837	1,000	-0,837	0,138	0,276
0,171	0,25	1,252	1,046	1,252	-1,046	0,174	0,342
0,213	0,50	1,608	1,329	1,607	-1,329	0,237	0,419
0,260	0,75	2,128	1,717	2,127	-1,709	0,360	0,483
0,311	1,00	2,875	2,229	2,866	-2,189	0,592	0,485
0,364	1,25	4,013	2,935	3,969	-2,776	1,061	0,299
0,416	1,50	5,805	3,940	5,637	-3,432	1,989	-0,319
0,467	1,75	9,189	5,646	8,544	-3,981	4,166	-2,262
0,517	2,00	16,842	9,167	14,359	-3,554	9,960	-8,369

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 3{,}0$ $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,973	0,00	I,000	-0,940	I,000	0,0	0,973	-0,940
I,000	0,25	I,029	-0,967	I,029	0,000	I,00I	-0,962
I,072	0,50	I,I08	-I,040	I,I08	0,000	I,078	-I,042
I,I83	0,75	I,247	-I,I63	I,247	0,003	I,2I6	-I,I77
I,324	I,00	I,455	-I,335	I,45I	0,0I7	I,428	-I,389
I,494	I,25	I,763	-I,564	I,744	0,067	I,759	-I,737
I,687	I,50	2,202	-I,856	2,I33	0,205	2,268	-2,305
I,9I0	I,75	2,862	-2,239	2,635	0,578	3,I07	-3,32I
2,I73	2,00	3,873	-2,752	3,2I6	I,470	4,5I0	-5,I68
$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,367	0,00	I,000	0,645	I,000	-0,645	0,367	0,000
0,435	0,25	I,I92	0,768	I,I92	-0,768	0,437	0,000
0,5I9	0,50	I,458	0,937	I,458	-0,937	0,538	-0,005
0,6I6	0,75	I,839	I,I72	I,838	-I,I65	0,693	-0,029
0,72I	I,00	2,372	I,483	2,365	-I,452	0,935	-0,I05
0,83I	I,25	3,I36	I,902	3,I04	-I,786	I,340	-0,3I4
0,939	I,50	4,2I6	2,454	4,I03	-2,II0	2,008	-0,780
I,045	I,75	5,858	3,227	5,490	-2,272	3,204	-I,847
I,I45	2,00	8,488	4,374	7,406	-I,906	5,4I3	-4,I83

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 3{,}0$ $\bar{E} = 1{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\gamma}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\gamma}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,223	0,00	I,000	0,798	I,000	-0,798	0,223	0,223
0,275	0,25	I,239	0,987	I,239	-0,987	0,278	0,274
0,339	0,50	I,572	I,243	I,572	-I,242	0,362	0,333
0,4I4	0,75	2,050	I,589	2,049	-I,58I	0,507	0,379
0,497	I,00	2,7I3	2,035	2,704	-I,998	0,752	0,372
0,583	I,25	3,648	2,6I2	3,6II	-2,476	I,I84	0,2I7
0,669	I,50	4,943	3,340	4,8I4	-2,945	I,9I4	-0,230
0,754	I,75	6,865	4,3I3	6,45I	-3,232	3,237	-I,35I
0,833	2,00	9,885	5,698	8,675	-2,928	5,686	-3,885

$\bar{L} = 3{,}0$ $\bar{E} = 2{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\gamma}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\gamma}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,I60	0,00	I,000	0,864	I,000	-0,864	0,I60	0,320
0,20I	0,25	I,26I	I,088	I,26I	-I,088	0,204	0,40I
0,252	0,50	I,628	I,39I	I,628	-I,390	0,276	0,497
0,3I2	0,75	2,I57	I,425	2,I56	-I,792	0,4I3	0,587
0,378	I,00	2,892	2,325	2,883	-2,286	0,656	0,623
0,449	I,25	3,925	2,995	3,885	-2,850	I,099	0,504
0,520	I,50	5,346	3,83I	5,208	-3,408	I,862	0,075
0,589	I,75	7,433	4,925	6,992	-3,773	3,255	I,07I
0,655	2,00	I0,685	6,456	9,402	-3,5I4	5,842	-3,7I4

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,0 $\bar{E}$ = I,6

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\mathcal{y}}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\mathcal{y}}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I8I	0,00	I,000	0,843	I,000	-0,843	0,I8I	0,288
0,225	0,25	I,254	I,056	I,254	-I,055	0,228	0,360
0,28I	0,50	I,609	I,342	I,609	-I,34I	0,307	0,443
0,346	0,75	2,I22	I,730	2,I20	-I,72I	0,444	0,5I7
0,4I9	I,00	2,83I	2,227	2,823	-2,I89	0,688	0,539
0,495	I,25	3,83I	2,865	3,792	-2,723	I,I28	0,407
0,57I	I,50	5,208	3,663	5,074	-3,250	I,879	-0,029
0,646	I,75	7,239	4,7I6	6,807	-3,587	3,249	-I,I67
0,7I6	2,00	I0,4I0	6,I96	9,I52	-3,3I2	5,788	-3,773

$\bar{L}$ = 3,0 $\bar{E}$ = I,8

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\mathcal{y}}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\mathcal{y}}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I69	0,00	I,000	0,854	I,000	-0,854	0,I60	0,306
0,2I2	0,25	I,257	I,072	I,257	-I,072	0,2I5	0,382
0,265	0,50	I,6I9	I,368	I,6I9	-I,367	0,289	0,47I
0,328	0,75	2,I40	I,767	2,I39	-I,759	0,428	0,554
0,398	I,00	2,863	2,279	2,854	-2,239	0,67I	0,583
0,47I	I,25	3,880	2,933	3,84I	-2,790	I,II3	0,458
0,545	I,50	5,280	3,75I	5,I44	-3,332	I,870	0,025
0,6I6	I,75	7,340	4,825	6,904	-3,684	3,252	-I,II7
0,684	2,00	I0,554	6,332	9,282	-3,4I8	5,8I7	-3,743

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 3{,}4$ $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,02I	0,00	I,000	-0,957	I,000	0,00	I,02I	-0,957
I,050	0,25	I,029	-0,985	I,029	0,000	I,05I	-0,986
I,I26	0,50	I,I09	-I,06I	I,I09	0,000	I,I33	-I,063
I,245	0,75	I,249	-I,I87	I,249	0,003	I,278	-I,200
I,396	I,00	I,456	-I,36I	I,453	0,0I6	I,499	-I,4I5
I,576	I,25	I,756	-I,589	I,738	0,065	I,837	-I,759
I,778	I,50	2,I68	-I,87I	2,I03	0,I95	2,334	-2,299
I,999	I,75	2,745	-2,2I4	2,54I	0,522	3,094	-3,I97
2,237	2,00	3,54I	-2,628	2,992	I,234	4,237	-4,673
$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,396	0,00	I,000	0,654	I,000	-0,654	0,396	0,000
0,47I	0,25	I,I95	0,78I	I,I95	-0,782	0,473	0,000
0,564	0,50	I,466	0,956	I,466	-0,955	0,583	-0,005
0,674	0,75	I,855	I,509	I,854	-I,I9I	0,752	-0,029
0,798	I,00	2,395	I,5I9	2,388	-I,488	I,0I4	-0,I06
0,93I	I,25	3,I55	I,944	3,I23	-I,829	I,438	-0,3II
I,068	I,50	4,I84	2,48I	4,076	-2,I5I	2,I02	-0,75I
I,204	I,75	5,600	3,I63	5,275	-2,309	3,I74	-I,666
I,334	2,00	7,529	4,020	6,673	-2,048	4,853	-3,388

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 3,4$ $\bar{E} = 1,0$

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,239	0,00	I,000	0,8I7	I,000	-0,8I7	0,239	0,239
0,296	0,25	I,246	I,0I6	I,246	-I,0I6	0,299	0,296
0,369	0,50	I,590	I,288	I,590	-I,287	0,392	0,363
0,455	0,75	2,088	I,658	2,087	-I,650	0,55I	0,420
0,554	I,00	2,777	2,I38	2,769	-2,I00	0,8I6	0,427
0,662	I,25	3,738	2,753	3,700	-2,6I7	I,273	0,292
0,774	I,50	5,0I8	3,507	4,892	-3,I2I	2,007	-0,II0
0,886	I,75	6,742	4,428	6,367	-3,442	3,206	-I,053
0,993	2,00	9,035	5,539	8,063	-3,288	5,086	-2,903

$\bar{L} = 3,4$ $\bar{E} = 2,0$

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,I7I	0,00	I,000	0,888	I,000	-0,888	0,I7I	0,343
0,2I6	0,25	I,269	I,I24	I,269	-I,I24	0,2I9	0,432
0,273	0,50	I,65I	I,449	I,65I	-I,449	0,299	0,54I
0,344	0,75	2,207	I,893	2,205	-I,884	0,448	0,649
0,424	I,00	2,980	2,467	2,97I	-2,426	0,7II	0,7I0
0,5I4	I,25	4,060	3,200	4,0I9	-3,052	I,I8I	0,624
0,607	I,50	5,492	4,09I	5,356	-2,673	I,952	0,254
0,700	I,75	7,407	5,I64	7,004	-4,I0I	3,225	0,687
0,79I	2,00	9,929	6,44I	8,888	-4,023	5,223	2,6I5

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L} = 3{,}8$ $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,054	0,00	I,000	-0,978	I,000	0,000	I,054	-0,978
I,085	0,25	I,030	-I,007	I,030	0,000	I,086	-I,007
I,I66	0,50	I,II2	-I,086	I,II2	0,000	I,I72	-I,087
I,29I	0,75	I,255	-I,2I7	I,254	0,003	I,326	-I,226
I,453	I,00	I,466	-I,399	I,462	0,0I7	I,558	-I,455
I,648	I,25	I,772	-I,640	I,753	0,066	I,9I3	-I,8II
I,868	I,50	2,I89	-I,934	2,I23	0,I96	2,429	-2,365
I,I09	I,75	2,757	-2,287	2,556	0,5I5	3,I99	-3,26I
2,365	2,00	3,506	-2,696	2,984	I,I79	4,299	4,66I

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,407	0,00	I,000	0,662	I,000	-0,662	0,407	0,000
0,486	0,25	I,I98	0,793	I,I98	-0,793	0,488	-0,000
0,585	0,50	I,475	0,973	I,475	-0,972	0,604	-0,005
0,703	0,75	I,874	I,226	I,873	-I,2I9	0,783	-0,030
0,839	I,00	2,432	I,563	2,424	-I,53I	I,059	-0,I09
0,989	I,25	3,222	2,0I2	3,I89	-I,894	I,495	-0,3I9
I,I5I	I,50	4,322	2,584	4,I82	-2,247	2,2I2	-0,768
I,3I9	I,75	5,74I	3,302	5,4I4	-2,444	3,3I9	-I,682
I,487	2,00	7,622	4,I69	6,794	-2,25I	2,963	-3,3I7

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,8 $\bar{E}$ = I,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,245	0,00	I,000	0,828	I,000	-0,828	0,245	0,245
0,305	0,25	I,250	I,033	I,250	-I,033	0,308	0,304
0,38I	0,50	I,602	I,3I5	I,602	-I,3I4	0,405	0,375
0,474	0,75	2,II5	I,703	2,II4	-I,695	0,572	0,438
0,582	I,00	2,833	2,2I3	2,825	-2,I74	0,852	0,45I
0,706	I,25	3,846	2,879	3,808	-2,738	I,337	0,323
0,839	I,50	5,205	3,705	5,076	-3,308	2,II7	-0,075
0,980	I,75	7,0I9	4,7I7	6,638	-3,7I2	3,370	-I,006
I,I22	2,00	9,334	5,903	8,379	-3,678	5,238	-2,758

$\bar{L}$ = 3,8 $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I75	0,00	I,000	0,899	I,000	-0,899	0,I75	0,350
0,222	0,25	I,273	I,I43	I,273	-I,I43	0,225	0,444
0,282	0,50	I,664	I,479	I,664	-I,479	0,308	0,558
0,358	0,75	2,238	I,946	2,236	-I,937	0,464	0,675
0,446	I,00	3,046	2,559	3,038	-2,5I7	0,742	0,750
0,549	I,25	4,I92	3,359	3,973	-3,206	I,242	0,679
0,66I	I,50	5,729	4,350	5,589	-3,9I6	2,063	0,323
0,780	I,75	7,776	5,554	7,363	-4,462	3,400	0,606
0,900	2,00	I0,370	6,952	9,338	-4,542	5,405	-2,4I9

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0 $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,064	0,00	I,000	-0,983	I,000	0,000	I,064	-0,986
I,096	0,25	I,030	-I,0I5	I,030	0,000	I,096	-I,0I5
I,I78	0,50	I,II3	-I,095	I,II3	0,000	0,I84	-I,097
I,306	0,75	I,257	-I,229	I,257	0,003	I,34I	-I,243
I,472	I,00	I,47I	-I,4I6	I,467	0,0I7	I,538	-I,47I
I,673	I,25	I,78I	-I,662	I,762	0,067	I,94I	-I,850
I,902	I,50	2,203	-I,964	2,I37	0,I98	2,269	-2,399
2,I55	I,75	2,78I	-2,329	2,578	0,520	3,256	-3,3I2
2,424	2,00	3,536	-2,75I	3,0I3	I,I84	4,373	-4,726

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,409	0,00	I,000	0,664	I,000	-0,664	0,409	0,000
0,489	0,25	I,I99	0,796	I,I99	-0,796	0,492	-0,000
0,589	0,50	I,477	0,979	I,477	-0,978	0,608	-0,005
0,7I0	0,75	I,880	I,234	I,879	-I,228	0,790	-0,030
0,848	I,00	2,445	I,577	2,437	-I,545	I,07I	-0,I09
I,005	I,25	3,249	2,038	3,2I6	-I,9I8	I,532	-0,323
I,I74	I,50	4,343	2,627	4,23I	-2,286	2,25I	-0,779
I,356	I,75	5,833	3,374	5,502	-2,502	3,389	-I,709
I,54I	2,00	7,768	4,278	6,930	-2,335	5,075	-3,366

Таблица 3 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0 $\bar{E}$ = I,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,246	0,00	I,000	0,830	I,000	-0,830	0,246	0,246
0,306	0,25	I,25I	I,037	I,25I	-I,037	0,309	0,306
0,383	0,50	I,605	I,32I	I,605	-I,320	0,407	0,377
0,478	0,75	2,I22	I,7I4	2,I2I	-I,706	0,576	0,44I
0,589	I,00	2,849	2,233	2,84I	-2,I95	0,86I	0,456
0,7I6	I,25	3,882	2,9I7	3,843	-2,774	I,356	0,330
0,858	I,50	5,277	3,774	5,I46	-3,370	2,I55	-0,07I
I,0I0	I,75	7,I57	4,836	6,769	-3,8I2	3,447	-I,0I4
I,I66	2,00	9,562	6,092	8,592	-3,827	5,372	-2,789

$\bar{L}$ = 4,0 $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I76	0,00	I,000	0,90I	I,000	-0,90I	0,I76	0,352
0,223	0,25	I,274	I,I47	I,274	-I,I47	0,226	0,446
0,284	0,50	I,667	I,486	I,666	-I,485	0,309	0,56I
0,360	0,75	2,245	I,958	2,244	-I,949	0,468	0,680
0,45I	I,00	3,065	2,582	3,055	-2,539	0,749	0,757
0,557	I,25	4,233	3,404	4,I90	-3,249	I,258	0,69I
0,675	I,50	5,8I4	4,433	5,67I	-3,993	2,I0I	0,336
0,804	I,75	7,94I	5,703	7,52I	-4,589	3,48I	0,602
0,938	2,00	I0,655	7,I96	9,603	-4,736	5,554	-2,438

Таблица 4

Исходные данные

$\bar{L} = 2{,}5$; $\bar{a}_0 = 0{,}111$; $\bar{a} = 0{,}111$; $E = 0{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,0I9	0,00	I,000	-0,999	0,994	0,II7	I,025	-I,II3
I,048	0,25	I,029	-I,029	I,023	0,I2I	I,055	-I,I46
I,I26	0,50	I,II6	-I,II3	I,I09	0,I3I	I,I44	-I,243
I,246	0,75	I,269	-I,255	I,260	0,I54	I,304	-I,4I8

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,342	0,00	I,000	0,677	I,075	-0,675	0,348	-0,038
0,406	0,25	I,203	0,8I4	I,293	-0,8I2	0,4I9	-0,047
0,482	0,50	I,495	I,008	I,606	-I,003	0,525	-0,065
0,564	0,75	I,929	I,286	2,069	-I,269	0,698	-0,II8

$\bar{L} = 2{,}5$; $\bar{a}_0 = 0{,}250$; $\bar{a} = 0{,}250$; $E = 0{,}0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,I4I	0,00	I,000	-I,062	0,964	0,302	I,I72	-I,353
I,I75	0,25	I,03I	-I,095	0,994	0,3II	I,209	-I,395
I,265	0,50	I,I23	-I,I90	I,082	0,340	I,3I7	-I,520
I,400	0,75	I,286	-I,349	I,237	0,395	I,5I2	-I,748

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,387	0,00	I,000	0,7I0	I,I76	-0,697	0,420	-0,I02
0,462	0,25	I,2I4	0,862	I,428	-0,846	0,5II	-0,I25
0,545	0,50	I,530	I,080	I,797	-I,057	0,650	-0,I69
0,633	0,75	2,0II	I,400	2,352	-I,347	0,884	-0,273

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 2,5$; $\bar{a}_0 = 0,429$; $\bar{\alpha} = 0,429$; $E = 0,0$

$\bar{P}$	$\bar{\xi}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,297	0,00	I,000	-I,I40	0,878	0,6I2	I,387	-I,722
I,338	0,25	I,033	-I,I78	0,907	0,632	I,434	-I,780
I,443	0,50	I,I32	-I,286	0,993	0,694	I,57I	-I,95I
I,599	0,75	I,308	-I,467	I,I43	0,8I2	I,82I	-2,264

$\bar{P}$	$\bar{\xi}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,434	0,00	I,000	0,757	I,3I8	-0,7I3	0,536	-0,2I4
0,52I	0,25	I,23I	0,932	I,623	-0,876	0,66I	-0,266
0,6I4	0,50	I,584	I,I90	2,08I	-I,II0	0,86I	-0,36I
0,709	0,75	2,I46	I,584	2,793	-I,430	I,2II	-0,570

$\bar{L} = 2,5$; $\bar{a}_0 = 0,667$; $\bar{\alpha} = 0,667$; $E = 0,0$

$\bar{P}$	$\bar{\xi}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,502	0,00	I,000	-I,229	0,648	I,I77	I,7I3	-2,326
I,552	0,25	I,036	-I,273	0,672	I,220	I,774	-2,4I0
I,677	0,50	I,I42	-I,397	0,739	I,346	I,956	-2,658
I,860	0,75	I,330	-I,60I	0,85I	I,586	2,287	-3,II3

$\bar{P}$	$\bar{\xi}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,477	0,00	I,000	0,834	I,528	-0,70I	0,740	-0,430
0,579	0,25	I,26I	I,05I	I,926	-0,88I	0,935	-0,546
0,683	0,50	I,683	I,390	2,552	-I,I40	I,265	-0,764
0,785	0,75	2,4I7	I,949	3,59I	-I,485	I,892	-I,247

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 2,5; $\bar{q}_o$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; E = 0,0

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,755	0,00	I,000	-I,270	0,040	2,266	2,I86	-3,332
I,8I3	0,25	I,037	-I,3I6	0,042	2,349	2,266	-3,454
I,952	0,50	I,I42	-I,44I	0,044	2,592	2,499	-3,809
2,I4I	0,75	I,325	I,637	0,03I	3,033	2,905	-4,438

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,496	0,00	I,000	0,992	I,870	-0,594	I,I56	-0,9I0
0,6I8	0,25	I,327	I,3I3	2,476	-0,780	I,537	-I,2I5
0,734	0,50	I,927	I,880	3,535	-I,038	2,266	-I,845
0,844	0,75	3,223	3,024	5,606	-I,275	3,944	-3,464

$\bar{L}$ = 2,5; $\bar{q}_o$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; E = 0,0

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,792	0,00	I,000	-0,929	-I,288	3,977	2,588	-4,559
I,830	0,25	I,025	-0,952	-I,32I	4,077	2,653	-4,674
I,906	0,50	I,090	-I,004	-I,407	4,338	2,82I	-4,970
I,973	0,75	I,I8I	-I,058	-I,542	4,7I4	3,053	-5,389

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,433	0,00	I,000	-0,929	-I,288	3,977	2,588	-4,559
I,830	0,25	I,025	-0,952	-I,32I	4,077	2,653	-4,674
I,906	0,50	I,090	-I,004	-I,407	4,338	2,82I	-4,970
I,973	0,75	I,I8I	-I,058	-I,542	4,7I4	3,053	-5,389

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,433	0,00	I,000	I,463	2,607	-0,073	2,328	-2,367
0,58I	0,25	I,569	2,280	4,049	-0,072	3,654	-3,736
0,709	0,50	3,240	4,50I	7,757	0,474	7,58I	-8,047
0,820	0,75	I2,778	I5,752	24,489	8,080	30,I78	-34,9

$\bar{L} = 2,5$; $\bar{q}_o = 0,III$; $\bar{a} = 0,III$, $E = 2,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I45	0,00	I,000	0,874	I,099	-0,905	0,I5I	0,274
0,I8I	0,25	I,263	I,I00	I,388	-I,I39	0,I95	0,340
0,223	0,50	I,647	I,4I3	I,806	-I,459	0,277	0,407
0,270	0,75	2,2I3	I,840	2,4I7	-I,88I	0,438	0,442

$\bar{L} = 2,5$ $\bar{q}_o = 0,250$; $\bar{a} = 0,250$; $E = 2,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I60	0,00	I,000	0,924	I,24I	-0,998	0,I94	0,274
0,200	0,25	I,28I	I,I77	I,587	-I,270	0,255	0,340
0,247	0,50	I,698	I,528	2,094	-I,635	0,374	0,39I
0,296	0,75	2,329	2,0I5	2,842	-2,II3	0,609	0,375

$\bar{L} = 2,5$; $\bar{q}_o = 0,669$; $\bar{a} = 0,669$; $E = 2,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I79	0,00	I,000	I,077	I,784	-I,247	0,457	0,I2I
0,229	0,25	I,343	I,429	2,377	-I,637	0,633	0,I24
0,282	0,50	I,90I	I,950	3,284	-2,I43	0,986	0,00I
0,335	0,75	2,872	2,765	4,737	-2,77I	I,727	-0,465

$\bar{L} = 2,5$; $\bar{q}_o = I,000$; $\bar{a} = I,000$; $E = 2,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,I66	0,00	I,000	I,25I	2,349	-I,343	0,886	-0,276
0,2I9	0,25	I,424	I,75I	3,287	-I,823	I,293	-0,469
0,273	0,50	2,225	2,592	4,857	-2,4I2	2,I77	-I,I0I
0,346	0,75	3,982	4,229	7,829	-2,993	4,359	-3,076

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 2,5; $\bar{a}_o$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; E = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	y_o^{φ}	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,II0	0,00	I,000	I,8I0	3,532	-I,034	2,266	-I,846
0,I60	0,25	I,752	3,046	5,857	-I,469	3,99I	-3,420
0,2I0	0,50	4,I37	6,379	II,583	-I,I39	9,569	-9,33I
0,258	0,75	I8.433	23,433	37,I82	9,72I	43,403	-49,396

$\bar{L}$ = 3,0, $\bar{a}_o$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; E = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,070	0,00	I,000	-0,994	0,994	0,II6	I,076	-I,I03
I,099	0,25	I,029	-I,0I2	I,022	0,II9	I,I07	-I,I35
I,I79	0,50	I,II3	-I,093	I,I05	0,I29	I,I97	-I,228
I,299	0,75	I,256	-I,225	I,247	0,I50	I,355	-I,392
I,453	I,00	I,476	-I,4I0	I,460	0,I95	I,603	-I,656
I,634	I,25	I,798	-I,656	I,756	0,297	I,988	-2,085

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,4I8	0,00	I,000	0,662	I,074	-0,660	0,424	-0,047
0,495	0,25	I,I97	0,793	I,285	-0,789	0,508	-0,057
0,588	0,50	I,475	0,973	I,583	-0,968	0,630	-0,077
0,692	0,75	I,870	I,22I	2,003	-I,204	0,8I7	-0,I28
0,803	I,00	2,434	I,555	2,593	-I,494	I,II7	-0,258
0,9I5	I,25	3,242	2,002	3,409	-I,8I2	I,6I2	-0,562

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = 250; $\bar{a}$ = 250; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,I87	0,00	I,000	-I,038	0,964	0,297	I,2I8	-I,340
I,22I	0,25	I,030	-I,070	0,994	0,306	I,254	-I,38I
I,3II	0,50	I,II8	-I,I58	I,078	0,333	I,362	-I,500
I,444	0,75	I,270	-I,303	I,223	0,384	I,55I	-I,7I0
I,6II	I,00	I,503	-I,506	I,437	0,48I	I,850	-2,053
I,809	I,25	I,85I	-I,778	I,73I	0,678	2,32I	-2,6I6

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\vartheta}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\vartheta}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,476	0,00	I,000	0,684	I,I70	-0,669	0,509	-0,I24
0,566	0,25	I,204	0,823	I,409	-0,805	0,6I4	-0,I5I
0,668	0,50	I,496	I,0I8	I,748	-0,99I	0,769	-0,I98
0,780	0,75	I,9I4	I,285	2,227	-I,232	I,009	-0,298
0,897	I,00	2,5I8	I,649	2,899	-I,5I4	I,397	-0,5I7
I,0I2	I,25	3,402	2,I45	3,829	-I,788	2,044	-0,992

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{t}$ = 0,429; $\bar{a}$ = 0,429; E = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\vartheta}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\vartheta}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,332	0,00	I,000	-I,I08	0,880	0,602	I,422	-I,705
I,372	0,25	I,032	-I,I44	0,909	0,62I	I,468	-I,760
I,475	0,50	I,I26	-I,244	0,99I	0,679	I,602	-I,92I
I,625	0,75	I,289	-I,407	I,I30	0,786	I,838	-2,209
I,8I3	I,00	I,542	-I,637	I,332	0,982	2,2I9	-2,685
2,036	I,25	I,928	-I,948	I,596	I,358	2,829	-3,48I

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\vartheta}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\vartheta}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,543	0,00	I,000	0,7I2	I,297	-0,657	0,644	-0,26I
0,646	0,25	I,2I4	0,684	I,575	-0,797	0,873	-0,3I8
0,76I	0,50	I,524	I,077	I,972	-0,985	0,992	-0,4I7
0,88I	0,75	I,976	I,374	2,535	-I,2I8	I,32I	-0,606
I,003	I,00	0,645	I,786	3,325	-I,462	I,860	-0,994
I,I22	I,25	3,663	2,367	4,427	-I,6I9	2,784	-I,80I

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_0$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; E = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\vartheta}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\vartheta}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,782	0,00	I,000	-I,34I	0,00I	2,350	2,2I0	-3,428
I,844	0,25	I,039	-I,392	0,00I	2,44I	2,296	-3,56I
I,998	0,50	I,I53	-I,537	-0,002	2,7I5	2,550	-3,958
2,2I7	0,75	I,359	-I,775	-0,026	3,23I	3,0I2	-4,688
2,494	I,00	I,696	-2,I23	-0,I33	4,I68	3, 789	-5,954
2,837	I,25	2,249	-2,6I8	-0,499	5,936	5,095	-8,I89

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,678	0,00	I,000	0,824	I,673	-0,340	I,308	-I,077
0,8I9	0,25	I,256	I,033	2,098	-0,42I	I,645	-I,359
0,96I	0,50	I,657	I,348	2,729	-0,495	2,I89	-I,843
I,098	0,75	2,3I2	I,832	3,657	-0,457	3,I27	-2,77I
I,228	I,00	3,476	2,63I	5,028	0,009	4,900	-4,74I
I,349	I,25	5,890	4,I6I	7,I23	I,988	8,799	-9,597

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = 0,667; $\bar{a}$ = 0,667; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,5I9	0,00	I,000	-I,204	0,653	I,I64	I,730	-2,3I2
I,568	0,25	I,035	-I,245	0,676	I,205	I,79I	-2,393
I,69I	0,50	I,I37	-I,363	0,74I	I,326	I,968	-2,632
I,867	0,75	I,3I6	-I,554	0,849	I,553	2,286	-3,063
2,087	I,00	I,602	-I,828	0,99I	I,959	2,807	-3,790
2,354	I,25	2,053	-2,209	I,I29	2,729	3,665	-5,043

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,6I5	0,00	I,000	0,752	I,466	-0,588	0,873	-0,52I
0,736	0,25	I,229	0,923	I,800	-0,720	I,075	-0,643
0,863	0,50	I,568	I,I68	2,284	-0,89I	I,384	-0,848
0,993	0,75	2,079	I,5I8	2,976	-I,074	I,885	-I,23I
I,II9	I,00	2,875	2,026	3,957	-I,I84	2,737	-I,994
I,239	I,25	4,I99	2,807	5,359	-0,978	4,294	-3,6I2

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; E = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
2,I66	0,00	I,000	-I,462	-2,09I	5,I69	2,826	-5,574
2,246	0,25	I,042	-I,523	-2,I79	5,387	2,945	-5,809
2,436	0,50	I,I65	-I,689	-2,443	6,029	3,292	-6,497
2,692	0,75	I,38I	-I,949	-2,953	7,207	3,903	-7,736
2,983	I,00	I,7I7	-2,287	-3,89I	9,I80	4,486	-9,732
3,252	I,25	2,I8I	-2,638	-5,525	I2,I99	6,094	-I2,598

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,667	0,00	I,000	I,0I8	I,83I	0,559	2,308	-2,538
0,845	0,25	I,338	I,358	2,435	0,767	3,089	-3,407
I,00I	0,50	I,962	I,958	3,406	I,3I6	4,55I	-5,I22
I,I43	0,75	3,3II	3,I59	4,974	3,I0I	7,754	-9,200
I,273	I,00	7,I85	6,327	7,533	I0,337	I7,047	-22,I6I
I,392	I,25	28,6I9	22,3I5	9,560	62,860	68,40I	-I00,678

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_c^{\varphi}$
I,I80	0,00	I,000	0,904	I,I03	-0,943	0,I86	0,339
0,226	0,25	I,272	I,I46	I,402	-I,I95	0,240	0,425
0,282	0,50	I,662	I,476	I,829	-I,535	0,337	0,5I9
0,347	0,75	2,2I9	I,9I3	3,432	-I,97I	0,5I3	0,589
0,4I8	I,00	3,002	2,476	3,265	-2,495	0,830	0,570
0,490	I,25	4,096	3,I88	4,387	-3,06I	I,390	0,340

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = 0,250; $\bar{a}$ = 0,250; E = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_c^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_c^{\varphi}$	$\bar{M}_c^{\varphi}$
0,20I	0,00	I,000	0,949	I,249	-I,043	0,235	0,346
0,254	0,25	I,287	I,2I5	I,606	-I,333	0,309	0,434
0,3I7	0,50	I,703	I,575	2,II4	-I,7I5	0,444	0,5I4
0,387	0,75	2,297	2,048	2,824	-2,I90	0,687	0,540
0,460	I,00	3,I38	2,656	3,792	-2,733	I,II9	0,42I
0,534	I,25	4,334	3,433	5,089	-3,269	I,877	-0,0I7

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_o$ = 0,429; $\bar{a}$ = 0,429; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_c^{\varphi}$	$\bar{M}_c^{\varphi}$
0,224	0,00	I,000	I,000	I,466	-I,I66	0,329	0,323
0,285	0,25	I,305	I,294	I,907	-I,503	0,442	0,400
0,354	0,50	I,75I	I,69I	2,530	-I,933	0,644	0,440
0,428	0,75	2,395	2,2II	3,39I	-2,439	I,005	0,370
0,504	I,00	3,324	2,886	4,553	-2,968	I,639	0,048
0,579	I,25	4,694	3,773	6,I08	-3,386	2,758	-0,803

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_0$ = 0,667; $\bar{a}$ = 0,667; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,246	0,00	I,000	I,058	I,798	-I,303	0,524	0,2I0
0,3I5	0,25	I,327	I,389	2,368	-I,692	0,7I3	0,242
0,390	0,50	I,8I4	I,836	3,I66	-2,I59	I,050	0,I72
0,467	0,75	2,538	2,430	4,254	-2,653	I,644	-0,I30
0,543	I,00	3,632	3,230	5,72I	-3,052	2,695	-0,926
0,6I7	I,25	5,397	4,375	7,722	-3,049	4,646	-2,8I4

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_0$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,256	0,00	I,000	I,I38	2,3II	-I,367	0,963	-0,I79
0,33I	0,25	I,360	I,525	3,096	-I,783	I,335	-0,3I0
0,409	0,50	I,925	2,066	4,I83	-2,204	I,997	-0,7I8
0,486	0,75	2,834	2,835	5,673	-2,477	3,I90	-I,72I
0,560	I,00	4,4I5	4,0I8	7,75I	-2,I84	5,486	-4,I0I
0,63I	I,25	7,644	6,I67	I0,798	0,085	I0,584	-I0,276

$\bar{L}$ = 3,0; $\bar{a}_0$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,223	0,00	I,000	I,329	3,027	-0,846	2,I49	-I,6I2
0,297	0,25	I,453	I,889	4,236	-I,038	3,I45	-2,469
0,37I	0,50	2,3I2	2,8I7	5,975	-0,753	5,I04	-4,5I8
0,442	0,75	4,I86	4,59I	8,567	I,240	9,500	-9,864
0,5I0	I,00	9,625	9,I49	I2,63I	I0,854	22,492	-27,707
0,577	I,25	40,I9I	32,082	I6,I63	85,032	95,670	-I39,227

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{q}_0$ = 0,III; $\bar{q}$ = 0,III; E = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,I32	0,00	I,000	-I,004	0,994	0,II9	I,I39	-I,I3I
I,I65	0,250	I,029	-I,034	I,023	0,I22	I,I72	-I,I64
I,25I	0,500	I,II4	-I,II7	I,I07	0,I33	I,269	-I,260
I,35I	0,750	I,258	-I,252	I,249	0,I54	I,436	-I,428
I,546	I,000	I,475	-I,439	I,459	0,I98	I,695	-I,695
I,739	I,250	I,784	-I,682	I,743	0,297	2,084	-2,II5
I,955	I,500	2,2I5	-I,980	2,099	0,5I8	2,663	-2,78I
2,I89	I,750	2,808	-2,340	2,495	0,993	3,528	-3,860

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	M_0^{φ}
0,457	0,00	I,000	0,673	I,075	-0,670	0,463	-0,05I
0,544	0,250	I,200	0,807	I,290	-0,804	0,556	-0,062
0,649	0,500	I,484	0,995	I,595	-0,989	0,692	-0,084
0,772	0,750	I,888	I,252	2,024	-I,234	0,899	-0,I38
0,908	I,000	2.457	I,596	2,62I	-I,534	I,225	-0,27I
I,052	I,250	3,249	2,044	3,422	-I,856	I,74I	-0,569
I,20I	I,500	4,33I	2,6I3	4,448	-2,II2	2,553	-I,I82
I,346	I,750	5,800	3,327	5,686	-2,I22	3,820	-2,359

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{a}_0$ = 0,250; $\bar{a}$ = 0,250; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,255	0,00	I,000	-I,054	0,964	0,303	I,286	-I,374
I,29I	0,25	I,03I	-I,086	0,993	0,3I3	I,325	-I,4I5
I,388	0,50	I,II9	-I,I77	I,078	0,340	I,439	-I,537
I,530	0,75	I,270	-I,322	I,22I	0,392	I,637	-I,75I
I,708	I,00	I,496	-I,524	I,429	0,487	I,942	-2,09I
I,9I4	I,25	I,820	-I,78I	I,703	0,672	2,403	-2,626
2,I42	I,50	2,273	-2,I00	2,026	I,04I	3,09I	-3,479
2,389	I,75	2,908	-2,487	2,340	I,779	4,I26	-4,866

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,525	0,00	I,000	0,692	I,I72	-0,675	0,558	-0,I37
0,626	0,25	I,207	0,835	I,4I4	-0,8I5	0,674	-0,I66
0,744	0,50	I,503	I,035	I,759	-I,005	0,845	-0,2I7
0,878	0,75	I,925	I,308	2,243	-I,25I	I,I08	-0,323
I,023	I,00	2,520	I,672	2,907	-I,535	I,520	-0,546
I,I74	I,25	3,350	2,I45	3,782	-I,799	2,I67	-I,000
I,326	I,50	4,490	2,747	4,873	-I,9I7	3,I80	-I,878
I,472	I,75	6,062	3,5I0	6,I40	-I,63I	4,76I	-3,5I8

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 3,5$; $\bar{a}_0 = 0,429$; $\bar{a} = 0,429$; $E = 0,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,404	0,000	I,000	-I,II5	0,879	0,6II	I,494	I,743
I,447	0,250	I,032	-I,I5I	0,907	0,63I	I,543	-I,800
I,556	0,500	I,I25	-I,25I	0,988	0,689	I,682	-I,963
I,7I4	0,750	I,284	-I,4II	I,I23	0,795	I,924	-2,249
I,908	I,000	I,523	-I,629	I,3I4	0,983	2,300	-2,707
2,I30	I,250	I,867	-I,9I0	I,548	I,322	2,869	-3,43I
2,376	I,500	2,357	-2,258	I,784	I,958	3,725	-4,593
2,643	I,750	3,063	-2,69I	I,906	3,I85	5,032	-6,5II

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,607	0,000	I,000	0,7I5	I,298	-0,655	0,708	-0,288
0,724	0,250	I,2I5	0,868	I,577	-0,794	0,86I	-0,352
0,859	0,500	I,525	I,083	I,974	-0,982	I,090	-0,458
I,006	0,750	I,969	I,376	2,527	-I,2I0	I,44I	-0,657
I,I6I	I,000	2,599	I,766	3,273	-I,438	I,990	-I,039
I,3I8	I,250	3,482	2,273	4,226	-I,570	2,846	-I,764
I,47I	I,500	4,7I4	2,925	5,368	-I,404	4,I84	-3,I08
I,6I5	I,750	6,475	3,779	6,603	-0,524	6,304	-5,588

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 3,5$; $\bar{q}_0 = 0,667$; $\bar{\alpha} = 0,667$; $\bar{E} = 0,0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,592	0,000	I,000	-I,I94	0,652	I,I74	I,802	-2,35I
I,642	0,250	I,034	-I,235	0,674	I,2I4	I,864	-2,432
I,769	0,500	I,I34	-I,348	0,738	I,333	2,044	-2,667
I,947	0,750	I,303	-I,527	0,839	I,548	2,356	-3,08I
2,I63	I,000	I,56I	-I,772	0,967	I,9I9	2,845	-3,749
2,409	I,250	I,940	-2,088	I,08I	2,573	3,59I	-4,8I8
2,683	I,500	2,497	-2,49I	I,073	3,77I	4,737	-6,568
2,994	I,750	3,345	-3,0I9	0,667	6,08I	6,543	-9,570

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,704	0,000	I,000	0,743	I,456	-0,559	0,962	-0,58I
0,844	0,250	I,225	0,909	I,782	-0,683	I,I8I	-0,7I4
0,996	0,500	I,553	I,I44	2,247	-0,839	I,509	-0,932
I,I57	0,750	2,028	I,464	2,884	-0,995	2,0I6	-I,3I6
I,32I	I,000	2,708	I,892	3,7I5	-I,067	2,803	-2,0I0
I,482	I,250	3,682	2,457	4,727	-0,872	4,035	-3,27I
I,633	I,500	5,I04	3,2I3	5,840	-0,030	5,992	-5,578
I,774	I,750	7,3I9	4,289	6,80I	2,344	9,270	-9,989

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 3,5$; $\bar{a}_0 = 1,000$; $\bar{a} = 1,000$; $\bar{E} = 0,0$

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
1,834	0,000	1,000	-1,305	0,010	2,340	2,263	-3,445
1,896	0,250	1,038	-1,353	0,010	2,423	2,348	-3,574
2,048	0,500	1,146	-1,487	0,008	2,686	2,595	-3,951
2,258	0,750	1,334	-1,699	-0,012	3,158	3,028	-4,624
2,510	1,000	1,628	-1,993	-0,104	3,973	3,718	-5,733
2,803	1,250	2,079	-2,386	-0,405	5,420	4,800	-7,566
3,144	1,500	2,791	-2,920	-1,265	8,134	6,527	-10,723
3,576	1,750	3,996	-3,695	-3,610	13,647	9,416	-16,558

$\bar{P}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,814	0,000	1,000	0,782	1,608	-0,230	1,436	-1,210
0,979	0,250	1,239	0,967	1,990	-0,280	1,782	-1,504
1,152	0,500	1,595	1,232	2,528	-0,308	2,309	-1,981
1,325	0,750	2,122	1,600	3,239	-0,219	3,129	-2,800
1,494	1,000	2,909	2,108	4,106	0,195	4,421	-4,239
1,653	1,250	4,119	2,824	5,022	1,393	6,519	-6,879
1,799	1,500	6,138	3,917	5,646	4,512	10,166	-12,000
1,934	1,750	10,108	5,890	4,691	13,128	17,476	-23,789

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 3,5$; $\bar{a}_0 = 1,500$; $\bar{a} = 1,500$; $\bar{E} = 0,0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
2,184	0,000	1,000	-1,492	-2,133	5,232	2,837	-5,627
2,267	0,250	1,042	-1,555	-2,225	5,457	2,959	-5,869
2,465	0,500	1,169	-1,730	-2,504	6,127	3,317	-6,584
2,738	0,750	1,396	-2,014	-3,054	7,385	3,961	-7,900
3,078	1,000	1,772	-2,428	-4,136	9,639	5,015	-10,168
3,496	1,250	2,400	-3,020	-6,395	13,821	6,712	-14,132
4,025	1,500	3,475	-3,875	-11,362	21,912	9,381	-21,229
4,644	1,750	5,208	-4,985	-21,870	36,854	12,931	-33,047

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\mathcal{y}}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,898	0,000	1,000	0,863	1,485	0,936	2,428	-2,797
1,091	0,250	1,271	1,094	1,876	1,197	3,087	-3,563
1,281	0,500	1,699	1,443	2,401	1,725	4,137	-4,844
1,460	0,750	2,400	1,974	2,982	2,906	5,873	-7,137
1,625	1,000	3,635	2,835	3,328	5,727	8,946	-11,612
1,777	1,250	6,174	4,460	2,321	13,276	15,175	-21,725
1,915	1,500	13,189	8,591	-5,831	29,221	31,748	-51,964
2,044	1,750	51,095	29,256	-80,660	206,213	115,362	-225,06

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{q}_0$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,I95	0,00	I,000	0,934	I,I06	-0,976	0,20I	0,367
0,247	0,25	I,282	I,I93	I,4I8	-I,246	0,262	0,465
0,3I3	0,50	I,692	I,552	I,868	-I,6I7	0,269	0,576
0,392	0,75	2,282	2,035	2,509	-2,I0I	0,564	0,669
0,48I	I,00	3,II4	2,662	3,398	-2,692	0,9II	0,68I
0,579	I,25	4,257	3,45I	4,578	-3,340	I,505	0,495
0,68I	I,50	5,787	4,4II	6,064	-3,922	2,477	-0,08I
0,783	I,75	7,80I	5,552	7,820	-4,205	4,0I5	-I,356

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{q}_0$ = 0,250; $\bar{a}$ = 0,250; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,220	0,00	I,000	0,98I	I,258	-I,084	0,254	0,380
0,28I	0,25	I,299	I,267	I,632	-I,398	0,337	0,48I
0,356	0,50	I,735	I,660	2,I70	-I,8I8	0,487	0,580
0,442	0,75	2,363	2,I83	2,926	-2,350	0,755	0,632
0,539	I,00	3,245	2,855	3,953	-2,965	I,22I	0,547
0,642	I,25	4,452	3,690	5,280	-3,579	I,998	0,I7I
0,746	I,50	6,066	4,698	6,896	-4,0I8	3,243	-0,74I
0,847	I,75	8,2I0	5,90I	8,728	-3,954	5,I93	-2,599

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{q}_0$ = 0,429; $\bar{a}$ = 0,429; E = 2,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,250	0,00	I,000	I,035	I,486	-I,222	0,356	0,363
0,32I	0,25	I,3I7	I,353	I,95I	-I,590	0,48I	0,456
0,406	0,50	I,784	I,786	2,6I4	-2,067	0,705	0,5I8
0,502	0,75	2,457	2,356	3,526	-2,637	I,097	0,476
0,605	I,00	3,399	3,079	4,728	-3,237	I,759	0,200
0,7I2	I,25	4,685	3,968	6,223	-3,726	2,829	-0,52I
0,8I6	I,50	6,4I9	5,04I	7,960	-3,835	4,5I5	-2,034
0,9I5	I,75	8,797	6,35I	9,799	-3,048	7,I69	-4,960

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{a}_o$ = 0,667; $\bar{a}$ = 0,667; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,283	0,00	I,000	I,096	I,838	-I,382	0,564	0,260
0,368	0,25	I,339	I,45I	2,443	-I,8I3	0,774	0,309
0,464	0,50	I,842	I,93I	3,286	-2,335	I,I4I	0,263
0,569	0,75	2,567	2,556	4,408	-2,89I	I,762	-0,000
0,677	I,00	3,585	3,339	5,8I6	-3,350	2,77I	-0,68I
0,785	I,25	4,99I	4,303	7,467	-3,46I	4,367	-2,I09
0,886	I,50	6,959	5,499	9,232	-2,735	6,886	-4,873
0,98I	I,75	9,902	7,077	I0,788	-0,085	II,042	-I0,262

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{a}_o$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,3I8	0,00	I,000	I,I62	2,387	-I,482	I,034	-0,I22
0,4I6	0,25	I,363	I,562	3,206	-I,944	I,434	-0,233
0,522	0,50	I,9I0	2,098	4,297	-2,4I2	2,I09	-0,597
0,632	0,75	2,709	2,79I	5,659	-2,732	3,204	-I,437
0,740	I,00	3,860	3,673	7,23I	-2,6I0	4,943	-3,I3I
0,842	I,25	5,559	4,8I7	8,852	-I,449	7,732	-6,395
0,937	I,50	8,285	6,430	I0,080	2,I89	I2,50I	-I2,9I8
I,025	I,75	I3,500	9,I59	9,298	I2,84I	2I,950	-27,802

$\bar{L}$ = 3,5; $\bar{a}_o$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,329	0,00	I,000	I,244	3,082	-0,968	2,247	-I,547
0,434	0,25	I,398	I,706	4,I68	-I,I83	3,I58	-2,275
0,54I	0,50	2,030	2,345	5,467	-I,026	4,649	-3,757
0,643	0,75	3,04I	3,235	6,838	0,045	7,045	-6,650
0,740	I,00	4,77I	4,564	7,879	3,342	II,342	-I2,492
0,83I	I,25	8,25I	6,9I3	7,II6	I2,977	I9,83I	-25,90I
0,9I7	I,50	I7,786	I2,657	-3,2I3	47,4I4	42,334	-66,5II
I,000	I,75	69,508	40,995	-I04,25I	274,I74	I56,466	-302,I20

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; $\bar{F}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,I7I	0,00	I,000	-I,029	0,993	0,I22	I,777	-I,I59
I,205	0,25	I,030	-I,060	I,023	0,I25	I,2I2	-I,I94
I,297	0,50	I,II7	-I,I47	I,I09	0,I36	I,3I5	-I,295
I,436	0,75	I,265	-I,289	I,256	0,I58	I,492	-I,472
I,6I45	I,00	I,488	-I,488	I,47I	0,204	I,767	-I,753
I,827	I,25	I,805	-I,745	I,763	0,307	2,I79	-2,I93
2,068	I,50	2,244	-2,063	2,I27	0,53I	2,787	-2,884
2,330	I,75	2,835	-2,440	2,524	I,00I	3,673	-3,973
2,608	2,0	3,6I8	-2,877	2,855	I,929	4,939	-5,675
2,894	2,25	4,645	-3,374	2,909	3,678	6,72I	-8,325
$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,469	0,00	I,000	0,682	I,076	-0,679	0,476	-0,053
0,560	0,25	I,204	0,820	I,295	-0,8I7	0,573	-0,064
0,672	0,50	I,494	I,0I5	I,606	-I,009	0,7I6	-0,086
0,804	0,75	I,9I0	I,284	2,049	-I,265	0,934	-0,I43
0,954	I,0	2,50I	I,647	2,670	-I,584	I,280	-0,28I
I,I2I	I,25	3,332	2,I28	3,5I2	-I,935	I,832	-0,59I
I,299	I,50	4,472	2,745	4,599	-2,289	2,698	-I,226
I,487	I,75	6,002	3,5I4	5,902	-2,288	4,027	-2,422
I,675	2,00	8,002	4,447	7,292	-I,79I	5,996	-4,529
I,856	2,25	I0,575	5,555	8,48I	-0,202	8,827	-8,059

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,250; $\bar{a}$ = 0,250; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,300	0,00	I,000	-I,080	0,963	0,3II	I,33I	-I,4II
I,339	0,25	I,03I	-I,II4	0,993	0,32I	I,373	-I,453
I,442	0,50	I,I22	-I,209	I,080	I,350	I,494	-I,584
I,595	0,75	2,276	-I,363	I,227	0,404	I,704	-I,808
I,789	I,00	I,508	-I,575	I,439	0,504	2,028	-2,I66
2,0I6	I,25	I,888	-I,848	I,7I8	0,895	2,5I3	-2,724
2,269	I,50	2,293	-2,I8I	2,044	I,066	3,226	-3,596
2,543	I,75	2,907	-2,575	2,349	I,779	4,254	-4,956
2,829	2,00	3,722	-3,030	2,489	3,I09	5,7I4	-7,068
3,I23	2,25	4,805	-3,550	2,I6I	5,539	7,758	-I0,348

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,542	0,00	I,000	0,702	I,I74	-0,685	0,575	-0,I4I
0,648	0,25	I,2II	0,850	I,422	-0,829	0,696	-0,I7I
0,774	0,50	I,5I4	I,058	I,775	-I,027	0,877	-0,225
0,920	0,75	I,949	I,344	2,276	-I,285	I,I56	-0,336
I,084	I,00	2,569	I,73I	2,969	-I,588	I,595	-0,569
I,262	I,25	3,437	2,238	3,889	-I,880	2,286	-I,043
I,45I	I,50	4,625	2,883	5,036	-2,032	3,357	-I,948
I,843	I,75	6,2II	3,683	6,337	-I,803	4,968	-3,57I
I,833	2,00	8,283	4,647	7,593	-0,775	7,3I7	-6,332
2,0II	2,25	I0,975	5,798	8,389	I,757	I0,660	-I0,875

Таблица 4 (приложение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,429; $\bar{a}$ = 0,429; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,46I	0,00	I,000	-I,I43	0,875	0,628	I,55I	-I,795
I,506	0,25	I,033	-I,I80	0,904	0,649	I,602	-I,854
I,623	0,50	I,I28	-I,285	0,987	0,709	I,750	-2,026
I,794	0,75	I,290	-I,453	I,I25	0,82I	2,006	-2,327
2,005	I,00	I,533	-I,682	I,3I7	I,0I5	2,403	-2,805
2,250	I,75	I,878	-I,973	I,552	I,36I	2,993	-3,549
2,5I8	I,50	2,355	-2,327	I,78I	I,986	3,853	-4,702
2,804	I,75	2,999	-2,743	I,893	3,II4	5,084	-6,487
3,I0I	2,0	3,866	-3,224	I,650	5,I36	6,8I8	-9,248
3,409	2,25	5,050	-3,786	0,569	8,770	9,248	-I3,574

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,63I	0,00	I,000	0,726	I,303	-0,664	0,732	-0,366
0,756	0,25	I,2I9	0,885	I,588	-0,808	0,893	-0,366
0,90I	0,50	I,537	I,I09	I,996	-I,004	I,I35	-0,478
I,065	0,75	I,986	I,4I7	2,569	-I,243	I,509	0,688
I,245	I,00	2,449	I,83I	3,347	-I,489	2,095	-I,089
I,436	I,25	3,562	2,369	4,342	-I,643	3,003	-I,842
I,634	I,50	4,807	3,048	5,5I2	-I,509	4,379	-3,I93
I,829	I,75	6,465	3,883	6,708	-0,744	6,406	-5,507
2,0I7	2,00	8,648	4,893	7,607	I,238	9,3I6	-9,334
2,I89	2,25	II,568	6,I28	7,556	5,500	I3,462	-I5,608

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,667; $\bar{a}$ = 0,677; $\bar{E}$ = 0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,663	0,00	I,000	-I,2I9	0,642	I,207	I,873	-2,424
I,7I7	0,25	I,035	-I,262	0,665	I,249	I,939	-2,509
I,853	0,50	I,I36	-I,379	0,729	I,373	2,I29	-2,755
2,045	0,75	I,307	-I,565	0,829	I,596	2,456	-3,I86
2,279	I,00	I,564	-I,8I6	0,954	I,974	2,96I	-3,869
2,545	I,25	I,930	-2,I32	I,062	2,6I7	3,709	-4,929
2,832	I,50	2,438	-2,5I3	I,049	3,726	4,789	-6,563
3,I34	I,75	3,I36	-2,963	0,705	5,634	6,322	-9,084
3,450	2,00	4,I04	-3,497	-0,4I6	9,055	8,480	-I3,025
3,79I	2,25	5,52I	-4,I58	-3,297	I5,286	II,556	-I9,432

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}'$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,743	0,00	I,000	0,754	I,46I	-0,562	I,00I	-0,606
0,893	0,25	I,229	0,926	I,795	-0,688	I,233	-0,748
I,063	0,50	I,565	I,I70	2,273	-0,849	I,582	-0,979
I,248	0,75	2,052	I,505	2,929	-I,0I2	2,I7I	-I,386
I,446	I,00	2,746	I,95I	3,783	-I,09I	2,952	-2,II0
I,650	I,25	3,7I4	2,526	4,80I	-0,9I0	4,2I2	-3,38I
I,853	I,50	5,032	3,247	5,854	-0,I55	6,077	-5,539
2,048	I,75	6,807	4,I37	6,648	I,7I9	8,770	-9,I03
2,228	2,00	9,228	5,244	6,584	5,704	I2,629	-I4,953
3,49I	2,25	I2,749	6,709	4,303	I3,947	I8,325	-24,936

Таблица 4 (приложение)

$\bar{L} = 4{,}0$; $\bar{a}_0 = 1{,}000$; $\bar{a} = 1{,}000$; $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\Phi}$	$\bar{y}_0^{\Phi}$	$\bar{Q}_0^{\Phi}$	$\bar{M}_0^{\Phi}$
1,922	0,00	1,000	-1,318	-0,011	2,397	2,350	-3,546
1,988	0,25	1,038	-1,367	-0,012	2,488	2,439	-3,679
2,149	0,50	1,146	-1,501	-0,016	2,751	2,694	-4,066
2,370	0,75	1,329	-1,711	-0,039	3,223	3,134	-4,749
2,634	1,00	1,607	-1,992	-0,132	4,009	3,809	-5,818
2,926	1,25	2,008	-2,346	-0,409	5,317	4,804	-7,485
3,239	1,50	2,577	-2,778	-1,118	7,529	6,230	-10,070
3,576	1,75	3,401	-3,309	-2,780	11,382	8,258	-14,149
3,951	2,00	4,660	-3,997	-6,600	18,461	11,169	-20,888
4,415	2,25	6,809	-4,995	-15,792	32,748	15,466	-33,028

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}'$	$\bar{y}_0^{\Phi}$	$\bar{y}_0^{\Phi}$	$\bar{Q}_0^{\Phi}$	$\bar{M}_0^{\Phi}$
0,885	0,00	1,000	0,788	1,603	-0,201	1,507	-1,281
1,068	0,25	1,241	0,976	1,986	-0,244	1,873	-1,595
1,267	0,50	1,599	1,245	2,525	-0,262	2,429	-2,099
1,477	0,75	2,121	1,613	3,227	-0,159	3,277	-2,944
1,691	1,00	2,868	2,100	4,047	0,255	4,558	-4,366
1,902	1,25	3,918	2,728	4,835	1,324	6,450	-6,729
2,102	1,50	5,382	3,527	5,253	3,661	9,199	-10,609
2,286	1,75	7,478	4,567	4,581	8,446	13,199	-17,047
2,452	2,00	10,739	6,037	1,056	18,439	19,296	-28,481
2,602	2,25	16,788	8,525	-10,943	41,995	29,470	-51,529

Таблица 4 (приложение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_0$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
2,26I	0,00	I,000	-I,459	-2,I40	5,270	2,9I6	-5,7II
2,344	0,25	I,042	-I,5I9	-2,229	5,489	3,037	-5,948
2,54I	0,50	I,I6I	-I,68I	-2,494	6,I30	3,387	-6,638
2,806	0,75	I,369	-I,935	-2,999	7,288	3,990	-7,858
3,II7	I,00	I,692	-2,28I	-3,934	9,237	4,9I8	-9,832
3,467	I,25	2,I86	-2,734	-5,729	I2,558	6,279	-I2,988
3,867	I,50	2,964	-3,342	-9,369	I8,469	8,230	-I8,I72
4,36I	I,75	4,289	-4,2I9	-I7,3I8	29,834	I0,972	-27,403
5,052	2,00	6,799	-5,634	-36,360	53,939	I4,460	-44,203
6,084	2,25	II,74I	-7,984	-83,342	I06,403	I6,I6I	-75,746

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,048	0,00	I,000	0,832	I,356	I,I24	2,55I	-3,004
I,27I	0,25	I,258	I,044	I,696	I,426	3,2I0	-3,787
I,499	0,50	I,648	I,350	2,I25	I,98I	4,2I4	-5,034
I,727	0,75	2,34I	I,775	2,532	3,077	5,728	-7,06I
I,943	I,00	3,I00	2,353	2,642	5,246	7,982	-I0,388
2,I44	I,25	4,423	3,I54	I,826	9,545	II,350	-I5,962
2,325	I,50	6,595	4,349	-I,490	I8,447	I6,593	-25,903
2,490	I,75	I0,796	6,455	-I2,3I3	39,382	25,706	-46,300
2,642	2,00	2I,9I8	II,587	-53,445	I04,083	45,694	-I0I,769
2,782	2,25	80,453	36,733	-336,II6	486,049	I22,345	-390,942

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^*$	$\bar{y}_o^{*\prime}$	$\bar{Q}_o^*$	$\bar{M}_o^*$
0,I99	0,00	I,000	0,945	I,I07	-0,988	0,205	0,375
0,253	0,25	I,287	I,2I2	I,424	-I,266	0,268	0,475
0,322	0,50	I,706	I,584	I,885	-I,65I	0,379	0,592
0,406	0,75	2,3I6	2,092	2,550	-2,I62	0,583	0,695
0,506	I,00	3,I90	2,767	3,485	-2,800	0,950	0,720
0,6I9	I,25	4,4I5	3,638	4,754	-3,525	I,585	0,546
0,745	I,50	6,083	4,728	6,386	-4,223	2,634	-0,027
0,879	I,75	8,284	6,047	8,336	-4,657	4,282	-I,305
I,0I6	2,00	II,099	7,589	I0,427	-4,4I8	6,743	-3,720
I,I49	2,25	I4,6I5	9,34I	I2,278	-2,846	I0,263	-7,878

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_o$ = 0,250; $\bar{a}$ = 0,250; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^*$	$\bar{y}_o^{*\prime}$	$\bar{Q}_o^*$	$\bar{M}_o^*$
0,225	0,00	I,000	0,995	I,262	-I,I00	0,259	0,389
0,289	0,25	I,304	I,29I	I,644	-I,425	0,345	0,494
0,368	0,50	I,752	I,70I	2,I98	-I,865	0,50I	0,60I
0,463	0,75	2,405	2,257	2,988	-2,432	0,784	0,664
0,572	I,00	3,339	2,988	4,080	-3,I08	I,280	0,590
0,695	I,25	4,640	3,922	5,523	-3,8I7	2,II6	0,222
0,829	I,50	6,397	5,074	7,3I0	-4,387	3,457	-0,695
0,968	I,75	8,694	6,450	9,334	-4,494	5,505	-2,530
I,I06	2,00	II,6I2	8,038	II,3I7	-3,6II	8,486	-5,796
I,237	2,25	I5,274	9,837	I2,729	-0,878	I2,682	-II,242

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 4{,}0$; $\bar{a}_0 = 0{,}429$; $\bar{a} = 0{,}429$ $\bar{E} = 2{,}0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,257	0,00	I,000	I,053	I,495	-I,245	0,364	0,375
0,333	0,25	I,324	I,384	I,973	-I,630	0,494	0,474
0,425	0,50	I,807	I,84I	2,663	-2,I36	0,729	0,545
0,532	0,75	2,5I2	2,455	3,629	-2,756	I,I46	0,5I3
0,654	I,00	3,5I7	3,254	4,926	-3,436	I,856	0,245
0,787	I,25	4,906	4,258	6,569	-4,039	3,0II	-0,480
0,928	I,50	6,762	5,479	8,487	-4,296	4,799	-I,989
I,070	I,75	9,I68	6,9I2	I0,465	-3,754	7,438	-4,743
I,206	2,00	I0,226	8,553	I2,064	-I,679	II,I85	-9,399
I,332	2,25	I6,I53	I0,438	I2,47I	3,200	I6,426	-I7,038

$\bar{L} = 4{,}0$; $\bar{a}_0 = 0{,}667$; $\bar{a} = 0{,}667$; $\bar{E} = 2{,}0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,296	0,00	I,000	I,I2I	I,859	-I,42I	0,578	0,276
0,388	0,25	I,349	I,495	2,490	-I,878	0,799	0,333
0,495	0,50	I,873	2,C~0	3,382	-2,445	I,I89	0,296
0,6I8	0,75	2,640	2,695	4,590	-3,073	I,856	0,037
0,754	I,00	3,727	3,57I	6,I32	-3,635	2,944	-0,650
0,897	I,25	5,2I5	4,652	7,948	-3,879	4,636	-2,078
I,042	I,50	7,I84	5,94I	9,838	-3,373	7,I46	-4,690
I,I82	I,75	9,736	7,437	II,390	-I,420	I0,723	-9,II9
I,3II	2,00	I3,07I	9,I77	II,835	3,I9I	I5,74I	-I6,399
I,428	2,25	I7,7I5	II,3I8	9,525	I3,027	22,976	-28,7I7

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_0$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,344	0,00	I,000	I,I98	2,444	-I,556	I,068	-0,I00
0,455	0,25	I,377	I,627	3,3I7	-2,064	I,496	-0,206
0,583	0,50	I,95I	2,2II	4,497	-2,60I	2,223	-0,573
0,722	0,75	2,789	2,975	5,986	-3,0I5	3,399	-I,425
0,869	I,00	3,968	3,932	7,693	-3,020	5,2II	-3,I00
I,0I6	I,25	6,57I	5,090	9,376	2,I33	7,877	-6,075
I,I56	I,50	7,7I6	6,462	I0,555	0,442	II,669	-II,058
I,285	I,75	I0,644	8,II3	I0,298	6,I66	I7,036	-I9,297
I,40I	2,00	I5,00I	I0,27I	6,424	I8,424	24,994	-33,669
I,508	2,25	22,8I4	I3;672	-8,0I5	47,579	38,359	-62,700

$\bar{L}$ = 4,0; $\bar{a}_0$ = I,500; $\bar{a}$ = I,500; $\bar{E}$ = 2,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,393	0,00	I,000	I,280	3,24I	-I,II2	2,354	-I,545
0,526	0,25	I,408	I,768	4,4I6	-I,39I	3,330	-2,289
0,670	0,50	2,036	2,426	5,805	-I,324	4,873	-3,756
0,8I6	0,75	2,959	3,272	7,I98	-0,475	7,I93	-6,389
0,958	I,00	4,283	4,329	8,I65	I,893	I0,555	-I0,856
I,089	I,25	6,206	5,668	7,846	7,I44	I5,390	-I8,332
I,209	I,50	9,222	7,496	4,2II	I8,43I	22,645	-3I,498
I,3I9	I,75	I4,865	I0,493	-9,I83	45,35I	34,92I	-58,243
I,424	2,00	29,558	I7,442	-62,079	I29,424	6I,478	-I30,860
I,523	2,25	I06,673	50,752	-43I,I66	630,883	I62,853	-2II,I88

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 5,0; $\bar{a}_o$ = 0,III; $\bar{a}$ = 0,III; $\bar{F}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
I,I87	0,000	I,000	-I,045	0,993	0,I23	0,I93	-I,I77
I,222	0,250	I,030	-I,076	I,024	0,I27	I,230	-I,2I3
I,3I7	0,500	I,II9	-I,I67	I,III	0,I39	I,336	-I,3I8
I,462	0,750	I,270	-I,3I5	I,26I	0,I6I	I,5I9	-I,50I
I,650	I,000	I,499	-I,523	I,482	0,209	I,806	-I,794
I,877	I,250	I,829	-I,796	I,785	0,3I6	2,239	-2,256
2,I4I	I,500	2,289	-2,I39	8,I68	0,550	2,885	-2,990
2,438	I,750	2,9I9	-2,558	2,595	I,044	3,839	-4,I57
2,768	2,000	3,765	-3,057	2,967	2,025	5,2I9	-5,996
3,I26	2,250	4,878	-3,640	3,070	3,856	7,I58	-8,842
3,508	2,500	6,3I3	-4,305	2,505	7,084	9,778	-I3,II8
3,907	2,750	8,I22	-5,048	0,6II	I2,482	I3,I26	-I9,307
$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_o^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_o^{\varphi}$	$\bar{Q}_o^{\varphi}$	$\bar{M}_o^{\varphi}$
0,47I	0,000	I,000	0,685	I,076	-0,682	0,478	-0,053
0,563	0,250	I,204	0,825	I,296	-0,822	0,576	-0,064
0,677	0,500	I,498	I,022	I,6II	-I,0I6	0,720	-0,087
0,8I2	0,750	I,9I8	I,296	2,060	-I,277	0,943	-0,I44
0,967	I,000	2,522	I,670	2,693	-I,606	I,297	-0,284
I,I42	I,250	3,378	2,I70	3,562	-I,973	I,867	-0,602
I,337	I,500	4,575	2,327	4,706	-2,297	2,776	-I,26I
I,553	I,750	6,223	3,674	6,I2I	-2,398	4,200	-2,523
I,788	2,000	8,45I	4,747	7,709	-I,943	6,365	-4,79I
2,040	2,250	II,40I	6,078	9,I95	-0,370	9,537	-8,63I
2,307	2,500	I5,2I8	7,693	I0,0I2	3,I90	I3,973	-I4,779
2,582	2,750	20,025	9,600	9,I64	9,962	I9,823	-24,075

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L} = 5\,0$; $\bar{a}_0 = 0{,}250$; $\bar{a} = 0{,}250$; $\bar{E} = 0{,}0$

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,322	0,000	I,000	-I,I00	0,962	0,3I7	I,353	-I,436
I,362	0,250	I,032	-I,I35	0,993	0,327	I,396	-I,482
I,470	0,500	I,I25	-I,234	I,082	0,357	I,522	-I,6I5
I,630	0,750	I,283	-I,394	I,232	0,4I3	I,740	-I,850
I,836	I,000	I,522	-I,6I9	I,45I	0,5I8	2,08I	-2,225
2,082	I,250	I,867	-I,9II	I,742	0,7I8	2,594	-2,8I6
2,365	I,500	2,347	-2,277	2,087	I,III	3,358	-3,748
2,682	I,750	3,004	-2,720	2,42I	I,867	4,473	-5,2I5
3,030	2,000	3,882	-3,244	2,593	3,273	6,063	-7,493
3,405	2,250	5,034	-3,852	2,308	5,773	8,254	-I0,954
3,800	2,500	6,5II	-4,540	I,047	I0,0II	II,I29	-I6,043
4,206	2,750	8,360	-5,298	-2,0I0	I6,842	I4,663	-23,229

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,545	0,000	I,000	0,707	I,I75	-0,689	0,578	-0,I42
0,652	0,250	I,2I2	0,856	I,425	-0,835	0,70I	-0,I73
0,78I	0,500	I,5I8	I,068	I,782	-I,037	0,885	-0,227
0,932	0,750	I,96I	I,36I	2,292	-I,30I	I,I69	-0,340
I,I02	I,000	2,586	I,76I	3,004	-I,6I6	I,62I	-0,579
I,294	I,250	2,499	2,295	3,963	-I,929	2,343	-I,069
I,505	I,500	4,76I	2,994	5,I89	-2,II3	3,480	-2,0I8
I,736	I,750	6,494	3,892	6,635	-I,920	5,230	-3,752
I,986	2,000	8,829	5,022	8,I22	-0,9II	7,840	-6,748
2,252	2,250	II,904	6,4I5	9,240	I,6I9	II,572	-II,655
2,530	2,500	I5,85I	8,087	9,2I9	6,7I0	I6,634	-I9,260
2,8I0	2,750	20,769	I0,037	6,794	I5,755	23,057	-30,387

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 5,0; $\bar{a}_0$ = 0,429; $\bar{a}$ = 0,429; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
I,49I	0,000	I,000	-I,I68	0,873	0,642	I,58I	-I,833
I,540	0,250	I,035	-I,209	0,903	0,664	I,637	-I,887
I,662	0 500	I,I3I	-I,3I7	0,987	0,727	I,790	-2,075
I,844	0,750	I,300	-I,495	I,I29	0,846	2,062	-2,395
2,07I	I,000	I,55I	-I,739	I,327	I,050	2,479	-2,898
2,343	I,250	I,9I6	-2,058	I,573	I,422	3,II6	-3,702
2,649	I,500	2,4I9	-2,449	I,8I9	2,082	4,039	-4,936
2,99I	I,750	3,II3	-2,924	I,94I	3,300	5,388	-6,883

$\bar{\rho}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{\varphi}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,636	0,000	I,000	0,732	I,305	-0,669	0,737	-0,30I
0,764	0,250	I,224	0,895	I,596	-0,8I7	0,903	-0,370
0,9I3	0,500	I,544	I,I23	2,009	-I,0I7	I,I49	-0,484
I,084	0,750	2,0I7	I,444	2,60I	-I,265	I,539	-0,703
I,275	I,000	2,689	I,875	3,404	-I,526	2,I43	-I,II5
I,488	I,250	3,657	2,455	4,463	-I,696	3,II3	-I,9I6
I,7I9	I,500	4,992	3,204	5,738	-I,595	4,589	-3,342
I,97I	I,750	6,843	4,I69	7,II2	-0,8I8	6,845	-5,879

Таблица 4 (продолжение)

$\bar{L}$ = 5,0; $\bar{a}_0$ = I,000; $\bar{a}$ = I,000; $\bar{E}$ = 0,0

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{M}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
2,005	0,00	I,000	I,365	-0,048	2,485	2,430	-3,674
2,076	0,25	I,039	-I,4I7	-0,050	2,582	2,525	-3,8I8
2,252	0,50	I,I5I	-I,562	-0,059	2,865	2,799	-4,233
2,499	0,75	I,343	-I,790	-0,09I	3,374	3,272	-4,963
2,80I	I,00	I,633	-2,099	-0,I98	4,220	4,002	-6,I24
3,I45	I,25	2,048	-2,489	-0,499	5,6I3	5,069	-7,9I0
3,524	I,50	2,624	-2,962	-I,225	7,89I	6,562	-I0,597
3,928	I,75	3,400	-3,5I5	-2,788	II,56I	8,544	-I4,533
4,348	2,00	4,4I9	-4,I42	-5,858	I7,326	I0,995	-20,I0I
4,772	2,25	5,730	-4,836	II,47I	26,III	I3,723	-27,654
5,I9I	2,50	7,399	-5,592	2I,236	39,I62	I6,239	-37,449
5,602	2,75	9,569	-6,425	37,958	58,466	I7,505	-49,662

$\bar{p}$	$\bar{t}$	$\bar{y}$	$\bar{y}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{y}_0^{\varphi}$	$\bar{Q}_0^{\varphi}$	$\bar{M}_0^{\varphi}$
0,9I0	0,00	I,000	0,802	I,6I3	-0,202	I,535	-I,308
I,I04	0,25	I,247	0,999	2,007	-0,247	I,9I6	-I,636
I,320	0,50	I,6I6	I,282	2,568	-0,266	2,50I	-2,I67
I,557	0,75	2,I63	I,676	3,3II	-0,I6I	3,406	-3,066
I,8I4	I,00	2,958	2,2II	4,20I	0,268	4,793	-4,597
2,090	I,25	4,090	2,9I5	5,092	I,382	6,866	-7,I56
2,38I	I,50	5,659	3,8I6	5,647	3,773	9,852	-II,29I
2,683	I,75	7,773	4,938	5,2I8	8,327	I3,938	-I7,684
2,987	2,00	I0,532	6,29I	2,72I	I6,26I	I9,I73	-27,075
3,28I	2,25	I4,025	7,869	-3,502	29,II9	25,3I3	-40,I2I
3,553	2,50	I8,363	9,669	I5,928	48,868	3I,652	-57,29I
3,793	2,75	23,8I7	II,735	38,752	78,6I2	36,773	-79,047

5. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример I. Требуется определить горизонтальное перемещение Δ_r и угол поворота головы сваи φ, а также предельную несущую способность сваи $P_{пр}$. Свая железобетонная круглая, полая с наружным диаметром $d = 0{,}6$ м и внутренним диаметром $d_в = 0{,}4$ м. Голова сваи расположена на расстоянии $l_0 = 2$ м от поверхности грунта. Свая погружена в мелкий песок, коэффициент пористости песка $e = 0{,}65$, модуль деформации $E = 27{,}0$ МПа, фактическая глубина погружения $L = 8$ м. Начальный модуль упругости бетона тона $E = 2{,}9 \cdot 10^4$ МПа. К голове сваи приложены внешние нагрузки в виде вертикальной силы N, горизонтальной силы P и момента M нормативные значения которых соответственно равны 300 кН, 40 кН и 20 кН·м. Предельный изгибающий момент, воспринимаемый поперечным сечением сваи равен 150 кН·м. Коэффициенты перегрузки в расчетах по первой группе предельных состояний: для вертикальной силы I,I или 0,9, для горизонтальной силы и момента – I,2.

Р е ш е н и е. Момент инерции поперечного сечения сваи

$$J = \frac{3{,}14\ (0{,}6^4 - 0{,}4^4)}{64} = 5{,}1 \cdot 10^{-3}\ м^4.$$

Жесткость поперечного сечения сваи при изгибе

$$E_б J = 2{,}9 \cdot 10^4 \cdot 5{,}1 \cdot 10^{-3} = 14{,}8 \cdot 10^4\ кН \cdot м^2.$$

В соответствии с п.I.7 определяем условную ширину сваи

$$b_c = 1{,}5\,d + 0{,}5 = 1{,}5 \cdot 0{,}6 + 0{,}5 = 1{,}4\ м.$$

Согласно табл.I для мелкого песка с $e = 0{,}65$ и $E = 27{,}0$ МПа коэффициент пропорциональности $K = 9000$ кН/м^4, прочностной коэффициент пропорциональности $a_1 = 53$ кН/м^3.

Вычисляем коэффициент деформации по формуле (I.IO)

$$\alpha_g = \sqrt[5]{\frac{K b_1}{EJ}} = \sqrt[5]{\frac{9000 \cdot 1{,}4}{14{,}8 \cdot 10^4}} = 0{,}614.$$

По формуле (I.9) определяем приведенную глубину погружения сваи

$$\bar{L} = \alpha_g L = 0{,}614 \cdot 8 = 4{,}9 > 4.$$

Определяем приведенный эксцентриситет приложения внешней нагрузки

$$\bar{E} = \alpha_g \left(\frac{M + P l_0}{P}\right) = \left(\frac{20 + 40 \cdot 2}{40}\right) \cdot 0{,}616 = 1{,}53.$$

Приняв, согласно табл.3 при $\bar{L} = 4$ и $\bar{E} = 1{,}6$, $\bar{P}_{гр}^{упр} = 0{,}199$ при $\bar{t} = 0$, вычисляем $P_{гр}^{упр}$ по формуле (2.1).

$$P_{гр}^{упр} = \frac{\bar{P}_{гр}^{упр} \cdot b_c \cdot a_1}{\alpha_g^2} = \frac{0{,}199 \cdot 1{,}4 \cdot 53}{0{,}614^2} = 39\text{кН}$$

Т.к. сила $P_{гр}^{упр} < P = 40$ кН, то расчет ведется по второй стадии работы системы свая–грунт.

Определяем величину приведенной силы $\bar{P}$, соответствующей внешней силе P, по формуле (2.12)

$$\bar{P} = \frac{P \alpha_g^2}{a_1 b_c} = \frac{4{,}0 \cdot 0{,}614^2}{1{,}4 \cdot 5{,}3} = 0{,}203.$$

По табл.3 определяем значения $\bar{y}$ и $\bar{\varphi}$, соответствующие значению $\bar{P}$

$$y = 1{,}03; \quad \bar{\varphi} = 0{,}90$$

По формулам (2.10) и (2.11) вычисляем перемещения сваи на уровне поверхности грунта y_0 и φ_0

$$y_0 = \bar{y} \frac{a_1}{K} = 1{,}03 \frac{53}{9000} = 0{,}00606 \text{ м};$$

$$\varphi_0 = \bar{\varphi} \frac{a_1 \alpha_g}{K} = 0{,}9 \frac{53 \cdot 0{,}614}{9000} = 0{,}00325 \text{ рад.}$$

Искомое решение сваи находим по формулам (1.12),(1.13).

$$\Delta_r = 60{,}6 \cdot 10^{-4} + 32{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 + \frac{40 \cdot 2^3}{3 \cdot 14{,}8 \cdot 10^4} + \frac{20 \cdot 2^2}{2 \cdot 14{,}8 \cdot 10^4} = 1{,}38 \cdot 10^{-4};$$

$$\varphi = 32{,}5 \cdot 10^{-4} + \frac{40 \cdot 2^2}{2 \cdot 14{,}8 \cdot 10^4} + \frac{20 \cdot 2}{14{,}8 \cdot 10^4} = 4{,}06 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

Найдем предельную нагрузку, воспринимаемую сваей. Решая уравнение (3.9), определяем величину Z_t

$$Z_t^3 + \frac{3}{2} \cdot 2{,}5 Z_t^2 - \frac{3 \cdot 15}{1{,}4 \cdot 5{,}3} = 0; \qquad Z_t = 1{,}1 \text{ м}$$

По формуле (3.8) определяем $P_{пред}$

$$P_{пред} = \frac{a_1 b_c}{2} Z_t^2 = \frac{5{,}3 \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}1^2}{2} = 45 \text{ кН}$$

Пример 2. Для сваи, рассмотренной в примере 1, но работающей в условиях исключающих возможность поворота ее головы, определить горизонтальное перемещение Δ_r последней от действия горизонтальной силы $P = 120$ кН.

Р е ш е н и е. Определяем приведенное значение силы $\bar{P}$, соответствующее величине внешней нагрузки P = I20 кН по формуле (2.I2)

$$\bar{P} = \frac{P_d l^2}{b_c a_1} = \frac{I20 \cdot 0,6I4^2}{I,4 \cdot 5,3} = 0,609.$$

По табл.3 определяем $\bar{P}_{гр}^{упр}$ при $\bar{t} = 0$, которое равно $\bar{P}_{гр}^{упр} = I,064$ и $\bar{y}_{гр}^{упр} = I$.

Определяем значение $y_{o\,гр}^{упр}$ по формуле (2.8)

$$y_{o\,гр}^{упр} = \bar{y}_{гр}^{упр} \frac{a_1}{K} = I \cdot \frac{53}{9000} = 0,0059 \text{ м}.$$

Вычисляем значение $\Delta_r = y_o$ по формуле (2.6)

$$y_o = y_{o\,гр}^{упр} \cdot \frac{P}{P_{гр}^{упр}} = 0,0059 \frac{0,609}{I,0648} = 0,0034 \text{ м}.$$

Пример 3. Для сваи, рассмотренной в примере 2, вычислить изгибающий момент в месте заделки сваи в ростверк, возникающий при приложении к ней расчетной нагрузки P = 2I6 кН, а также предельную несущую способность сваи $P_{пред}$. В рассматриваемом примере, предельный момент, воспринимаемый поперечным сечением сваи $M_т$, больше, чем в примере 2 и равен 400 кН.м.

Р е ш е н и е. Определяем приведенное значение силы $\bar{P}$ по формуле (2.I2)

$$\bar{P} = \frac{P_d l^2}{b_c a_1} = \frac{2I6 \cdot 0,6I4^2}{I,4 \cdot 53} = I,096.$$

По табл.3 при $\bar{L} = 4$ и $\bar{E} = 0$ определяем значение приведенного момента защемления, соответствующего значению силы

$$\bar{P} = I,096 \quad \bar{M} = - I,0I5.$$

По формуле (3.7) вычисляем расчетный изгибающий момент $M_з$, возникающий в месте заделки сваи в ростверк

$$M_з = M \frac{a \cdot b_c}{\alpha_g^3} = - I,0I5 \frac{53 \cdot I,4}{0,6I4^3} = - 307 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Вычисляем предельную горизонтальную нагрузку, воспринимаемую сваей, по формуле (3.II)

$$P_{пред} = I,65 \sqrt[3]{a_1 b_c M_т^2} = I,65 \sqrt[3]{53 \cdot I,4 \cdot 400^2} = 344 \text{ кН}.$$

Пример 4. Требуется определить горизонтальное перемещение сваи в уровне поверхности грунта y_o, угол поворота сваи φ, а также предельную несущую способность сваи. Геометрические характеристики сваи те же, что и в примере I. Свая погружена в суглинок,

консистенция которого $J_L < 0,2$, угол внутреннего трения грунта $\varphi = 26^\circ$, удельное сцепление – 0,047 МПа, коэффициент пористости $e = 0,45$, фактическая глубина погружения сваи $L = 8$ м. К свае на уровне поверхности грунта приложена горизонтальная сила $P = 60$кН. Предельный изгибающий момент, воспринимаемый поперечным сечением сваи, $M_T = 350$ кН·м. Согласно табл.2 для данного вида грунта принимаем следующие значения расчетных параметров: $a_0 = 0,04$ МПа; $a_1 = 39$ кН/м^3;

$$K_0 = 17500 \text{ кН/м}^3, \quad K = 17000 \text{ кН/м}^4.$$

Вычисляем коэффициент деформации по формуле (I.IO)

$$\alpha_g = \sqrt[5]{\frac{K b_c}{E_б \bar{y}}} = \sqrt[5]{\frac{17000 \cdot 1,4}{14,8 \cdot 10^4}} = 0,813.$$

По формуле (I.9) определяем приведенную глубину погружения сваи

$$\bar{L} = \alpha_g L = 0,813 \cdot 8 = 6,5 > 5.$$

По формуле (2.3) вычисляем значения коэффициента μ

$$\mu = \frac{1}{1 + \frac{a_1 \cdot 1}{a_0}} = \frac{1}{1 + \frac{3,9 \cdot 1}{4}} = 0,5.$$

По формуле (2.2) вычисляем значение $\bar{a}_1$,

$$\bar{a}_0 = \frac{\mu}{1-\mu} = \frac{0,5}{1 \cdot 0,5} = 1$$

По формуле (2.5) вычисляем значение коэффициента ξ

$$\xi = \frac{1}{1 + \frac{K \cdot 1}{K_0}} = \frac{1}{1 + \frac{17000 \cdot 1}{17500}} \approx 0,5.$$

По формуле (2.4) вычисляем значение $\bar{a}$

$$\bar{a} = \frac{\xi}{1-\xi} = \frac{0,5}{1-0,5} = 1.$$

По табл.4 определяем значение $\bar{P}_{гр}^{упр} = 0,910$ при $\bar{t} = 0$

$$P_{гр}^{упр} = \frac{\bar{P}_{гр}^{упр} \cdot b_c a_1}{\alpha_g^2} = \frac{0,910 \cdot 1,4 \cdot 3,9}{0,813^2} = 75 \text{ кН}.$$

Следовательно, $P_{гр}^{упр} > P$ т.е. свая работает в упругой стадии.

Вычисляем истинное значение $y_{гр}^{упр}$ и $\varphi_{гр}^{упр}$ по формулам (2.8) и (2.9):

$$y_{гр}^{упр} = \bar{y}_{гр}^{упр} \frac{a_1}{K} = 1 \cdot \frac{39}{17000} = 0,00229 \text{ м};$$

$$\varphi_{гр}^{упр} = \bar{\varphi}_{гр}^{упр} \frac{a \cdot \alpha_g}{K} = 0{,}802 \ \frac{39 \cdot 0{,}813}{17000} = 0{,}0015 \text{ рад.}$$

По формуле (2.12) вычисляем приведенное значение $\bar{P}$

$$\bar{P} = \frac{P \alpha_g^2}{b_c a_1} = \frac{60 \cdot 0{,}813^2}{1{,}4 \cdot 39} = 0{,}72633$$

Вычисляем значения y_o и φ_o по формулам (2.6), (2.7)

$$y_o = y_{o\,гр}^{упр} \cdot \frac{\bar{P}}{\bar{P}_{гр}^{упр}} = 0{,}00229 \ \frac{0{,}72633}{0{,}920} = 0{,}00183 \text{ м.}$$

$$\varphi_o = \varphi_{o\,гр}^{упр} \cdot \frac{\bar{P}}{\bar{P}_{гр}^{упр}} = 0{,}0015 \ \frac{0{,}72633}{0{,}910} = 0{,}0012 \text{ рад}$$

Для определения предельной горизонтальной нагрузки, воспринимаемой сваей, решаем кубическое уравнение (3.13) относительно z_t

$$z_t^3 + \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{a_o}{a_1} + E\right) z_t^2 + 3E \frac{a_o}{a_1} z_t - \frac{3M_T}{a_1 b_c} = 0$$

$$z_t^3 + \frac{3}{2} \cdot \frac{40}{39} z_t^2 - \frac{34}{1{,}4 \cdot 39} = 0; \quad z_t = 2{,}37 \text{ м.}$$

По формуле (3.12) вычисляем значение $P_{пред}$

$$P_{пред} = a_o b_c z_t + \frac{a_o b_c}{2} z_t^2 = 40 \cdot 1{,}4 \cdot 2{,}37 + \frac{40 \cdot 1{,}4}{2} \cdot 2{,}37^2 =$$

$$= 290 \text{ кН.}$$

Пример 5. Требуется определить горизонтальное перемещение y_o и угол поворота φ_o, а также расчетные значения наибольшего изгибающего момента для сваи, рассмотренной в примере 4. К свае на уровне поверхности приложена горизонтальная сила $P = 150$ кН.

Р е ш е н и е. Определяем на основе данных, полученных в примере 4, величину приведенной горизонтальной силы по формуле (2.12)

$$\bar{P} = \frac{P \alpha_g^2}{b_c a_1} = \frac{150 \cdot 0{,}813^2}{1{,}4 \cdot 39} = 1{,}816$$

По табл. 4 согласно полученному значению $\bar{P}$ определяем значения $\bar{y}$ и $\bar{\varphi}$

$$\bar{y} = 2{,}958; \quad \bar{\varphi} = 2{,}211$$

По формулам (2.10), (2.11) определяем значения y_o и φ_o

$$y_o = \bar{y} \frac{a_1}{K} = 2{,}958 \frac{39}{17000} = 0{,}0068 \text{ м,}$$

$$\varphi_o = \bar{\varphi} \frac{a_1 \alpha_g}{K} = 2{,}211 \ \frac{39 \cdot 0{,}813}{17000} = 0{,}004 \text{ рад.}$$

Определим расчетную силу $P = 15 \cdot 1 \cdot 2 = 180$ кН.

По формуле (2.12) определяем величину приведенной силы $\bar{P}$

$$\bar{P} = \frac{180 \cdot 0{,}813^2}{14 \cdot 39} = 2{,}18.$$

По табл.4 определяем соответствующие силе $\bar{P}$ глубину пластической зоны $\bar{t}$ и значения приведенных начальных параметров $\bar{y}_c^{\varphi} = 5{,}31$; $\bar{y}_0^{\varphi} = 1{,}44$; $\bar{Q}_0^{\varphi} = 7{,}16$; $\bar{M}_0^{\varphi} = -7{,}47$.

Определяем истинное значение t

$$t = \frac{\bar{t}}{\alpha_g} = \frac{1{,}3}{0{,}813} = 1{,}6 \text{ м}$$

Согласно формуле (3.5) вычисляем значения изгибающих моментов, действующих в пределах пластической зоны:

$$M_\tau = P_t - \frac{a_0 b_c}{2}\tau^2 - \frac{a_1 b_c}{6}\tau^3$$

Расчет производим в табличной форме.

τ	P_τ	$\frac{1}{2}a_0 b_c \tau^2$	$\frac{1}{6}a_1 b_c \tau^3$	M_τ, кН·м
4	72	4,48	0,58	66,94
7	126	13,72	3,12	109,16
10	180	28,00	9,10	142,90
13	234	47,32	19,99	166,69
16	288	71,68	37,27	179,05

По формуле (3.1) вычисляем значения изгибающих моментов, действующих в пределах упругой зоны грунта ($\hat{z} > \bar{t}$)

$$M_{(\bar{a}+\bar{t}+\bar{z})} = \frac{a_1 b_c}{\alpha_g^3}\left(\bar{y}_0^{\varphi} A_3 + \bar{y}_0^{\varphi} B_3 + \bar{M}_0^{\varphi} C_3 + \bar{Q}_0^{\varphi} D_3\right)$$

$$\hat{z} = (\bar{a}+\bar{t}+\bar{z}) = 0{,}813 + 1{,}3 + \bar{z} = 2{,}13 + \bar{z}$$

$$\frac{a_1 b_c}{\alpha_g^3} = \frac{39 \cdot 1{,}4}{0{,}813^3} = 10{,}161$$

Расчет производим в табличной форме.

z_n	$\tilde{z}$	A_3	B_3	C_3	D_3	I0,I6I-53,I A_3	I0,I6I I4,4 B_3	I0,I6I -74,7 C_3	I0,I6I 7I,6 D_3	M_z, кН·м
2,0	2,6	-2,62I	-3,600	-I,877	0,9I7	-I4I,4I6	-52,675	I42,469	66,7I4	I50,92
2,25	2,8	-3,I03	-4,7I8	-3,I08	0,I97	-I67,422	-69,033	235,905	I4,332	I37,82
2,5	3,0	-3,54I	-6,000	-4,688	-0,89I	-I9I,054	-87,79I	355,832	-64,823	I2I,64
3,I	3,5	-3,9I9	-9,544	-I0,34	-5,854	-2II,449	-I39,646	784,834	-425,895	78,44
3,7	4,0	-I,6I4	-II,73I	-I7,9I9	-I5,076	-87,083	-I7I,646	I360,I00	-I096,82I	45,50

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2. РАСЧЕТ СВАЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ II
3. РАСЧЕТ СВАЙ ПО ПРОЧНОСТИ I3
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СВАЯ-ГРУНТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ I6
5. ПРИЛОЖЕНИЯ
Таблица I. Значения расчетных характеристик для песчаных грунтов I9
Таблица 2. Значения расчетных характеристик для глинистых грунтов 20
Таблица 3. Значения функций для песчаных грунтов 23
Таблица 4. Значения функций для глинистых грунтов 34
Примеры расчета 64

НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова

Рекомендации по расчету свай на горизонтальную нагрузку в связных и несвязных грунтах с учетом образования зоны предельного равновесия

Отдел патентных исследований и научно-технической информации

Зав. отделом А.И.Юшин
Редактор Т.А.Печенова

Л-I06548 Подп. в печать 28/П-83 г. Формат 60x90 I/I6
Бумага офсетная. Набор машинописный. Уч.-изд. л. 3,2. Заказ 556
Тираж 500 экз. Цена 30 коп.

Отпечатано в Производственных экспериментальных мастерских ВНИИИСа Госстроя СССР

I2I47I, Москва, Можайское шоссе, 25

gost.e-ecolog.ru