https://zavodjbi.com/

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 1.020.1-4

КОНСТРУКЦИИ РАМНОГО КАРКАСА МЕЖВИДОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ВЫПУСК 0-9

УКАЗАНИЯ ПО ПОДБОРУ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА.

(ВАРИАНТ АРМИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ СТАЛЬЮ КЛАССОВ Ат-IVС и Врп-I).

ЧАСТЬ 1 КНИГА 1 (СТР. 1÷56)

СТР. 1÷111

НАЧАЛО
24166-01
ЦЕНА 8-59

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 1.020.1-4

КОНСТРУКЦИИ РАМНОГО КАРКАСА МЕЖВИДОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ВЫПУСК 0-9

УКАЗАНИЯ ПО ПОДБОРУ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА.

(Вариант армирования изделий сталью классов Ат-IVС и Врп-I).

РАЗРАБОТАНЫ

ЦНИИПРОМЗДАНИЙ

ЗАМ. ДИРЕКТОРА В.В.ГРАНЕВ

ЗАВ. ОТДЕЛОМ Э.Н.КОДЫШ

ГЛ. ИНЖ. ПРОЕКТА А.Я.КЛЕБАНОВ

ГЛ. ИНЖ. ПРОЕКТА И.А.ВАЛЕНКОВА

ВЕД. НАУЧН. СОТР. Л.Л.ЛЕМЫШ

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ПРОМСТРОЙПРОЕКТ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

ДИРЕКТОР В.Т.АЛЕКСАНДРОВ

ГЛ. СПЕЦИАЛИСТ С.А.ПЕРЕВОЗОВ

НИИЖБ: ЗАМ. ДИРЕКТОРА Т.И.МАМЕДОВ

РУК. ЛАБОРАТОРИИ Ю.П.ГУЩА

ВЕД. НАУЧН. СОТР. Е.А.ЧИСТЯКОВ

УТВЕРЖДЕНЫ

ГОССТРОЕМ СССР

ПИСЬМО №4/5-1595 от 28.12.89г.

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ ЦНИИПРОМЗДАНИЙ С 01.06.90

ПРИКАЗ от 10.01.90 №2

© ЦИТП ГОССТРОЯ СССР, 1990

https://zavodjbi.com/

ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА	Наименование	Стр.
1.020.1-4. 0-9-ПЗ	Пояснительная записка.	3
1.020.1-4. 0-9-001	Номенклатура и код несущей способности сечений колонн.	I5
1.020.1-4. 0-9-002	Графики косого внецентренного сжатия сечений №№ IOIа ... I39б.	I6
1.020.1-4. 0-9-003	Эпюры несущих способностей по изгибающим моментам для ригелей.	328

1.020.1-4. 0-9

НАЧ.ОТД	Кодыш	
ГИП	Клебанов	
Вед.Н.сотр	Лемыш	

Содержание

Стадия	Лист	Листов
Р		1

ЦНИИПРОМЗДАНИЙ

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

https://zavodjbi.com/

I В выпуске 0-9 "Указания по подбору элементов каркаса" приведены графики зависимостей между M_x; M_y; N а также между N и η позволяющие по усилиям, полученным из статического расчета каркаса, подбирать армирование сечений колонн, а также проверять выбранные сечения колонн по прочности по прямому и по косому внецентренному сжатию. Кроме того, приведена информация, необходимая для проверки принятых сечений колонн и ригелей по ширине раскрытия трещин a_{crc} в зависимости от агрессивности среды, в которой эксплуатируется данный элемент каркаса.

I.I. Графики на стр.16...327 пред назначены для проверки выбранных сечений колонн по прочности на косое внецентренное сжатие на совместное воздействие нормальной силы (N) и изгибающих моментов, действующих как в плоскости рамы (M_x), так и из плоскости (M_y). Этими же графиками можно пользоваться для проверки прочности колонн на "прямое" внецентренное сжатие, т.е. на совместное воздействие только N и M_x или только N и M_y

I.2. Усилия N; M_x и M_y определяются из упругого расчета, без учета деформированной схемы. Возможное влияние деформированной схемы каркаса на способность сечения воспринимать действующие на него усилия учитывается коэффициентами η_x и η_y на которые умножаются изгибающие моменты - соответственно M_x и M_y

Графики $\eta_{x;y} = f(N; \varphi_e)$ сопуствуют графикам $N = f(M_x; M_y)$.

I.3. Графики $\eta_{x;y} = f(N; \varphi_e)$ построены для трех значений φ_e (см. СНиП 2.03.0I-84, ф-ла 2I), а именно:

для φ_e = I,0 - вся нагрузка кратковременная (левый из трех графиков);

для φ_e =I,5 - длительная нагрузка составляет половину от суммарной (средний график);

для φ_e = 2,0 - вся нагрузка длительная (правый график)

I.4. Каждый график $\eta_{x;y} = f(N; \varphi_e)$ представляет собою кривую, распадающуюся в нижней своей части на две ветви. Левая ветвь соответствует коэффициенту продольного изгиба, определенному из условия $e_{o\,min} = \delta_{e,min} \cdot h$

где $\delta_{e,min}$ - см. СНиП 2.03.0I-84, ф-ла 22;

h - размер сечения в плоскости изгибающего момента

Правая ветвь соответствует $e_{o\,max} = \frac{[M_{max}]}{N}$,

где $[M_{max}]$ - несущая способность сечения по изгибающему моменту в плоскости его действия при одновременном действии на сечение нормальной силы N; $[M_{max}]$ определяется по графику $N = f(M_x; M_y)$ в предположении, что момент "из плоскости" при этом равен нулю. Например, при определении $e_{o\,max}$ в плоскости X момент в плоскости Y принимается равным нулю (см.пример подбора сечения колонны).

I.5. Зона графика, ограниченная двумя ветвями, определяет область возможного изменения коэффициента "η" в зависимости от величины действующего изгибающего момента M.

Если $M \le e_{o\,min} \cdot N$, то "η" определяется по левой ветви; если же $M > e_{o\,min} \cdot N$, то "η" определяется линейной интерполяцией внутри зоны, ограниченной двумя ветвями графика.

I.6. Значения $M_q^{\partial л}$; $N_q^{\partial л}$; M_w и N_w как в плоскости, так и из плоскости рамы определяются из статического расчета. Для некоторых габаритных схем рам при различных нагрузках эти значения при-

				1.020.1-4. 0-9 - ПЗ		
Нач.отд.	Козлов		Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Клефанов			Р	1	12
Вед.инж.	Лемкин			ЦНИИПРОМЗДАНИЙ		

https://zavodjbi.com/

ведены в вып.0-I на стр.73..180.

I.7. Примеры пользования графиками на стр.16...327 приведены на стр. 6...8

I.8. Проверка сечений колонн по ширине раскрытия трещин может производиться при помощи сопоставления действующих на сечение изгибающих моментов (при заданных нормальных силах) от нагрузок при γ_f =I с несущей способностью сечения по моменту $[M]$ определяемому по формуле

$$[M] = M_{ТАБЛ} + \frac{N-1}{\Theta} \geqslant M$$

где $M_{ТАБЛ}$ – значения усилий в тсм из табл., определенные в зависимости от армирования колонны и предельно допустимой ширины раскрытия трещин $[a_{crc}]$ принимаемой по СНиП 2.03.II-85 табл.9 и по „Пособию по проектированию защиты от коррозии бетонных и жел.бет. строительных конструкций (к СНиП 2.03.11-85)";

N и M – соответственно нормальная сила и момент, действующие в сечении колонны. При этом $N = N_q^н$ и $M = M_q^н$

Θ – коэффициент пропорциональности, связывающий ширину допустимого раскрытия трещин $[a_{crc}]$ и армирование колонны $A_s = A_s'$

I.9. При определении „$M_{ТАБЛ}$" и „Θ" учитывались положения "Пособия по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных строительных конструкций (к СНиП 2.03.II-85 "Защита строительных конструкций от коррозии"), п.3.7 в части возможного увеличения допустимой ширины раскрытия трещин в зависимости от диаметров стержней продольной арматуры и их защитных слоев.

I.10. При определении нормативных значений усилий от длительнодействующей части нагрузок $M_q^н$ и $N_q^н$ допускается пользоваться усредненными коэффициентами перегрузки, приведенными в вып.0-2 на стр.4.

I.II. Примеры проверки сечений внецентренно сжатых колонн, по ширине раскрытия трещин приведены на стр.7

$M_{ТАБЛ} = f([a_{crc}])$ тсм, при $A_s = A_s'$

Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации	2Ø16АтIУС	2Ø18АтIУС	2Ø20АтIУС	2Ø22АтIУС	2Ø25АтIУС	2Ø28АтIУС	2Ø22АтIVС+ +2Ø20АтIVС	2Ø32АтIVС	2Ø28АтIVС+ +2Ø20АтIVС	2Ø32АтIVС+ +2Ø20АтIVС	2Ø32АтIVС+ +2Ø28АтIVС	4Ø32АтIVС	Θ
Неагрессивная	3,6	4,4	5,4	6,5	8,5	II,0	16,5	15,7	22,4	35,0*)	42,1*)	47,4*)	7,23
Слабоагрессивная	2,8	2,8	3,4	4,I	5,4	7,6	9,0	10,7	14,2	22,3	32,8	36,4	7,48
Среднеагрессивная	I,22	I,5	I,8	2,I	2,7	3,8	4,5	5,4	7,1	11,0	16,2	18,0	8,32

(усилия от длительно действующей части нормативных нагрузок, т.е. от нагрузок с γ_f =I). Для случаев, отмеченных знаком *), $N = \bar{N}_q^н + N_w^н$ и $M = \bar{M}_q^н + M_w$

где $\bar{N}_q^н$ и $\bar{M}_q^н$ – усилия от полной вертикальной нагрузки с γ_f =I; N – в тс; M – в тсм.

2. Особенности расчета железобетонных конструкций с ненапрягаемой продольной арматурой класса Ат-IУС.

2.1. Проектирование железобетонных конструкций с применением ненапрягаемой арматуры классов Ат-IУС (диаметром I0-32 мм)

производится согласно указаниям СНиП 2.03.01-84, а также дополнительным положениям, приведенным ниже.**)

2.2. Расчетные сопротивления сжатию ненапрягаемой арматуры класса Ат-IУС при действии нагрузки согласно СНиП 2.03.01-84 табл. 15, п.2б, принимаются равными

$$R_{sc} = 400 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \quad , \text{(МПа)},$$

но не более 450 МПа,

где $\gamma_1 = 1 + \frac{A_{s1}}{A}$

но не более 1,05,

$$\gamma_2 = 1{,}25 - 0{,}25 \frac{x}{h}$$

но не более 1,1.

Здесь: A_{s1} – при симметричном армировании: площадь сечения всей арматуры в пределах поперечного сечения элемента; при несимметричном армировании: удвоенная площадь сечения арматуры, расположенной у наиболее сжатой грани элемента ; остальные обозначения принимаются по СНиП 2.03.01-84

Расчетные сопротивления сжатию ненапрягаемой арматуры класса Ат-IУС при действии нагрузки согласно СНиП 2.03.01-84, табл.15, п.2а принимаются равными R = 450 МПа.

В формулы (25), (67) и (69) СНиП 2.03.01-84 подставляется значение $\sigma_{sc,u} = 400\gamma_1$.

2.3. Расчет элементов с арматурой класса Ат-IУС по формулам общего случая (СНиП 2.03.01-84, п.3.28) производится с учетом следующего:

При действии нагрузок согласно СНиП 2.03.01-84 табл.15, поз. 2б, напряжения в i-ом стержне при выполнении условия

$h_{ot} \geq h_{oi}$, где $h_{ot} = x\left(\gamma_1 + \frac{\omega}{1{,}1} - 1\right) / (\omega \cdot \gamma_1)$

определяются по формулам

$$\sigma_{si} = -400\left[1 + (\gamma_1 \cdot \gamma_2 - 1) \cdot \frac{h_{ot} - h_{oi}}{h_{ot} - a}\right] \text{(МПа)},$$

где $a = 0{,}1h$, но не более h_{o1}

и принимаются не менее – 450 МПа,

где $\gamma_1 = 1 + \frac{A''_s}{A}$, но не более 1,05,

$\gamma_2 = 1{,}25 - 0{,}25\frac{x}{h}$, но не более 1,1;

A''_s – удвоенная площадь сжатых стержней, удовлетворяющих условию $h_{oi} \leq 0{,}5x$, принимаемая не менее $2A_{s1}$ и не более площади сечения всей арматуры.

h – проекция отрезка, соединяющего наиболее сжатую и наиболее растянутую (наименее сжатую) точки сечения на ось, перпендикулярную прямой, ограничивающую сжатую зону.

Остальные обозначения – см.п.3.28 СНиП 2.03.01-84.

Значение $\sigma_{sc,u} = 400\gamma_1$ следует использовать только при учете нагрузок согласно табл.15, поз.2б, СНиП 2.03.01-84.

2.4. Для конструкций из тяжелого бетона класса В20 и выше, эксплуатируемых в помещениях отапливаемых зданий с сухим и нормальным влажностным режимом с неагрессивной средой, предельно допустимая ширина раскрытия нормальных трещин принимается равной:

при расстояниях С между продольными растянутыми стержнями класса Ат-IУС в плоскости растянутой грани, удовлетворяющих условию С ≤ 250 мм, a_{crc_1} = 0,50 мм; a_{crc_2} = 0,40 мм,

при 250 мм < С ≤ 350 мм – a_{crc_1} = 0,45 мм; a_{crc_2} = 0,35 мм,

при С > 350 мм – a_{crc_1} = 0,40 мм; a_{crc_2} = 0,30 мм.

При значениях a_{crc_1} и a_{crc_2} , превышающих приведенные в СНиП 2.03.01-84, необходимо выполнение условия: $\sigma_s \leq 0{,}8 R_{s,ser}$

2.5. При проектировании железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой классов Ат-IУС следует учитывать указания "Пособия по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций", НИИЖБ, ЦНИИПромзданий, 1986. При этом для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, соответствующие требования для стали класса Ат-IУС должны применяться такими же, как для стали класса А-IУ.

**) Примеры расчета, выполненные с учетом положений настоящего раздела – см. стр. 6...14

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №
https://zavodjbi.com/

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ СЕЧЕНИЯ КОЛОННЫ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИКОВ КОСОГО ВНЕЦЕНТРЕННОГО СЖАТИЯ.

Пример №I

Продольная арматура колонны $A_s = A_s' = 2Ø22AтIУС + 2Ø20AтIУС$

Бетон – класса В22,5

Расчетные длины: $L_{ox} = 4{,}32$ м

$L_{oy} = 4{,}80$ м

Коэффициент условий работы $\gamma_{b_2} = I{,}I$

Действующие усилия $N_q = 2I2{,}5$ тс

(из статического расчета): $M_x = M_q = 9{,}0$ тс м

$M_y = M_w = 5{,}0$ тс·м

Вся нагрузка „q" принята длительно действующей, т.е. $\varphi_e = 2{,}0$ (см. СНиП 2.03.0I-84, п.3.6).

По графикам $\eta = f(N)$ определяется η_x и η_y

Поскольку коэффициенту $\varphi_e = 2{,}0$ соответствует нижний график, то $\eta_x = I{,}36$ и $\eta_y = I{,}83$.

Приведенные значения усилий будут равны $M \cdot \eta$:

$$M_x = M_q \cdot \eta_x = 9{,}0 x I{,}36 = I2{,}24 \text{ тс·м}$$

$$M_y = M_w \cdot \eta_y = 5{,}0 x I{,}83 = 9{,}I5 \text{ тс·м}$$

При $M_x = I2{,}24$ тс·м и $M_y = 9{,}I5$ тс·м

$$[N] = 239{,}9 \text{ тс} > N_q = 2I2{,}5 \text{ тс},$$

т.е. сечение удовлетворяет требованию прочности

Пример №2

Действующие усилия: $N_q = 75$ тс

$M_x = M_q = 8{,}0$ тс.м

$M_y = M_w = 5{,}0$ тс·м

Принимаем, что длительная часть нагрузки „q" составляет половину от суммарной, т.е. $\varphi_e = I{,}5$. В этом случае для определения η_x и η_y используется средний график $\eta = f(N)$ в нижней своей части в зоне, ограниченной двумя ветвями этого графика

По оси X, при $L_{ox} = 4{,}32$ м

Значение минимального эксцентриситета $e^x_{o\,min} = 0{,}I00$ м и

$$M_{x\,min} = e^x_{o\,min} \cdot N = 0{,}I00 \cdot 75 = 7{,}5 \text{ тсм} < M_x = M_q = 8{,}0 \text{ тс·м}$$

Поскольку $M = f(q; w) > M_{min} = e_{o\,min} \cdot N$, то искомое значение коэффициента „η_x" находится внутри зоны, ограниченной двумя ветвями графика.

Правой (нижней) ветви соответствует $M_{x\,max} = 30{,}4$ тсм (максимальный приведенный момент для $N = 75$ тс – определяется по графику несущей способности $[N] = f(M_x; M_y)$ при значении момента другого направления равном нулю). При $N = 75$ тс по правой ветви, $\eta_{x\,max} = I{,}I4$ и максимальный момент, который может быть воспринят сечением в этом случае будет равен $[M]_{x\,max} = \frac{M_{x\,max}}{\eta_{x\,max}} = \frac{30{,}4}{I{,}I4} = 26{,}67$ тс.м. По левой ветви при $N = 75$ тс определяем $\eta_{x\,min}$ соответствующий $M_{x\,min} = 7{,}5$ тсм: $\eta_{x\,min} = I{,}04$.

Таким образом, по левой ветви определяется коэффициент $\eta_{x\,min} = I{,}04$, соответствующий $M_{x\,min} = e^x_{o\,min} \cdot N = 7{,}5$ тс.м, а по правой ветви был определен коэффициент $\eta_{x\,max} = I{,}I4$, соответствующий $[M]_{x\,max} = 26{,}67$ тс.м

При действующем усилии $M_q = 8{,}0$ тс.м коэффициент η_x определяется по линейной интерполяции по формуле:

$$\eta_x = \frac{(\eta_{x\,max} - \eta_{x\,min})(M_q - M_{x\,min})}{[M]_{x\,max} - M_{x\,min}} =$$

Взам. инв. №

Подп. и дата

https://zavodjbi.com/

$$= \frac{(1,14 - 1,04)\ (8,0 - 7,5)}{26,67 - 7,5} + 1,04 = 1,043$$

Аналогично, по оси Y при L_{oy} = 4,8 м:

$e^{y}_{o\,min}$ = 0,095 м и $M_{y\,min} = e^{y}_{o\,min} \cdot N$ =0,095x75 = 7,125 тс.м >

> $M_y = M_w$ = 5,0 тс.м

Поскольку $M = f(q; w) < M_{min} = e_{o\,min} \cdot N$

то коэффициент „η" определяется по левой ветви, соответствующей M_{min}.

Определяем $\eta_{y\,min}$ при N = 75 тс по левой ветви: $\eta_{y\,min}$ = 1,13

Приведенные моменты $M_x = M_q \cdot \eta_x$ = 8,0.1,043=8,344 тс.м

$M_y = M_w \cdot \eta_y$ = 5,0.1,13 =5,65 тс.м

По графику $[N] = f(M_x; M_y)$ $[N]$ = 287,5 тс $\gg N_q$ = 75 тс

следовательно, сечение удовлетворяет требованию прочности.

Пример №3

Действующие усилия: N_q = 175 тс

$M_x = M_q$ =110 тс.м

$M_y = M_w$ =100 тс.м

Принимаем, что длительная часть нагрузки „q" составляет половину от суммарной, т.е. φ_e = 1,5

Коэффициенты η_x и η_y определяются по среднему графику, при L_{ox} = 4,32 м и L_{oy} = 4,80 м

По оси X :

$M_{x\,min} = e^{x}_{o\,min} \cdot N$ = 0,100.175 = 17,5 тс.м > M_x =11,0 тс.м

следовательно, коэффициент „η" определяется по левой ветви графика η_x = 1,23

По оси Y:

$M_{y\,min} = e^{y}_{o\,min} \cdot N$ = 0,095.175 = 16,625 тс.м > M_y =100 тс.м, следовательно, по левой ветви η_y = 1,384

Приведенные моменты $M_x = M_q \cdot \eta_x$ =11,0.1,23 = 13,53 тс.м

$M_y = M_w \cdot \eta_y$ = 10,0.1,384=13,84 тс.м

На графике $[N] = f(M_x; M_y)$

при M_x и M_y определяем $[N]$ = 187,5 тс > N_q =175 тс

Следовательно сечение проходит по прочности.

ПРОВЕРКА СЕЧЕНИЯ КОЛОННЫ ПО ДОПУСТИМОЙ ШИРИНЕ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН.

Пример № 4

Требуется проверить сечение колонны при $A_s = A'_s$ = 2Ø32АтIУС эксплуатируемый в условиях среднеагрессивной среды

Усилия от длительнодействующих нормативных нагрузок:

$N^{н}_{q}$ = 57,5 тс

$M^{н}_{q}$ = 18,7 тс.м

Из таблицы находим: $M_{ТАБЛ.}$ = 10,7 тс.м; Θ = 7,48

$$[M] = 10,7 + \frac{57,5 - 1}{7,48} = 18,25 \text{ тс.м} < M^{н}_{q} = 18,7 \text{ тс.м}$$ – сечение не проходит: необходимо увеличить сечение $A_s = A'_s$

При $A_s = A'_s$ = 2Ø28АтIУС + 2Ø20АтIУС ; $M_{ТАБЛ}$ = 14,2 тс.м

$$[M] = 14,2 + \frac{57,5 - 1}{7,48} = 21,75 \text{ тс.м} > M^{н}_{q} = 18,7 \text{ тс.м},$$ следовательно, сечение проходит.

Пример № 5

Требуется проверить сечение колонны при $A_s = A'_s$ =4Ø32АтIУС, эксплуатируемой в условиях без агрессии. Поскольку при этих данных „$M_{ТАБЛ}$" отмечено знаком*) определяем усилия от полной вертикальной и от ветровой нагрузок с γ_f = 1 (т.е. от нормативных нагрузок).

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

$\bar{N}_q^н = 76{,}0$ тс ; $N_w^н = 4{,}0$ т ; $N = \bar{N}_q^н + N_w^н = 80{,}0$ т

$\bar{M}_q^н = 54{,}0$ тс.м ; $M_w^н = 3{,}0$ тс.м ; $M = \bar{M}_q^н + M_w^н = 57{,}0$ тс.м

Из таблицы $M_{ТАБЛ} = 47{,}4$ тс.м ; $\theta = 7{,}23$

$$[M] = 47{,}4 + \frac{800 - 1}{7{,}23} = 58{,}33_{тсм} > \bar{M}_q^н + M_w^н = 57{,}0 тсм,$$ следовательно сечение проходит.

Для случаев расчета колонн, не охваченных материалами вып. 0-9, подбор сечений может производиться по методике раздела 2 "Особенности расчета". Применение этой методики иллюстрируется примерами № 6 и 7.

РАСЧЕТ СЕЧЕНИЙ ПО ПРОЧНОСТИ

Пример №6 Дано: Нижняя крайняя колонна поперечной рамы 2-6-5 (4.8) - II,0 - ША; размеры сечения $b = 40$ см, $h = 40$ см, $a = a' = 5$ см; арматура класса Ат-IУс площадью сечения $A_s = A_s' = 12{,}32$ см^2 (2Ø28 АтIУС) ($R_s = 5200$ кг/см^2, $E_s = 1{,}9 \cdot 10^6$ кгс/см^2); класс бетона В25 ($E_b = 2{,}75 \cdot 10^5$ кгс/см^2); усилия: постоянные (от собственного веса конструкций) - Мсв = 2,75 тс.м, $N_{св} = 91{,}14$ тс; длительные $M_{дл} = 6{,}98$ тс.м, $N_{дл} = 88{,}57$ тс; кратковременные (от ветровой нагрузки) Мв = 5,66 тс.м, $N_в = 10{,}13$ тс. Усилия получены из расчета рамы по недеформируемой схеме.

Требуется проверить прочность сечения.

Расчет. Прочность колонн проверяется для двух сочетаний нагрузок:

а) при учете постоянных и длительных нагрузок расчетное сопротивление бетона сжатию R_b принимаются при $\gamma_{b2} = 0{,}9$ ($R_b = 133$ кгс/см^2), расчетное сопротивление арматуры класса Ат-IУС сжатию $R_{sc} = 4500$ кгс/см^2; коэффициент сочетания нагрузок $\psi = 1$;

б) при учете всех нагрузок, включая ветровые, сопротивление бетона сжатию R_b принимается при $\gamma_{b2} = 1{,}1$ ($R_b = 163$ кгс/см^2), сопротивление арматуры класса Ат-IУС сжатию $R_{sc} = 4000 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \leq 4500$ кгс/см^2; коэффициенты сочетания для длительных нагрузок $\psi_1 = 0{,}95$, для кратковременных $\psi_2 = 0{,}9$.

Расчет по случаю "а". $h_0 = h - a = 40 - 5 = 35$ см;

$N = N_{св} + N_{дл} = 91{,}14 + 88{,}57 = 179{,}71$ тс,

$M = M_{св} + M_{дл} = 2{,}75 + 6{,}98 = 9{,}73$ тс.м.

Определяем высоту сжатой зоны "x" в предположении, что растянутая арматура работает с полным расчетным сопротивлением ($R_s = 5200$ кгс/см^2):

$$x = \frac{R_s A_s + N - R_{sc} A_s'}{R_b b} = \frac{5200 \cdot 12{,}32 + 179710 - 4500 \cdot 12{,}32}{133 \cdot 40} = 35{,}41 \text{ см}.$$

Данное предположение будет правильным при условии $x \leq \xi_R h_0$.

Определим величину ξ_R.

$$\xi_R = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}}\left(1 - \frac{\omega}{1{,}1}\right)} = \frac{0{,}74}{1 + \frac{9200}{5000}\left(1 - \frac{0{,}74}{1{,}1}\right)} = 0{,}46,$$

где $\omega = \alpha - 0{,}0008 \cdot R_b = 0{,}85 - 0{,}0008 \cdot 133 = 0{,}74$;

$\sigma_{sR} = R_s + 400 = 5200 + 4000 = 9200$;

$\sigma_{sc,u} = 5000$.

Так как $x = 35{,}41$ см $> \xi_R h_0 = 0{,}46 \cdot 35 = 16{,}1$ см, напряжение в растянутой арматуре $\sigma_s < R_s$. Поэтому высоту сжатой зоны x и напряжение σ_s определяем согласно общему случаю расчета (СНиП 2.03.01-84, п.3.28) из совместного решения уравнений :

$$R_b b x + R_{sc} A_s' - \sigma_s A_s - N = 0;$$

Инв.№ подл. Подпись и дата Взам.инв.№

$$\sigma_s = \frac{\sigma_{sc,u}}{1-\frac{\omega}{1,1}}\cdot\left(\frac{\omega\cdot h_0}{x}-1\right).$$

После постановки получаем уравнение относительно величины x:

$$133\cdot 40\cdot x + 4500\cdot 12,32 - \frac{5000}{1-\frac{0,74}{1,1}}\cdot\left(\frac{0,74\cdot 35}{x}-1\right) -$$

$$- 179710 = 0,$$

или

$$5320\cdot x^2 + 65296\cdot x - 4902777 = 0,$$

откуда x = 24,84 см.

Напряжение в растянутой арматуре σ_s равно

$$\sigma_s = \frac{5000}{1-\frac{0,74}{1,1}}\left(\frac{0,74\cdot 35}{24,84}-1\right) = 657,5\ \frac{кгс}{см^2} < \beta R_s = 0,8\cdot$$

$\cdot 5200 = 4160$ кгс/см^2.

Так как $\sigma_s < \beta R_s$, то найденные значения x = 24,84см и σ_s = 657,5 кгс/см^2 определены правильно. В противном случае (при $\beta R_s < \sigma_s < R_s$) потребовался бы пересчет значений x и σ_s с использованием формулы (68) СНиП 2.03.01-84.

Определим предельный момент, воспринимаемый сечением колонны при заданной продольной силе N:

$$N\cdot e = R_в b x(h_0-0,5x)+R_{sc}A_s'(h_0-a') = 133\cdot 40\cdot 24,84\cdot(35-0,5\cdot 24,84)+$$

$$+4500\cdot 12,32\cdot(35-5) = 46,55\ тс.м.$$

Предельный момент относительно центра тяжести сечения равен:

$$M_{ue} = N\cdot e - N\frac{h_0-a'}{2} = 46,55 - 179,71\ \frac{0,35-0,05}{2} = 19,99 тс.м.$$

Уточним значение момента внешних сил относительно центра тяжести сечения путем учета влияния продольного изгиба колонн с помощью коэффициента η. Для этого вычислим значение условной критической силы N_{cr}.

Определяем следующие величины, необходимые для вычисления силы:

$$l_0 = 0,9\cdot h_{эт} = 0,9\cdot 480 = 432\ см;$$

$$\varphi_e = 1+\beta\frac{M_{1e}}{M_1} = 1+1 = 2$$ (в данном расчете $M_1 = M_{1e}$);

Так как $\delta_e = \frac{M}{N}\cdot\frac{1}{h_0} = \frac{9,73\cdot 10^5}{179,71\cdot 10^3}\cdot\frac{1}{35} = 0,154 < \delta_{e,min}$, где

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01\frac{l_0}{h} - 0,001R_в = 0,5-0,01\cdot\frac{432}{40} - 0,001\times$$

$\times 133 = 0,259$, принимаем $\delta_e = 0,259$;

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{40\cdot 40^3}{12} = 2,13\cdot 10^5\ см^4;\quad J_s = 2\cdot A_s\left(\frac{h_0-a'}{2}\right)^2 =$$

$$= 2\cdot 12,32\left(\frac{35-5}{2}\right)^2 = 5571\ см^4;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_в} = \frac{1,9\cdot 10^6}{2,75\cdot 10^5} = 6,91.$$

$$N_{cr} = \frac{6,4\cdot E_в}{l_0^2}\left[\frac{J}{\varphi_e}\cdot\left(\frac{0,11}{0,1+\delta_e}+0,1\right)+\alpha J_s\right] =$$

$$= \frac{6,4\cdot 2,75\cdot 10^5}{432^2}\cdot\left[\frac{2,13\cdot 10^5}{2}\left(\frac{0,11}{0,1+0,259}+0,1\right)+\right.$$

$$\left.+6,91\cdot 5571\right] = 768\ тс.$$

$$\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1-\frac{179,71}{768}} = 1,31.$$

С учетом коэффициента η момент внешних сил равен

$$M = 9,73\cdot 1,31 = 12,75\ тс.м.$$

Прочность сечения обеспечена, так как предельный момент M_{ue} = 19,99 тс.м больше момента внешних сил M = 12,75 тс.м (с учетом влияния продольного изгиба).

<u>Расчет по случаю "б"</u>. $N = N_{св}+\psi_1 N_{gn}+\psi_2 N_в$ = 91,14+0,95·88,57 + 0,9·10,13 = 184,66 тс; $M = M_{св}+\psi_1 M_{gn}+\psi_2 M_в$ = 2,75 + 0,95·6,98 + 0,9·5,66 = 14,47 тс.м.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№
https://zavodjbi.com/
ЗАВОД ЖБИ

Определяем высоту сжатой зоны x в предположении, что растянутая арматура работает с расчетным сопротивлением R_s = = 5200 кгс/см^2, а сжатая арматура с сопротивлением R_{sc} = = 4000 кгс/см^2.

$$x = \frac{R_s A_s + N - R_{sc} A_s'}{R_в b} = \frac{5200 \cdot 12{,}32 + 184660 - 4000 \cdot 12{,}32}{163\ 40}$$

$= 30{,}6$ см.

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}}\left(1 - \frac{\omega}{1{,}1}\right)} = \frac{0{,}72}{1 + \frac{5200+4000}{4000}\left(1 - \frac{0{,}72}{1{,}1}\right)} = 0{,}4.$$

Так как $x > \xi_R \cdot h_o = 0{,}4 \cdot 35 = 14$ см, значения x и σ_s необходимо уточнить, исходя из расчета прочности по общему случаю.

$$R_в b x + R_{sc} A_s' - \frac{\sigma_{sc,u}}{1 - \frac{\omega}{1{,}1}} \cdot \left(\frac{\omega h_o}{x} - 1\right) - N = 0$$

$$163 \cdot 40 \cdot x + 4000 \cdot 12{,}32 - \frac{4000}{\left(1 - \frac{0{,}72}{1{,}1}\right)}\left(\frac{0{,}72 \cdot 35}{x} - 1\right) - 184660 = 0.$$

Данное уравнение приводится к квадратному. Из его решения получаем x = 23,56 см.

$$\sigma_s = \frac{4000}{1 - \frac{0{,}72}{1{,}1}}\left(\frac{0{,}72 \cdot 35}{23{,}56} - 1\right) = 807{,}05 \text{ кгс/см}^2 < 0{,}8 \cdot 5200 =$$

$= 4160$ кгс/см^2.

Уточняем значения расчетного сопротивления арматуры сжатию

$$R_{sc} = 4000 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \leq 4500 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\gamma_1 = 1 + \frac{A_{s1}}{A} = 1 + \frac{2 \cdot 12{,}32}{40 \cdot 40} = 1{,}02;$$

$$= 1{,}25 - 0{,}25 \cdot \frac{x}{h} = 1{,}25 - 0{,}25\,\frac{23{,}56}{40} = 1{,}1;$$

$$R_{sc} = 4000 \cdot 1{,}02 \cdot 1{,}1 = 4470{,}4 \text{ кгс/см}^2 < 4500 \text{ кгс/см}^2.$$

В связи с уточнением значения R_{sc} требуется также уточнить значение x. Из равенства

$$163 \cdot 40 \cdot x + 4470{,}4 \cdot 12{,}32 - \frac{4000}{\left(1 - \frac{0{,}72}{1{,}1}\right)}\left(\frac{0{,}72 \cdot 35}{x} - 1\right) - 184660 = 0$$

находим x = 22,5 см.

Определим предельный момент относительно центра тяжести сечения

$$M_{ul} = R_в b x \cdot (h_o - 0{,}5x) + R_{sc} A_s' \cdot (h_o - a') - N\frac{h_o - a'}{2} =$$

$$= 163 \cdot 40 \cdot 22{,}5 \cdot (35 - 0{,}5 \cdot 22{,}5) + 4470{,}4 \cdot 12{,}32(35-5) - 184660 \cdot \frac{35-5}{2} = 23{,}73 \text{ тс.м}.$$

Определяем коэффициент η. Для этого вычисляем:

$$M_1 = N\frac{h_o - a'}{2} + M = 184660 \cdot \frac{35 \cdot 5}{2} + 14{,}47 \cdot 10^5 = 42{,}1 \text{ тс.м};$$

$$M_{1l} = N_{gl}\frac{h_o - a'}{2} + M_{gl} = (91140 + 0{,}95 \cdot 88570) \cdot \frac{35-5}{2} + 2{,}75 \cdot 10^5 +$$

$$+ 0{,}95 \cdot 6{,}98 \cdot 10^5 = 35{,}67 \text{ тс.м}.$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{1l}}{M_1} = 1 + \frac{35{,}67}{42{,}1} = 1{,}84;$$

$$\delta_e = \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{h_o} = \frac{14{,}47 \cdot 10^5}{184{,}66 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{35} = 0{,}22,$$

$$\delta_{e,min} = 0{,}5 - 0{,}01\frac{l_o}{h} - 0{,}001 R_в = 0{,}5 - 0{,}01 \cdot \frac{432}{40} - 0{,}001 \cdot 163 = 0{,}229,$$

принимаем $\delta_e = \delta_{e,min} = 0{,}229$.

$$N_{cr} = \frac{6{,}4 \cdot E_в}{l_o^2}\left[\frac{J}{\varphi_l}\cdot\left(\frac{0{,}11}{0{,}1 + \delta_e} + 0{,}1\right) + \alpha \cdot J_s\right] =$$

$$= \frac{6{,}4 \cdot 2{,}75 \cdot 10^5}{432^2} \cdot \left[\frac{2{,}13 \cdot 10^5}{1{,}84} \cdot \left(\frac{0{,}11}{0{,}1 + 0{,}229} + 0{,}1\right) + 6{,}91 \cdot 5571\right] = 860 \text{ тс};$$

$$\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1-\frac{184,66}{860}} = 1,27 .$$

Прочность сечения обеспечена, так как предельный момент, воспринимаемый сечением $M_{ul} = 23,73$ тсм больше момента внешних сил $M = 14,47 \cdot 1,27 = 18,38$ тс.м .

Пример №7 Дано: верхняя крайняя колонна поперечной рамы 2-6-5 (4.8) – II,0 – ША; размеры сечения, классы бетона и арматуры – те же, что и в примере №1. Площадь сечения арматуры $A_s = A'_s = 9,82$ см^2 (2Ø25 АтIУс). Усилия: постоянные (от собственного веса конструкций) $M_{cb} = 4,39$ тс.м, $N_{cb} = 10,02$ тс, длительные $M_{дл} = 8,31$ тс.м, $N_{дл} = 6,81$ тс, кратковременные (от ветровой нагрузки) $M_b = 0,9$ тс.м, $N_b = 0,39$ тс. Усилия получены из расчета рамы по недеформируемой схеме .

Требуется проверить прочность сечения

Расчет. Проверка прочности колонн производится для двух случаев. сочетания нагрузок (см.пример №1).

Расчет по случаю "а". $h_o = h - a = 40 - 5 = 35$ см;

$N = N_{cb} + N_{дл} = 10,02 + 6,81 = 16,93$ тс; $M = M_{cb} + M_{дл} = 4,39 + 8,31 = 12,7$ тс.м ;

Определяем высоту сжатой зоны x .

$$x = \frac{R_s A_s + N - R_{sc} A'_s}{R_b b} = \frac{5200 \cdot 9,82 + 16830 - 4500 \cdot 9,82}{133 \cdot 40} = 4,45 \text{см} <$$

$< \xi_R \cdot h_o$; где $\xi_R h_o = 0,46 \cdot 35 = 16,1$ см (см. пример №1).

Так как $\xi = \frac{x}{h_o} = \frac{4,45}{35} = 0,127 < \xi_R = 0,46$, уточняем расчетное сопротивление растянутой арматуры R_s путем учета коэффициента условий работы арматуры γ_{s6} . (см. СНиП 2.03.01-84 п.3.13)

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)\left(2\frac{\xi}{\xi_R} - 1\right) = 1,2 - (1,2-1)\cdot\left(2\,\frac{0,127}{0,46} - 1\right) = 1,29 > 1,2;$$

принимаем $\gamma_{s6} = 1.2$.

$R_s = 1,2 \cdot 5200 = 6240$ кгс/см^2

Уточненное значение высоты сжатой зоны равно

$$x = \frac{6240 \cdot 9,82 + 16830 - 4500 \cdot 9,82}{133 \cdot 40} = 6,38 \text{ см}.$$

Предельный момент относительно центра тяжести сечения равен:

$$M_{ul} = R_b b x \cdot (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a') - N\frac{h_o - a'}{2} =$$

$$= 133 \cdot 40 \cdot 6,38\left(35 - \frac{6,38}{2}\right) + 4500 \cdot 9,82(35-5) - 16830 \cdot \frac{35-5}{2} =$$

$= 21,48$ тс.м;

Определяем момент внешних сил с учетом влияния продольного изгиба колонны. Для этого вычисляем коэффициент η.

$$\delta_e = \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{h_o} = \frac{12,7 \cdot 10^5}{16,83 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{35} = 2,16;$$

$$J_s = 2A_s\left(\frac{h_o - a'}{2}\right)^2 = 2 \cdot 9,82\left(\frac{35-5}{2}\right)^2 = 4419 \text{ см}^4;$$

Определение остальных величин, необходимых для вычисления условной критической силы, приведены в примере №6.

$$N_{cr} = \frac{6,4 E_b}{l_o^2}\left[\frac{J}{\varphi}\left(\frac{0,11}{0,1+\delta_e} + 0,1\right) + \alpha J_s\right] = \frac{6,4 \cdot 2,75 \cdot 10^5}{432^2} \cdot$$

$$\cdot\left[\frac{2,13 \cdot 10^5}{2}\left(\frac{0,11}{0,1+2,16} + 0,1\right) + 6,91 \cdot 4419\right] = 435,22 \text{тс};$$

$$\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{2-\frac{16,83}{435,22}} = 1,04;$$

Прочность сечения обеспечена, так как предельный момент, воспринимаемый сечением, $M_{ul} = 21,48$ тс.м больше момента внешних сил $M = 12,7 \cdot 1,04 = 13,21$ тс.м .

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№
24166-01 12
https://zavodjbi.com/

Расчет по случаю "Б". $N = N_{св} + \psi_1 N_{дл} + \psi_2 N_в$ =10,02+6,81 0,95 + 0,39·0,9 = 16,84 тс;

$M = M_{св} + \psi_1 M_{дл} + \psi_2 M_в$ =4,39+8,31·0,95+0,9·0,9=13,09 тс.м .

Определяем высоту сжатой зоны x в предположении, что растянутая ариатура работает с расчетным сопротивлением R_s = = 5200 кгс/см^2, а сжатая арматура с сопротивлением R_{sc} = = 4000 кгс/см^2.

$$x = \frac{R_s A_s + N - R_{sc} A_s'}{R_в b} = \frac{5200 \cdot 9{,}82 + 16840 - 4000 \cdot 9{,}82}{163 \cdot 40} = 4{,}39 \text{см} <$$

$< \xi_R h_o$, где $\xi_R h_o$ = 0,4·35 = 14 см (см. пример №1);

Уточняем значения R_s и R_{sc}. $\xi = \frac{x}{h_o} = \frac{4{,}39}{35} = 0{,}125$;

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)\left(2\frac{\xi}{\xi_R} - 1\right) = 1{,}2 - (1{,}2 - 1)\cdot\left(2\cdot\frac{0{,}125}{0{,}4} - 1\right) = 1{,}28 > 1{,}2;$$

принимаем $\gamma_{s6} = \eta$ = 1,2; R_s = 1,2·5200 = 6240 кгс/см^2;

$$R_{sc} = 4000 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 = 4000 \cdot 1{,}01 \cdot 1{,}1 = 4444 \text{ кгс/см}^2;$$

где $\gamma_1 = 1 + \frac{A_{s1}}{A} = 1 + \frac{2 \cdot 9{,}82}{40 \cdot 40} = 1{,}01$;

$$\gamma_2 = 1{,}25 - 0{,}25\frac{x}{h} = 1{,}25 - \frac{4{,}39 \cdot 0{,}25}{40} = 1{,}22 > 1{,}1,$$

принимаем γ_2 = 1,1 .

Вычисляем величину x при уточненных значениях R_s и R_{sc}.

$$x = \frac{6240 \cdot 9{,}82 + 16840 - 4444 \cdot 9{,}82}{163 \cdot 40} = 5{,}29 \text{ см}.$$

Предельный момент относительно центра тяжести сечения равен

$$M_{ul} = R_в b x (h_o - 0{,}5x) + R_{sc} A_s' (h_o - a') - N\frac{h_o - a'}{2} =$$

$$= 163 \cdot 40 \cdot 5{,}29 \cdot (35 - 0{,}5 \cdot 5{,}29) + 4444 \cdot 9{,}82(35 - 5) -$$

$$- 16840 \cdot \frac{35 - 5}{2} = 21{,}71 \text{ тс.м}.$$

Для учета влияния продольного изгиба колонн определяем коэффициент η.

$$M_1 = N\frac{h_o - a'}{2} + M = 16840\,\frac{35-5}{2} + 13{,}09 \cdot 10^5 = 15{,}62 \cdot 10^5 = 15{,}62 \text{ тс.м.}$$

$$M_{1l} = (10{,}02 + 6{,}81 \cdot 0{,}95) \cdot 10^3\,\frac{35-5}{2} + 4{,}39 + 8{,}31 \cdot 0{,}95 = 14{,}75 \cdot 10^5 =$$

$$= 14{,}75 \text{ тс.м};$$

$$\varphi_l = 1 + \beta\frac{M_{1l}}{M_1} = 1 + \frac{14{,}75}{15{,}62} = 1{,}94;$$

$$\delta_e = \frac{e_o}{h_o} = \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{h_o} = \frac{13{,}09 \cdot 10^5}{16{,}84 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{35} = 2{,}22;$$

$$N_{cr} = \frac{6{,}4 E_b}{l_o^2} \cdot \left[\frac{J}{\varphi_l}\left(\frac{0{,}11}{0{,}1 + \delta_e} + 0{,}1\right) + \alpha \cdot J_s\right] =$$

$$= \frac{6{,}4 \cdot 2{,}75 \cdot 10^5}{432^2} \cdot \left[\frac{2{,}13 \cdot 10^5}{1{,}94} \cdot \left(\frac{0{,}11}{0{,}1 + 2{,}22} + 0{,}1\right) + 6{,}91 \cdot 4419\right] =$$

$$= 460 \text{ тс};$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{16{,}84}{460}} = 1{,}04.$$

Таким образом, M_{ul} = 21,71 тс.м > 13,09·1,04 = 13,61 тс.м, прочность сечения обеспечена .

ПРОВЕРКА СЕЧЕНИЯ ПО ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

Пример №8. Дано: Верхняя колонна поперечной рамы 2-6-5 (4.8)-11,0 - ША; размеры сечения, класс бетона и арматуры, сечение арматуры - те же, что и в примере №7. Усилие от нормативных нагрузок: постоянных и длительных $M_{дл}$ = 9,76 тс.м, $N_{дл}$ =14,61тс; кратковременных $M_{кр}$ = 0,64 тс.м, $N_{кр}$ = 0,28 тс. Используемые в расчете характеристики бетона класса В25: $R_{b,ser}$ = 189 $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$,

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

$R_{bt,ser}$ = I6,3 $\frac{кгс}{см^2}$, E_b = 2,75·I0^5 $\frac{кгс}{см^2}$, арматура класса

Ат-IУС: E_s = I,9 · I0^6 $\frac{кгс}{см^2}$, $R_{s,ser}$ = 6000 кгс/см^2.

Колонна эксплуатируется в неагрессивной среде. Требуется проверить трещиностойкость по нормальному сечению колонны.

Расчет. Для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин выполним расчет по образованию трещин.

Находим геометрические характеристики сечения

$$A_{red} = bh + \alpha(A_s + A_s') = 40\ 40 + \frac{I,9\cdot I0^6}{2,75\cdot I0^5}(9,82+$$

+9,82)= I735,7 см^2;

$$J_{red} = \frac{bh^3}{12} + \alpha(A_s+A_s')\left(\frac{h_0-a'}{2}\right)^2 = \frac{40\cdot 40^3}{I2} + 6,9I(9,82+9,82)\cdot\left(\frac{35-5}{2}\right)^2$$

= 2,44·I0^5 см^4;

$$W_{red} = \frac{J_{red}}{h/2} = \frac{2,44\cdot I0^5}{20} = I2I75 \text{ см}^3;$$

$$r = \varphi\frac{W_{red}}{A_{red}} = \varphi\frac{I2I75}{I735,7} = \varphi\cdot 7,0I \text{ см}.$$

Определяем коэффициент φ.

$$M_{tot} = M_{gr} + M_{кр} = 9,76 + 0,64 = I0,4 \text{ тс.м};$$

$$N_{tot} = N_{gr} + N_{кр} = I4,6I + 0,28 = I4,89 \text{ тс};$$

$$\sigma_b = \frac{M_{tot}}{W_{red}} + \frac{N_{tot}}{A_{red}} = \frac{I0,4\cdot I0^5}{0,I22\cdot I0^5} + \frac{I4,89\cdot I0^3}{I,736\cdot I0^3} =$$

= 94,53 кгс/см^2;

$$\varphi = I,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}} = I,6 - \frac{94,53}{I89} = I,I > I;$$ принимаем φ = I.

Проверяем условие образования трещин.

$$M_r = N(e_0 - r) = I4890\cdot\left(\frac{I0,4\cdot I0^5}{I4,89\cdot I0^3} - 7,0I\right) = 9,35 \text{ тс.м};$$

$$W_{pl} = \gamma\cdot W_{red} = I,75\cdot I2I75 = 2I306 \text{ см}^3;$$

$$M_{crc} = R_{bt,ser}\cdot W_{pl} = I6,3\cdot 2I306 = 3,47 \text{ тс.м}.$$

Так как M_r = 9,35 > M_{crc} = 3,47 тс.м, трещины в колонне образуются, необходима проверка по раскрытию трещин.

Напряжение в растянутой арматуре определяем упрощенным способом с использованием рекомендаций "Пособия по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.0I-84) М., I986, п.4.9

$$\sigma_s = \frac{N\cdot e_s}{A_s\cdot h_0}\cdot\varphi_{crc}.$$

Определяем величину σ_s от действия усилий M_{tot}, N_{tot}.

Для этого вычисляем:

$$\mu_\alpha = \alpha\cdot\frac{A_s}{bh_0} = \frac{I,9\cdot I0^6}{2,75\cdot I0^5}\cdot\frac{9,82}{40\cdot 35} = 6,9I\cdot 0,0070I = 0,048;$$

$$\varphi_f = \frac{\alpha A_s'}{0,9bh_0} = \frac{6,9I\cdot 9,82}{0,9\cdot 40\cdot 35} = 0,054;\quad e_s = \frac{M_{tot}}{N_{tot}} + \frac{h_0-a'}{2} =$$

$$= \frac{I0,4\cdot I0^5}{I4,89\cdot I0^3} + \frac{35-5}{2} = 84,8 \text{ см};\quad \frac{e_s}{h_0} = \frac{84,8}{35} = 2,42.$$

Из таблицы 30 указанного "Пособия" находим φ_{crc} = 0,72.

$$\sigma_{s,tot} = \frac{I4,89\cdot I0^3\cdot 84,8}{9,82\cdot 35}\cdot 0,72 = 2645 \text{ кгс/см}^2.$$

Аналогично находим напряжение в растянутой арматуре от действия усилий M_{gr}, N_{gr}. При этом

$$e_s = \frac{M_{gr}}{N_{gr}} + \frac{h_0-a'}{2} = \frac{9,76\cdot I0^5}{I4,6I\cdot I0^3} + \frac{35-5}{2} = 82 \text{ см};$$

$$\frac{e_s}{h_0} = \frac{82}{35} = 2,34;\ \varphi_{crc} = 0,69.$$

$$\sigma_{s,l} = \frac{I4,6I\cdot I0^3\cdot 82}{9,82\cdot 35}\cdot 0,69 = 2405 \text{ кгс/см}^2.$$

Определяем ширину продолжительного раскрытия трещин от действия постоянных и длительных нагрузок

24166-01 10

$$\varphi_e = 1{,}6 - 15\cdot\bar{\mu} = 1{,}6 - 15\cdot 0{,}007 = 1{,}495 ,$$

$$a_{crc,e} = \varphi_e\cdot\eta\cdot\frac{\sigma_{s,e}}{E_s}\cdot 20(3{,}5-100\bar{\mu})\sqrt[3]{d} = 1{,}495\cdot 1\cdot\frac{2405}{1{,}9\cdot 10^6}20\cdot(3{,}5 - 100\cdot 0{,}007)\cdot\sqrt[3]{25} = 0{,}31 \text{ мм} .$$

Определяем непродолжительное раскрытие трещин от действия всех нагрузок

$$a_{crc} = a_{crc,e}\cdot\left[1+\left(\frac{\sigma_{s,tot}}{\sigma_{s,e}}-1\right)\frac{1}{\varphi_e}\right] = 0{,}309\cdot\left[1 + \left(\frac{2645}{2405}-1\right)\frac{1}{1{,}495}\right] = 0{,}33 \text{ мм} .$$

Согласно "Рекомендациям по расчету железобетонных конструкций с применением ненапрягаемой арматуры классов Ат-IУС и Врп-I" разработанным НИИЖБ и ЦНИИпромзданий в 1988 году, при расстояниях „с" между продольными растянутыми стержнями класса Ат-IУС в плоскости растянутой грани 250 мм $< c \leq$ 350 мм a_{crc1} = 0,45 мм, a_{crc2} = 0,35 мм. При этом необходимо выполнение условия

$\sigma_s \leq 0{,}8\cdot R_{s,ser}$.

Так как $\sigma_{s,tot}$ = 2645 кгс/см^2 $<$ 0,8·6000 = 4800 кгс/см^2,

$c = h - a - a'$ = 40–5–5 = 30 см $<$ 35 см, a_{crc1} = 0,45 мм ,

a_{crc2} = 0,35 мм .

Поскольку $a_{crc,e}$ =0,31 $<$ a_{crc2} =0,35 мм, a_{crc}=0,33 $<$ a_{crc1} = 0,45 мм ;

трещиностойкость колонны обеспечена .

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/

Эскиз

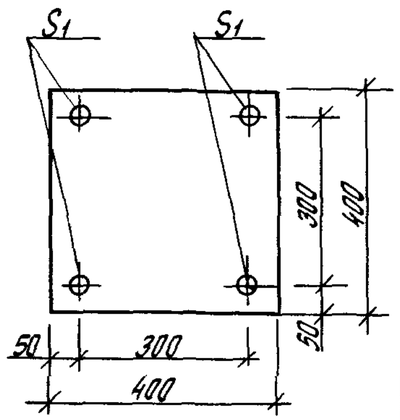


Рис. 1

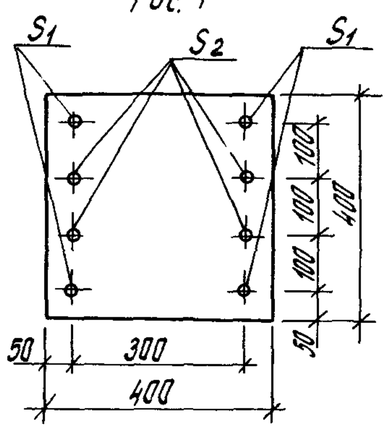


Рис. 2

Код несущей способн. сечения	Рис.	Класс бетона	Армирование ΣS_1	Армирование ΣS_2	$A_s = A_s'$ см²	Графики см. стр.
101	1	В22,5	4ф16 Ат IV с	—	4,02	16
102		В30				24
103		В40				32
104		В22,5	4ф18 Ат IV с		5,09	40
105		В30				48
106		В40				56
107		В22,5	4ф20 Ат IV с		6,28	64
108		В30				72
109		В40				80
110		В22,5	4ф22 Ат IV с		7,60	88
111		В30				96
112		В40				104
113		В22,5	4ф25 Ат IV с		9,82	112
114		В30				121
115		В40				128
116		В22,5	4ф28 Ат IV с		12,32	136
117		В30				144
118		В40				152
119	2	В22,5	4ф22 Ат IV с	4ф20 Ат IV с	13,88	160
120		В30				168

Код несущей способн. сечения	Рис	Класс бетон	Армирование ΣS_1	Армирование ΣS_2	$A_s = A_s'$ см²	Графики см. стр.
121	2	В40	4ф22 Ат IV с	4ф20 Ат IV с	13,88	176
122	1	В22,5	4ф32 Ат IV с	—	16,09	184
123		В30				192
124		В40				200
125	2	В22,5	4ф28 Ат IV с	4ф20 Ат IV с	18,55	208
126		В30				216
127		В40				224
128		В45				232
129	2	В22,5	4ф32 Ат IV с	4ф20 Ат IV с	22,37	240
130		В30				248
131		В40				256
132		В45				264
133	2	В22,5	4ф32 Ат IV с	4ф28 Ат IV с	28,40	272
134		В30				280
135		В40				288
136		В45				296
137	2	В30	4ф32 Ат IV с	4ф32 Ат IV с	36,45	304
138		В40				312
139		В45				320

Нач. отд.	Кодош		
ГИП	Кледанов		
Ннж.	Галованова		

1.020.1-4 0-9 001

Нотенклатура и код несущей способности сечений колонн

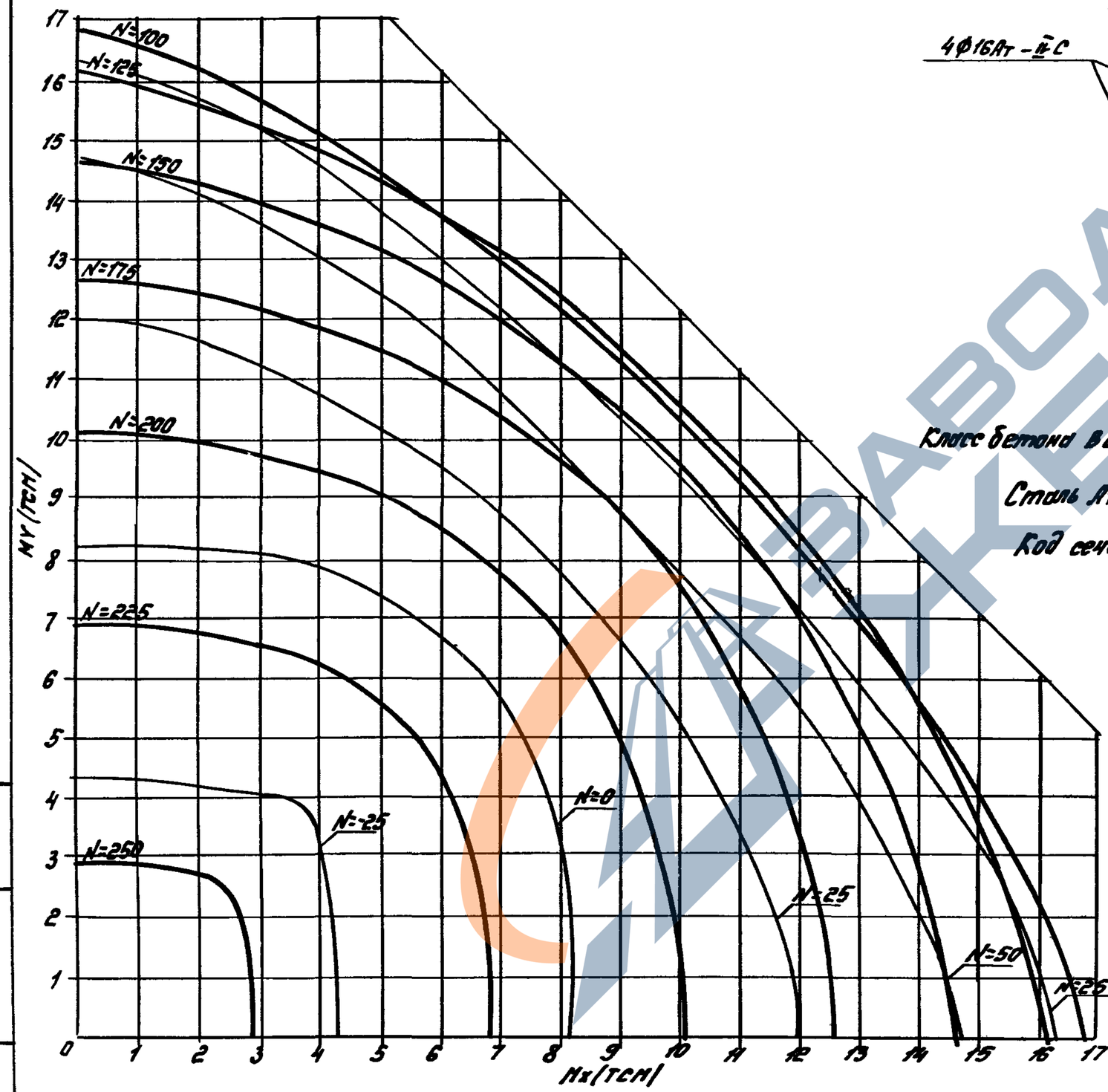
Стадия	Лист	Листов
Р	1	

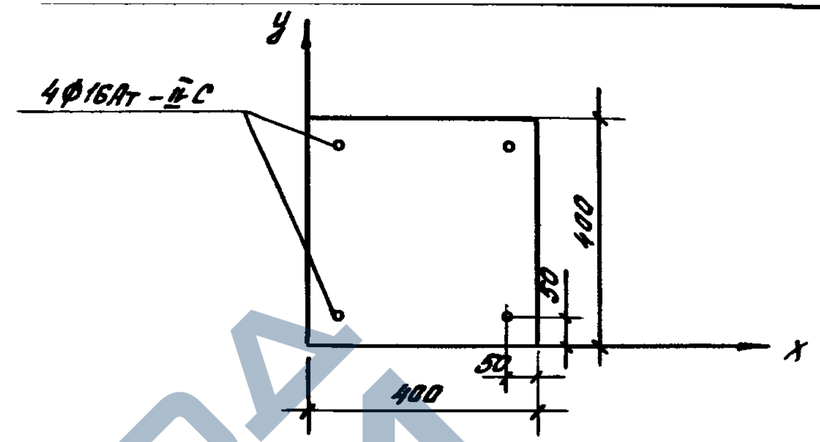
ЦНИИПромзданий

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В22,5 (R_b = 14,8 МПа при учете γ_{b2} = 1,10)

Сталь Ат-IV С

Код сечения - 101а

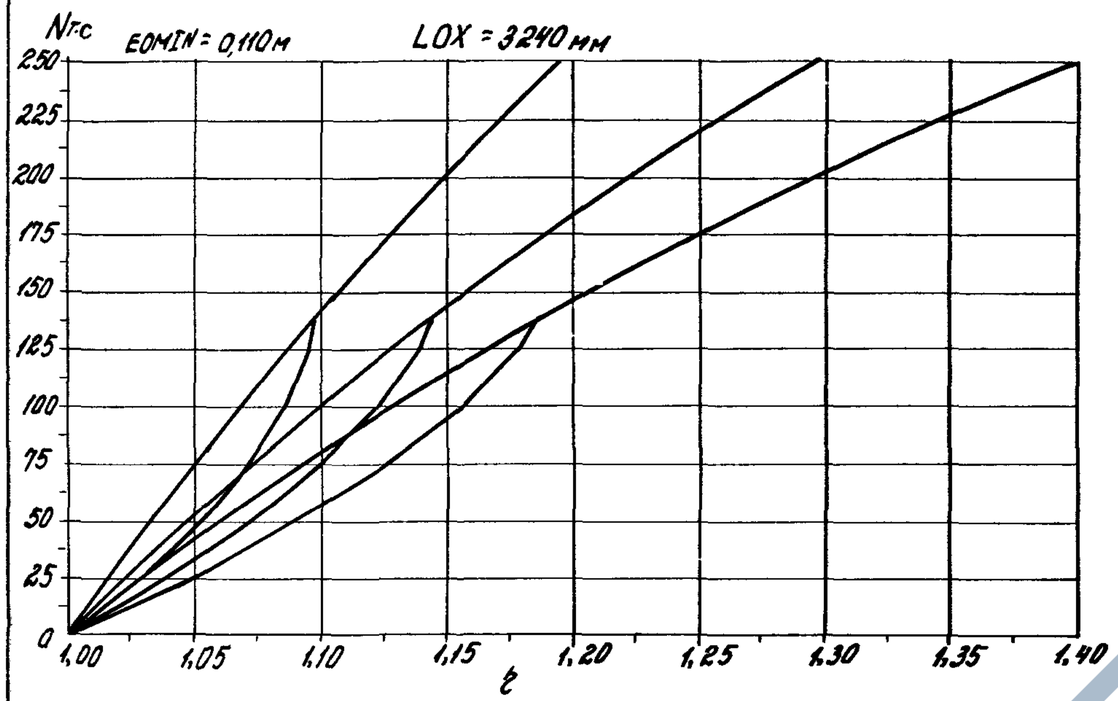
Индекс „а" в обозначении кода сечения соответствует γ_{b2} = 1,1 аналогично „б" - соответствует γ_{b2} = 0,9

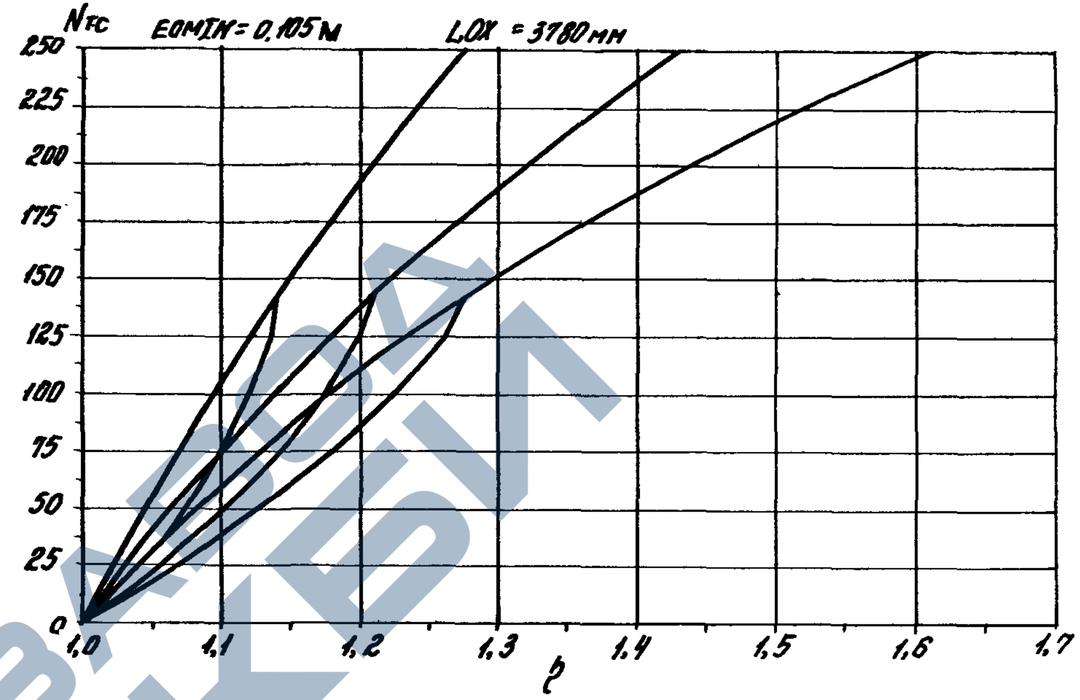
1.020.1-4	0-9.002	Стадия	Лист	Листов
		Р	1	
Графики несущей внецентренно сжатых сечений М-N 101а÷130б		ЦНИИПромзданий		
Нач. отд. Кобыш				
ГИП Клебанов				
Инж. Головнев				

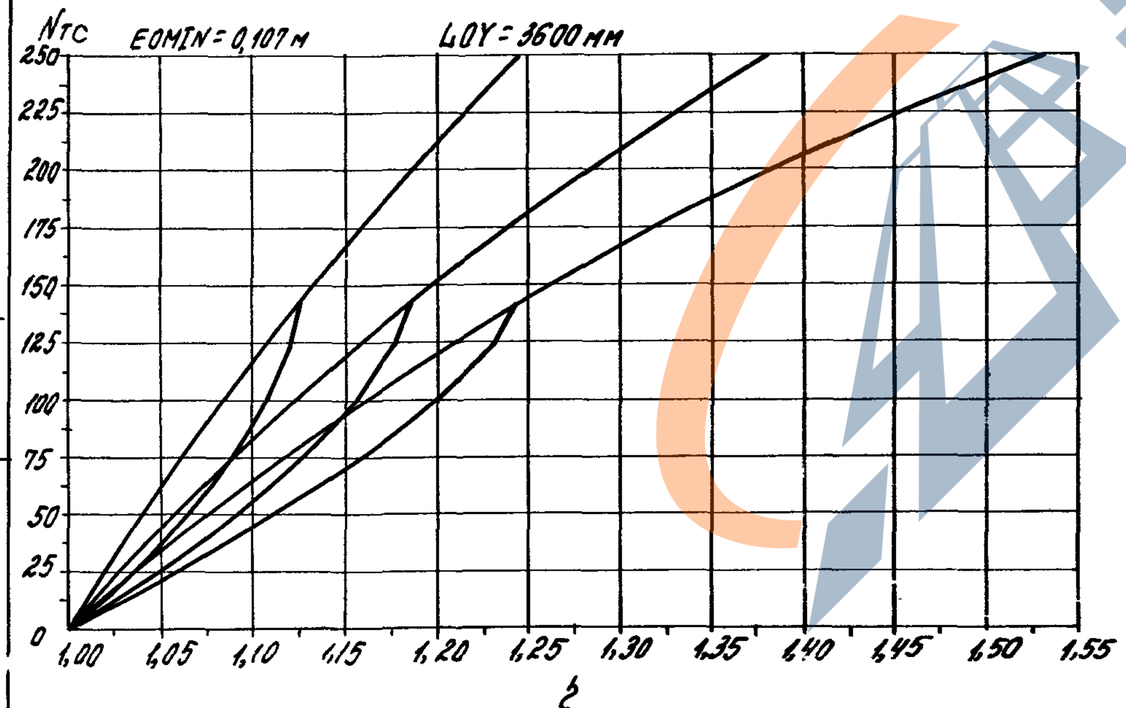
Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N

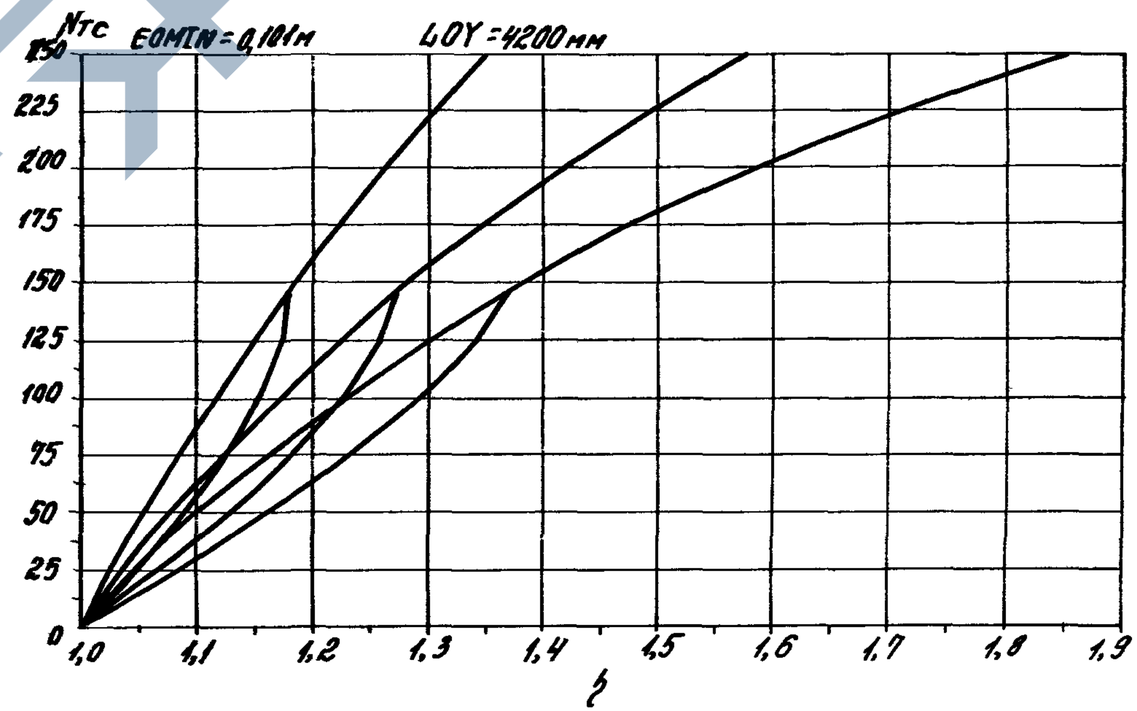
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/







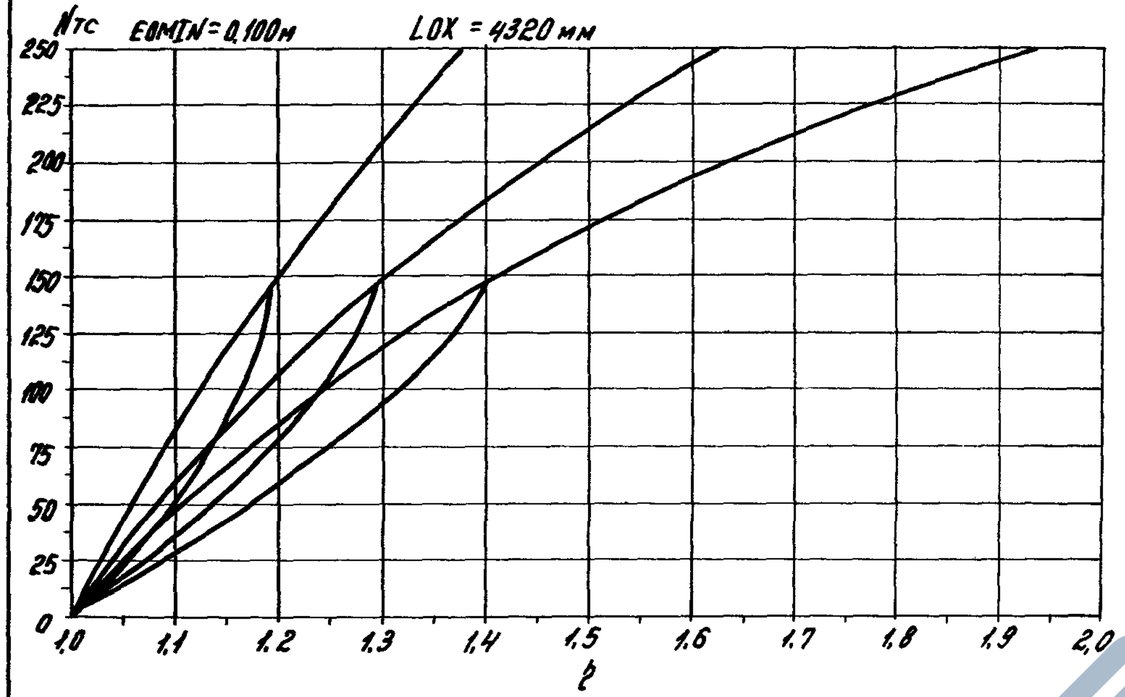


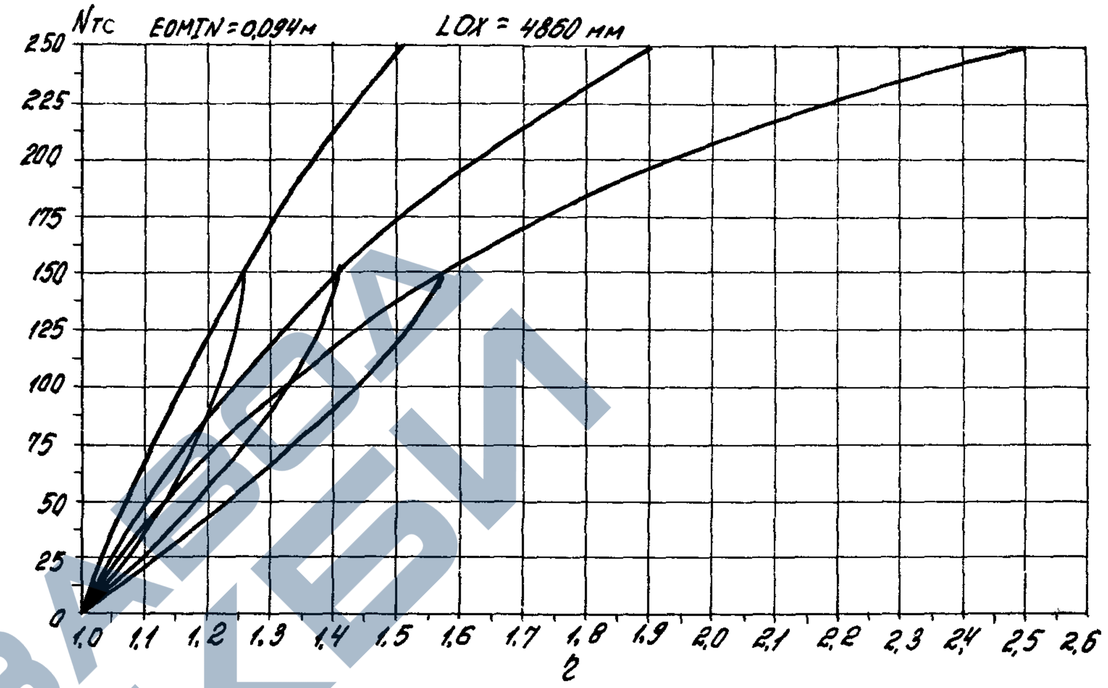
1.020 1-4	Д-9 002	Лист	2

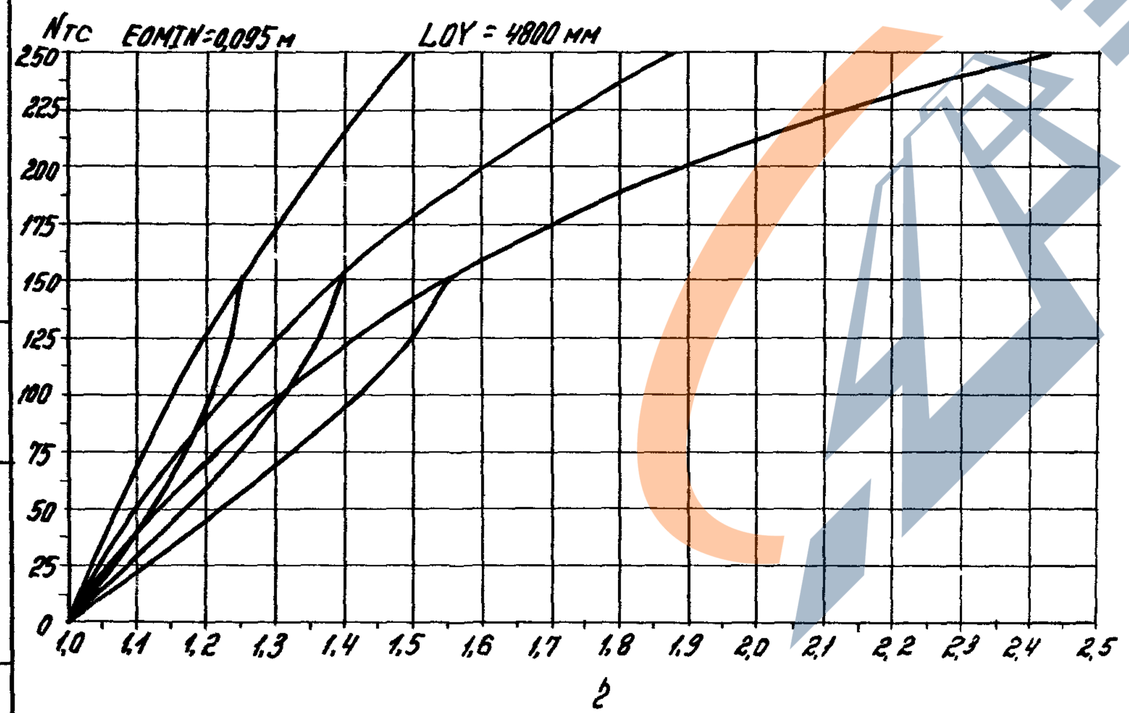
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

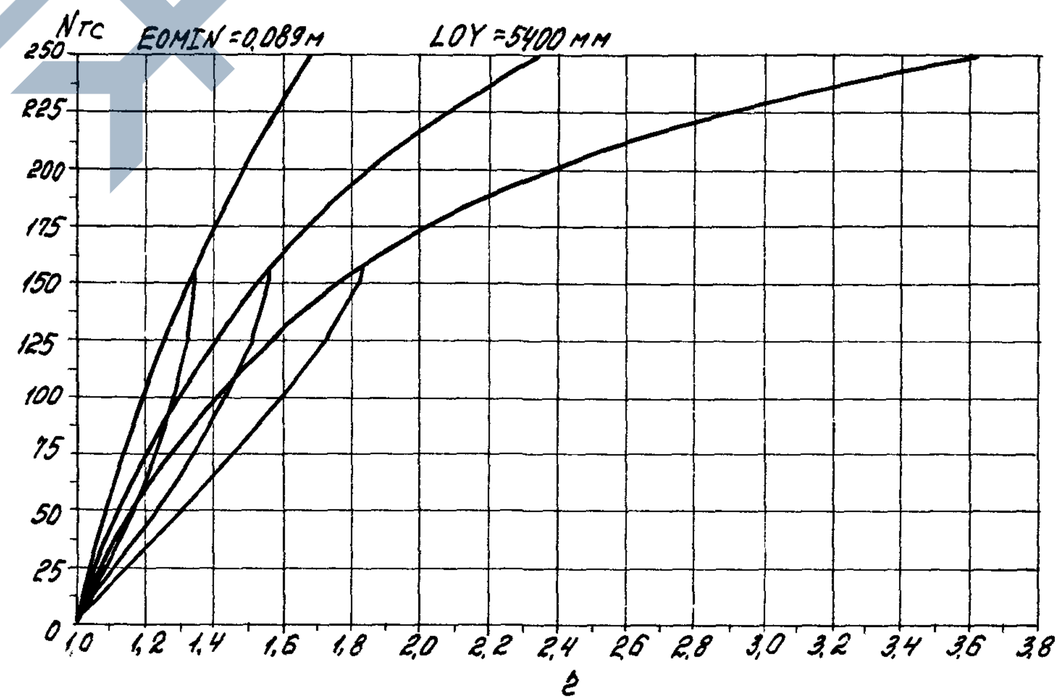
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/



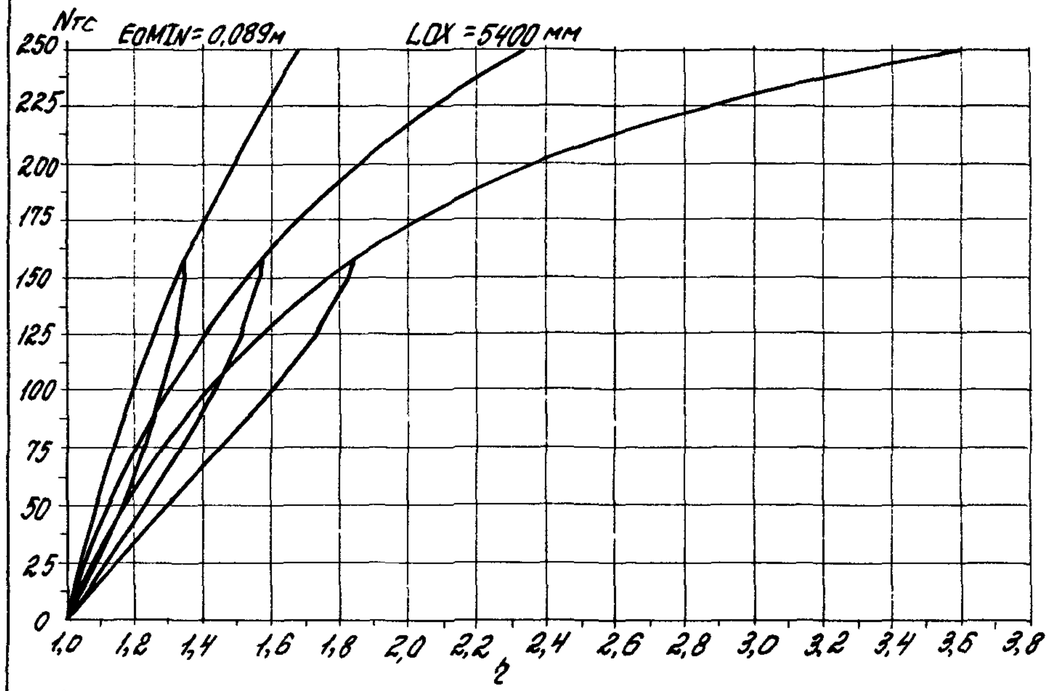


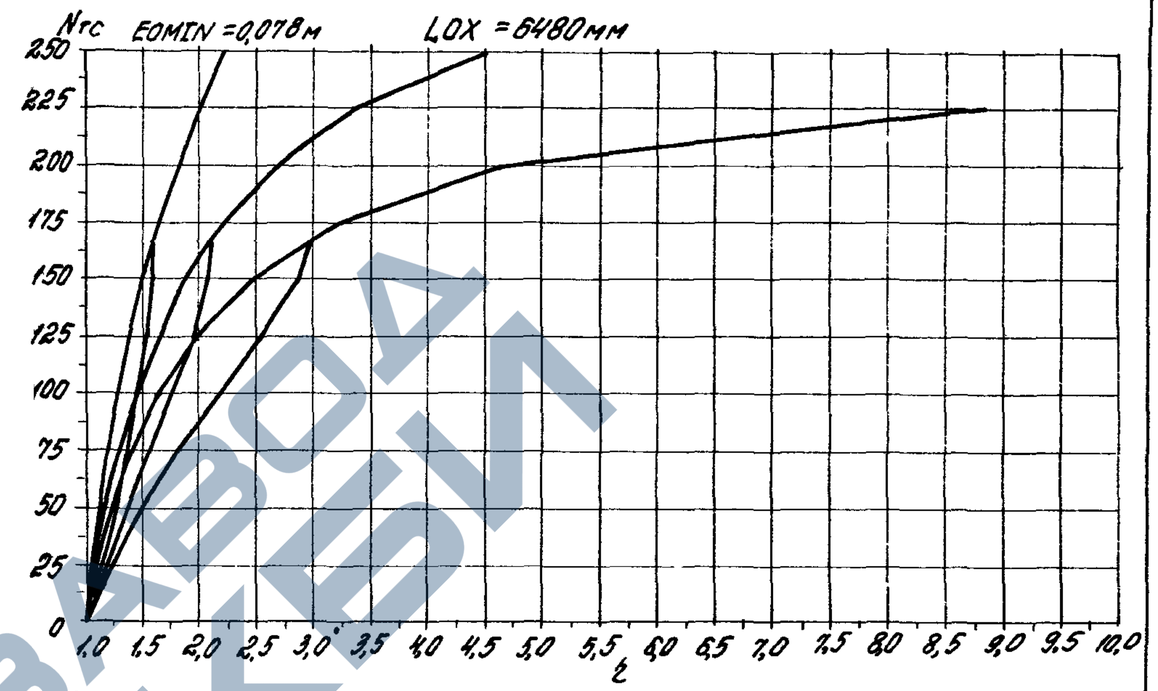


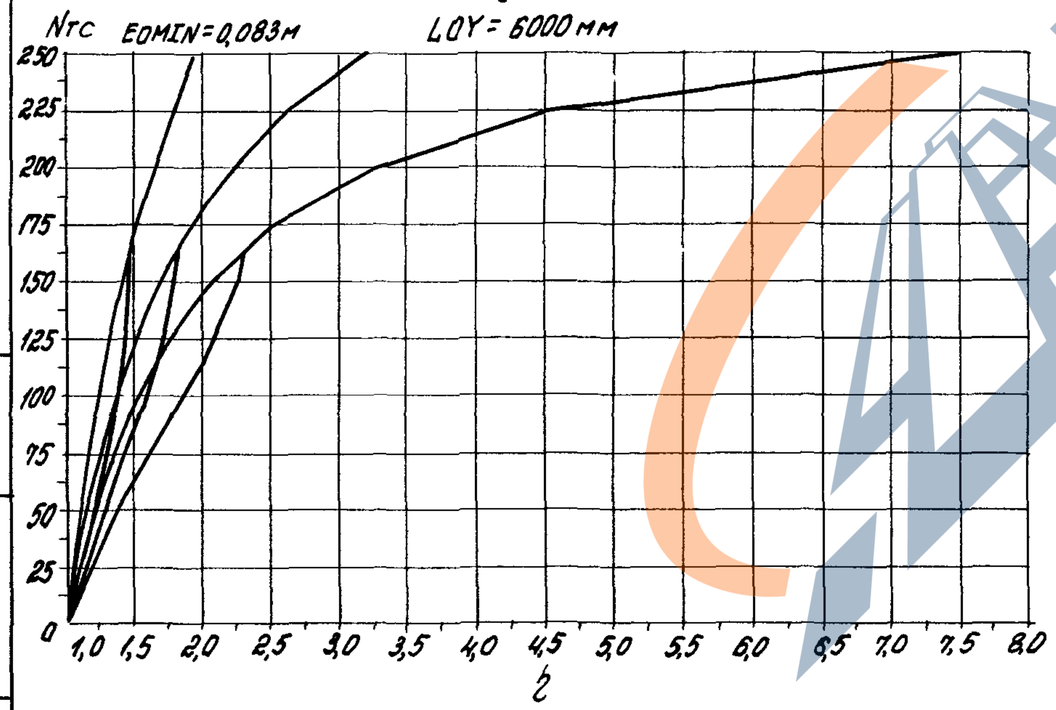


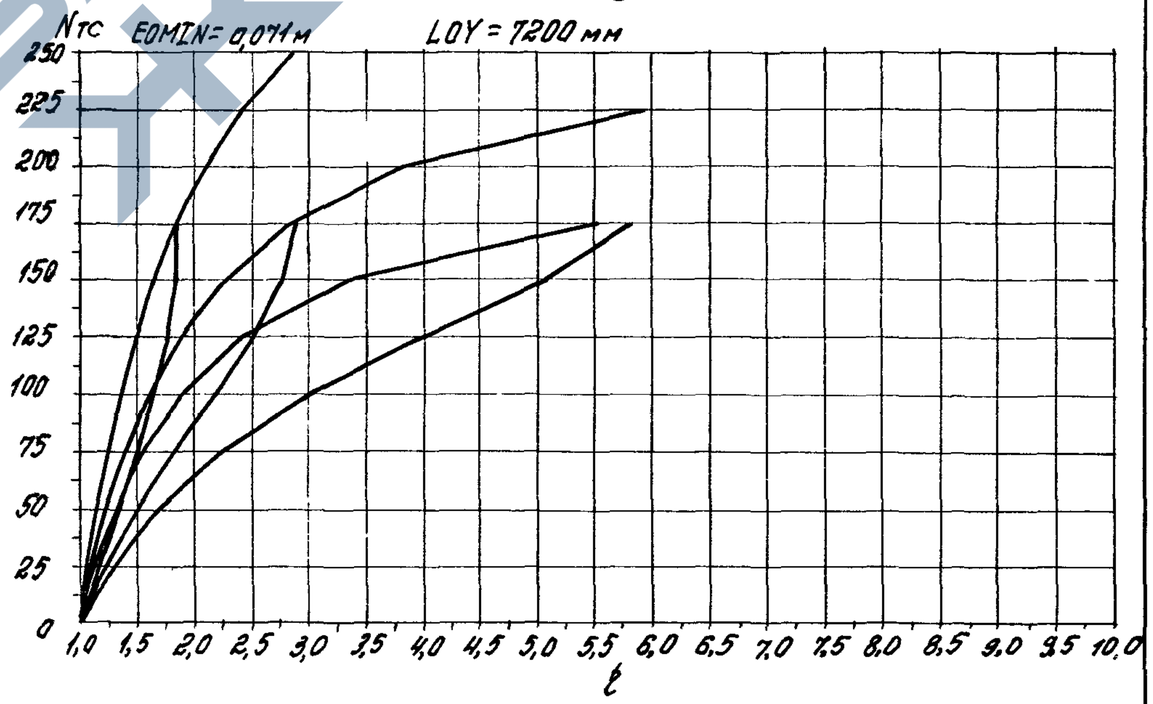
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/









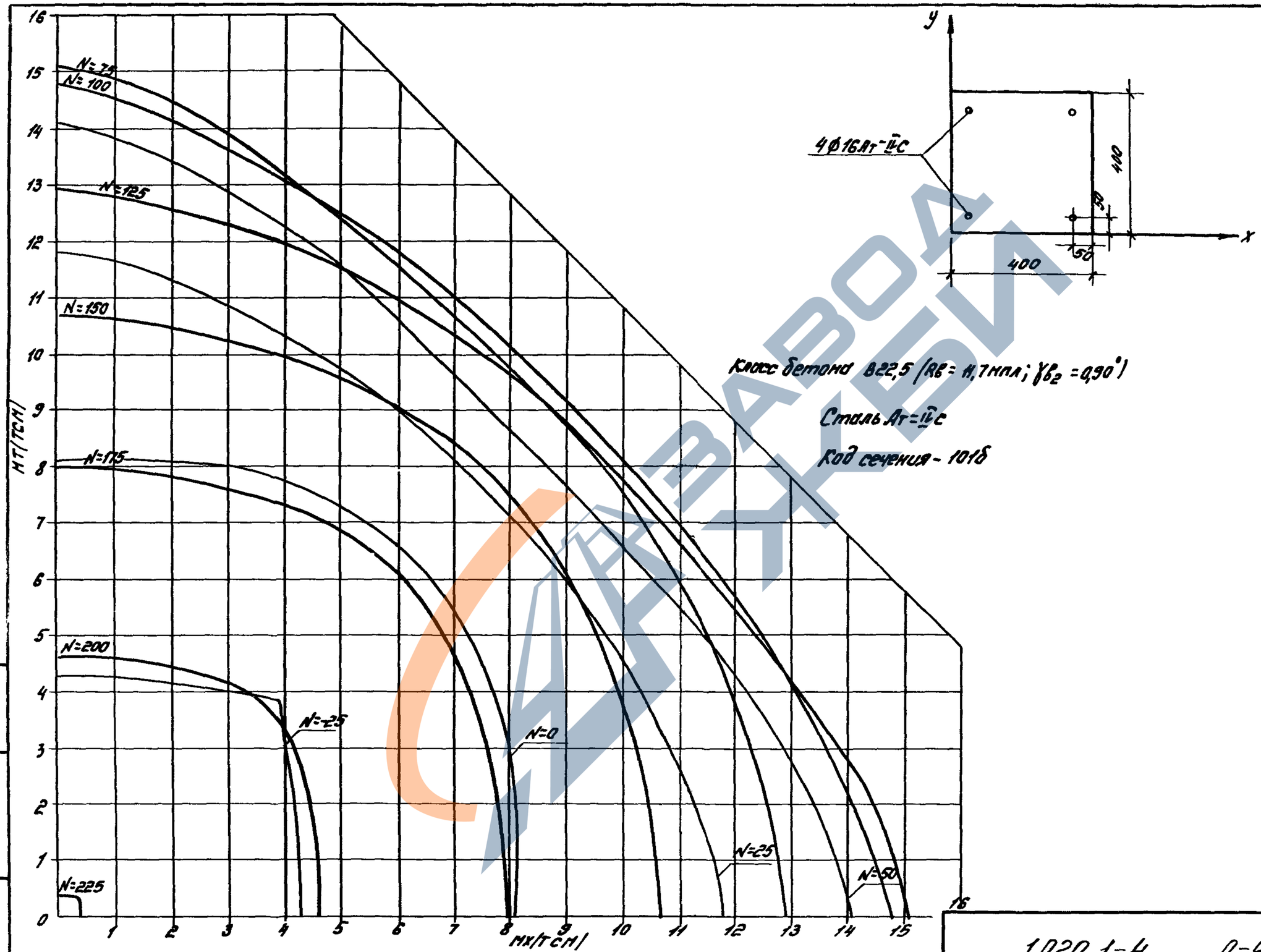
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

1.020.1-4 0-9 002

Лист 4

https://zavodjbi.com/

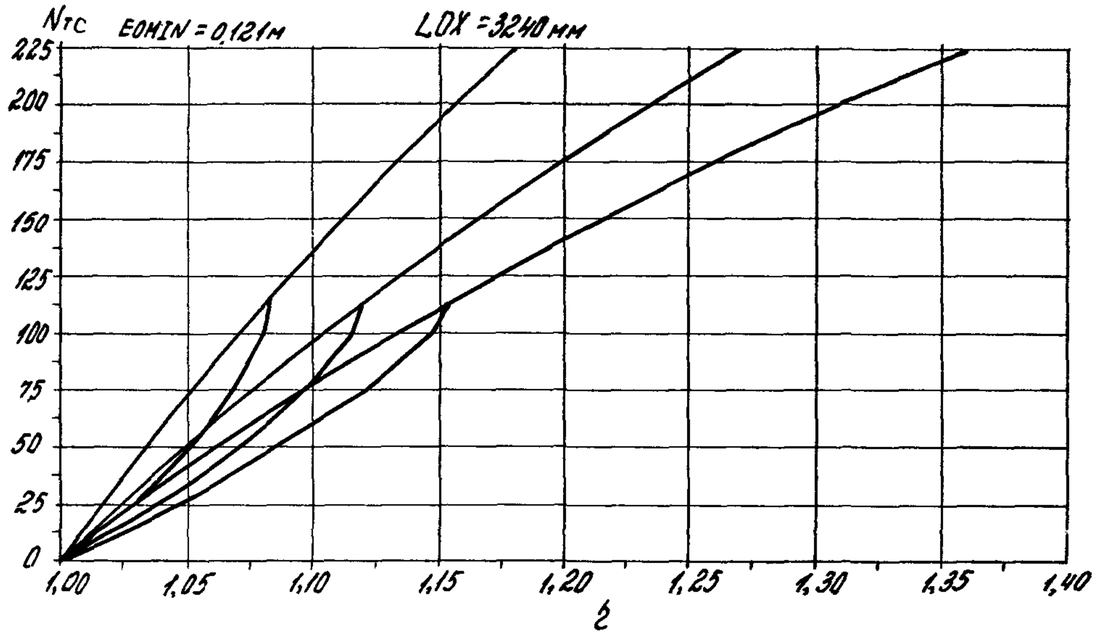
https://zavodjbi.com/

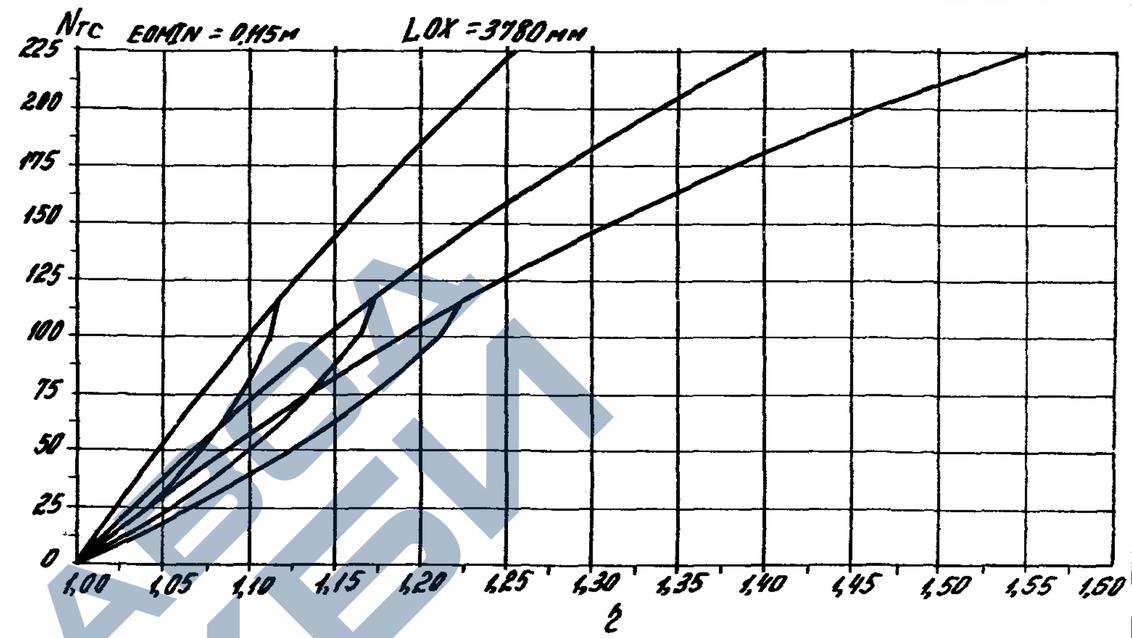


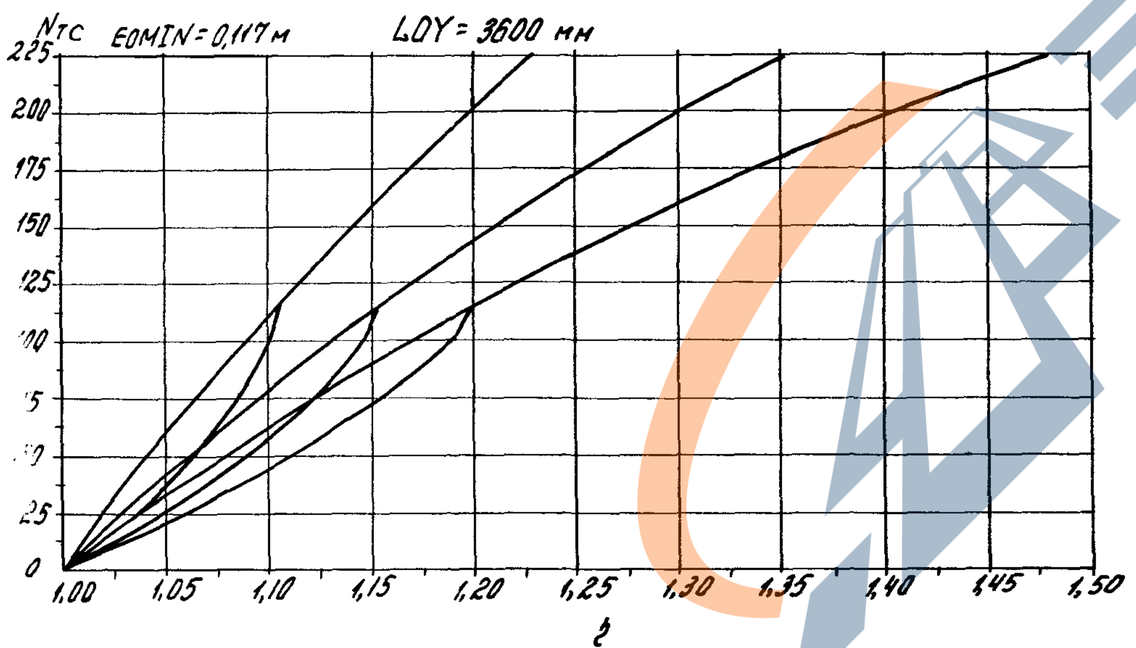
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	

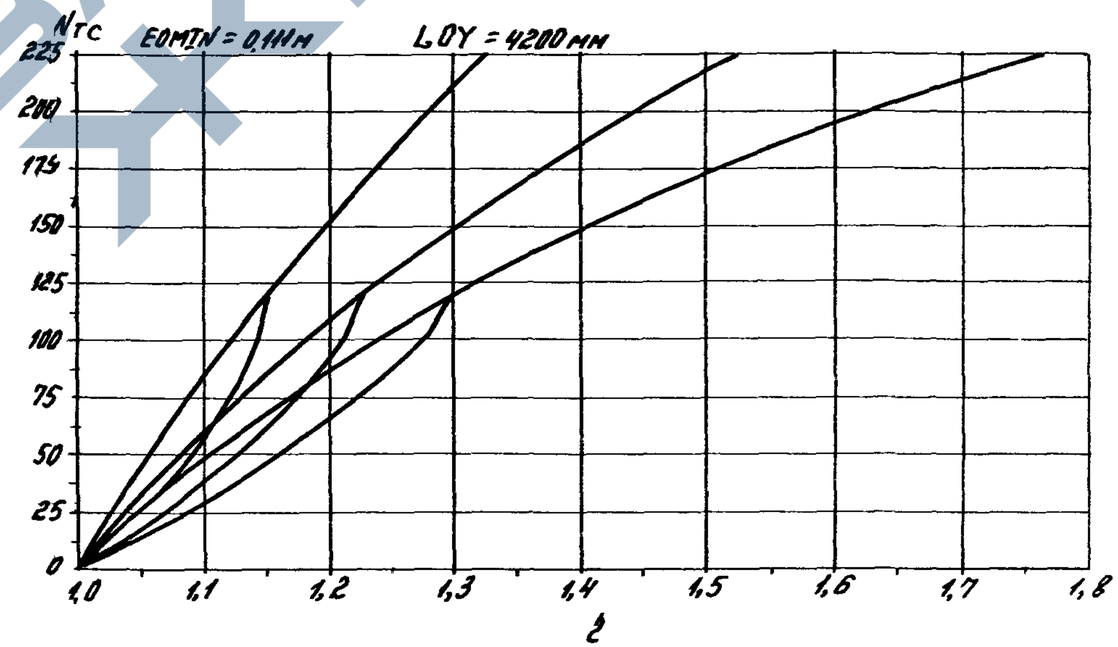
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/







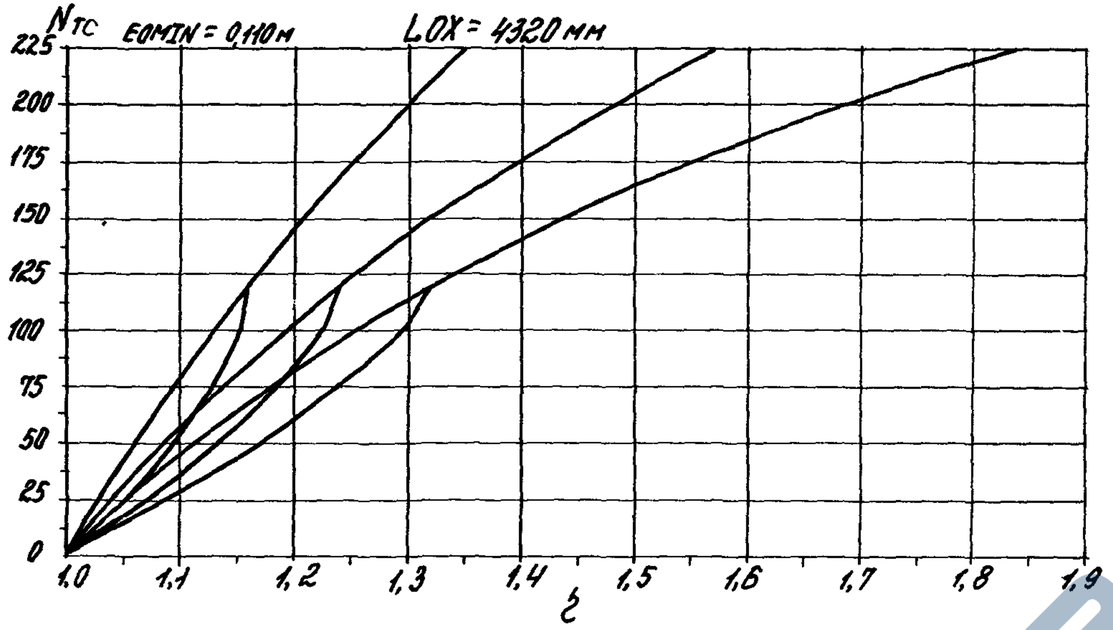


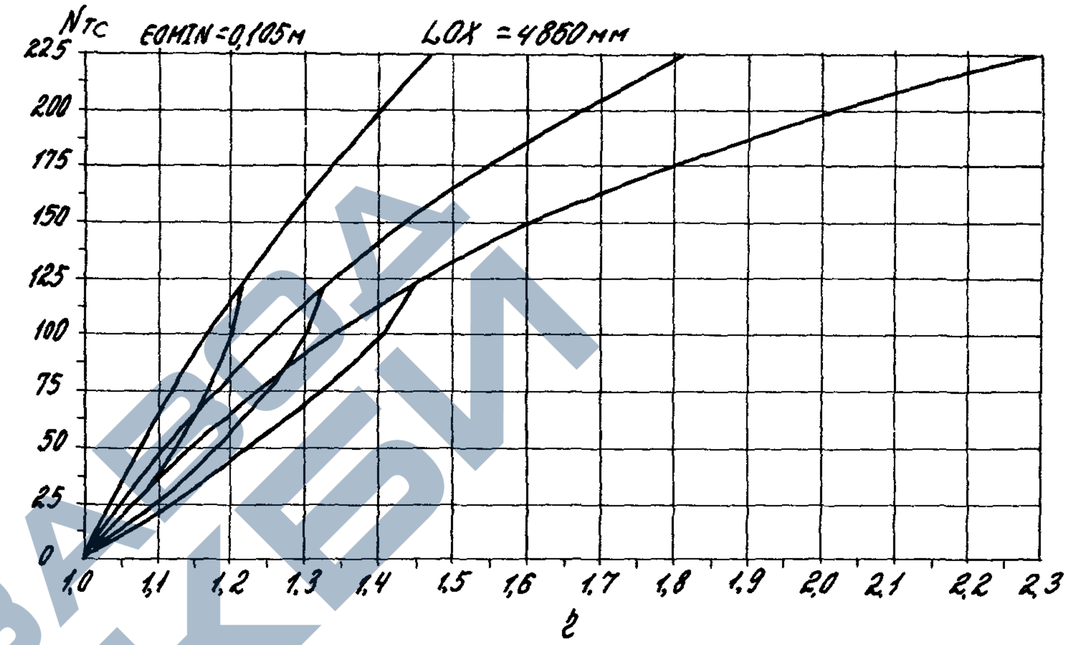
ЗАВОД ЖБИ

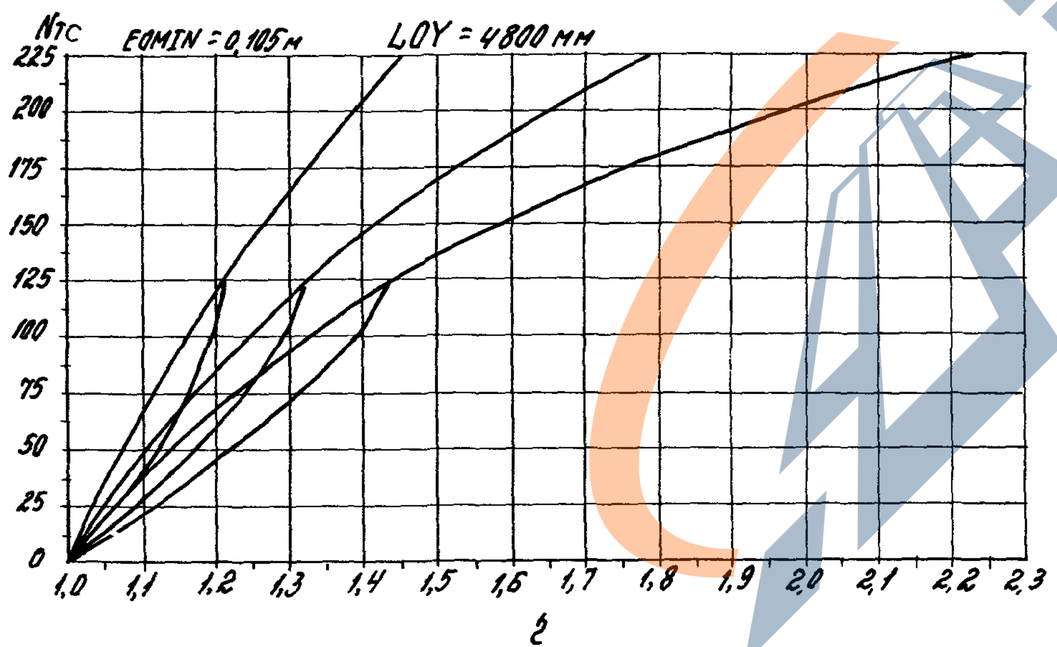
1.020.1-4	0-9 002	Лист 6

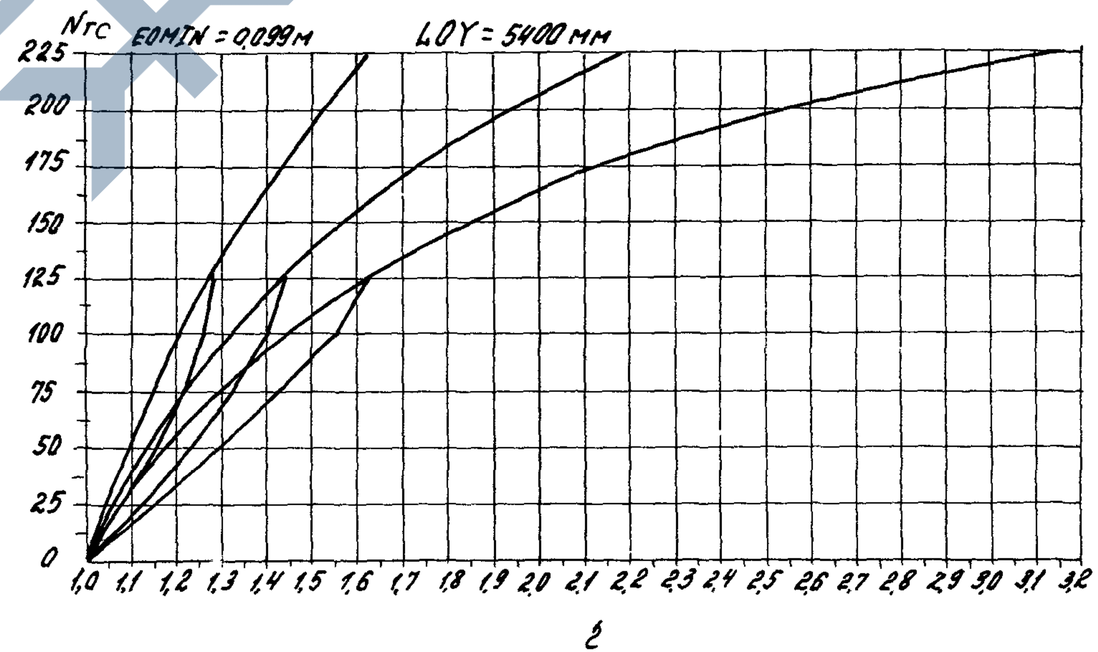
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/



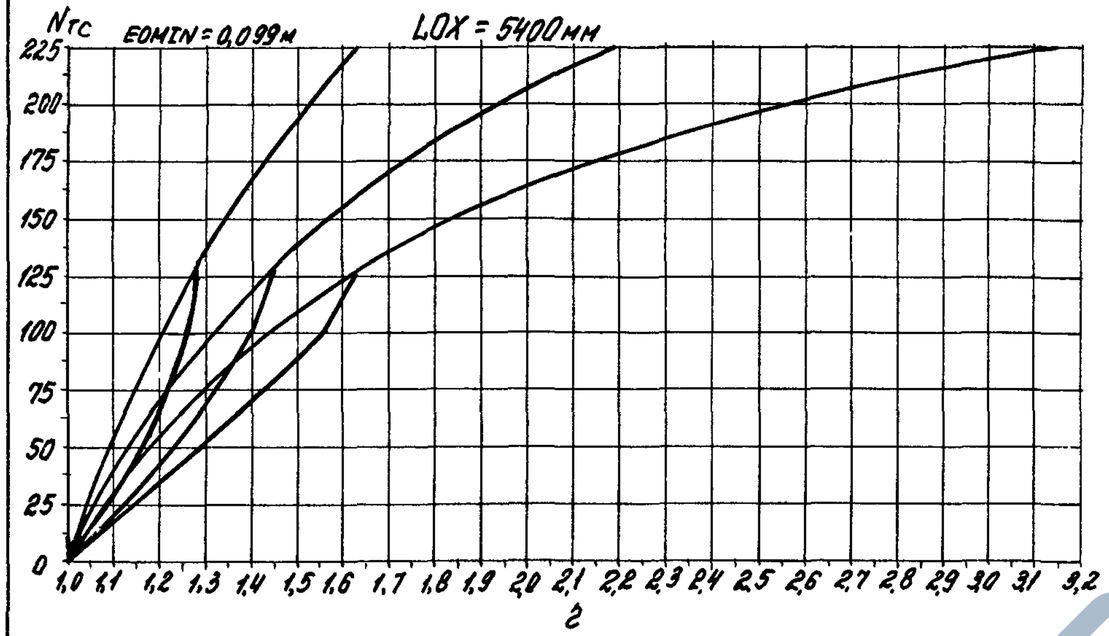


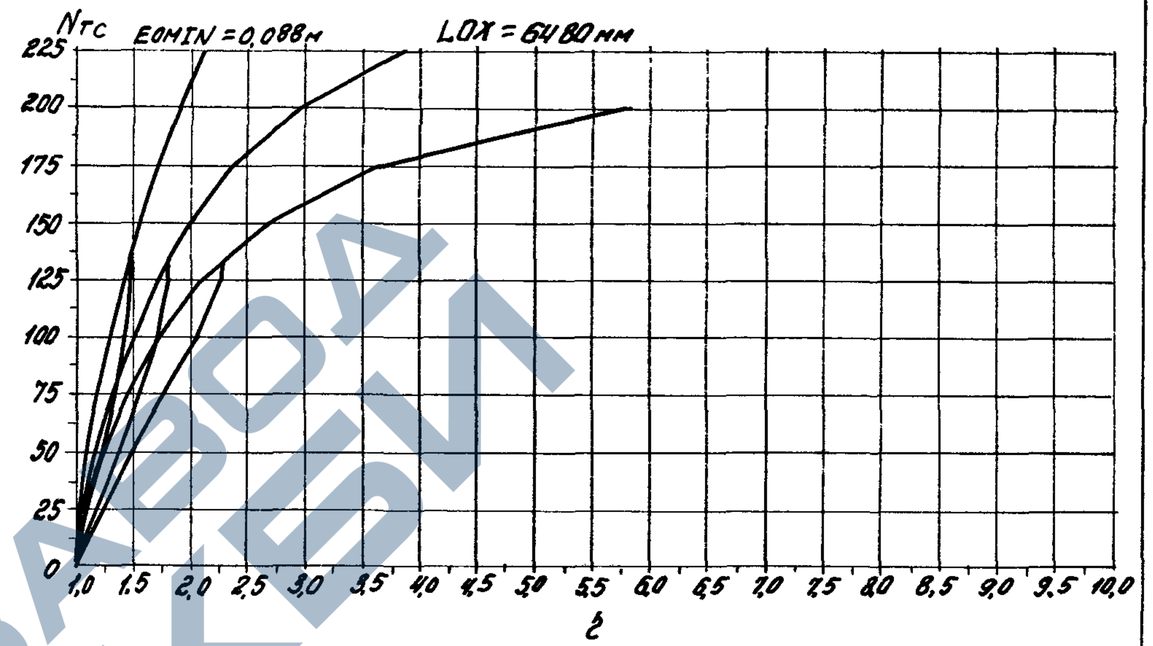


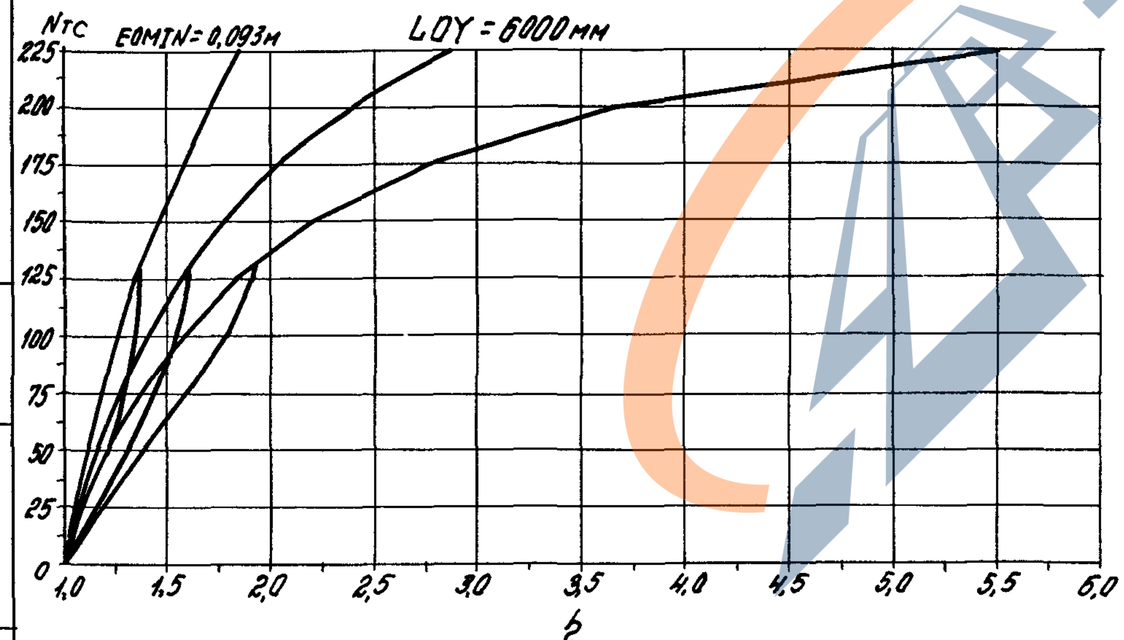


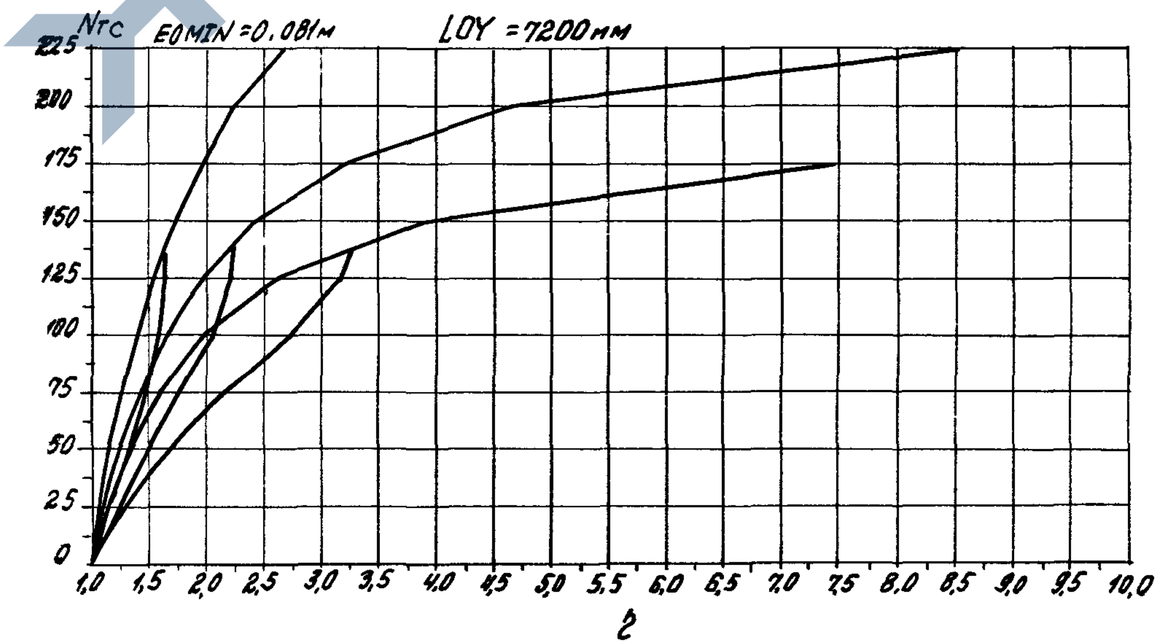
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





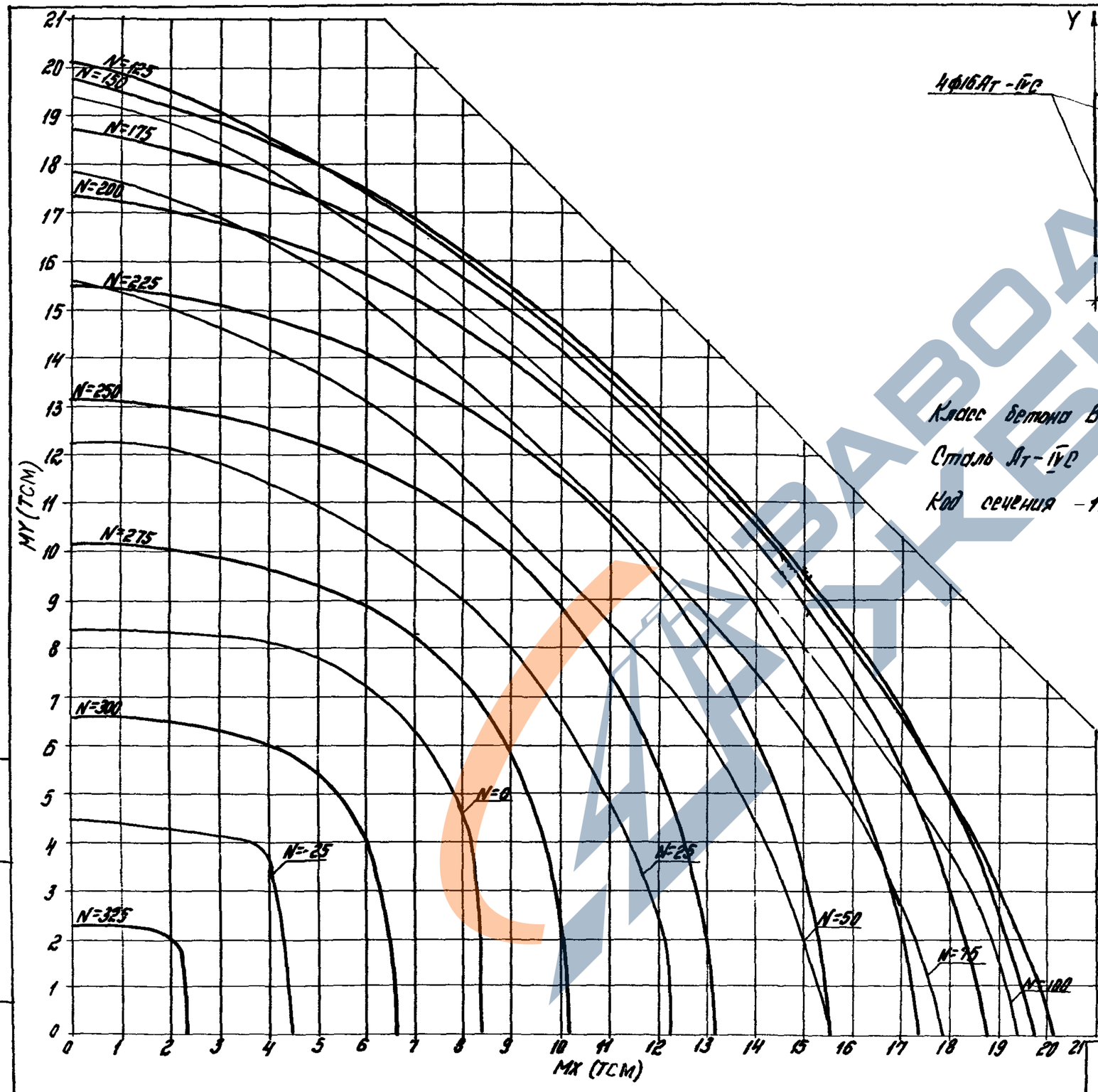


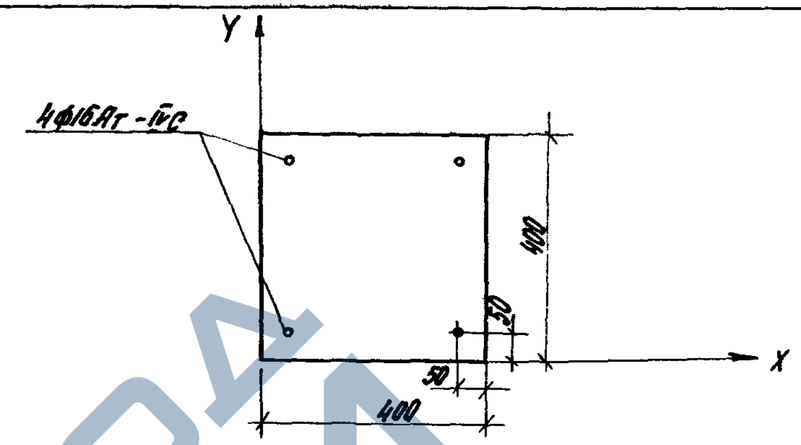


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В30,0 (R_B = 18,7 МПа при учете γ_{B2} = 1,10)

Сталь Ат-IVС

Код сечения -102а

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

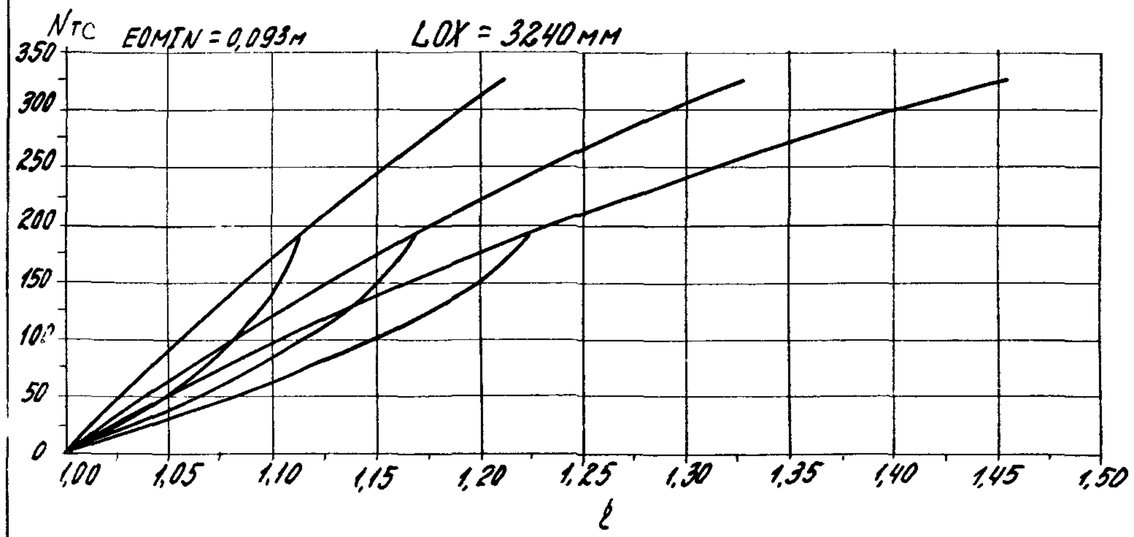
1.020.1-4 0-9 ОВ2

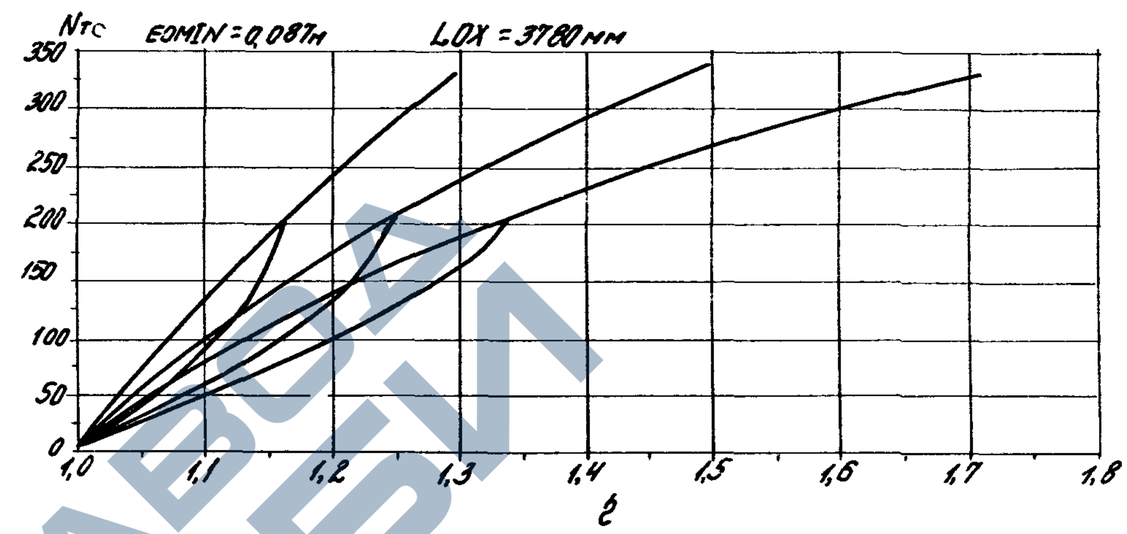
Лист 9

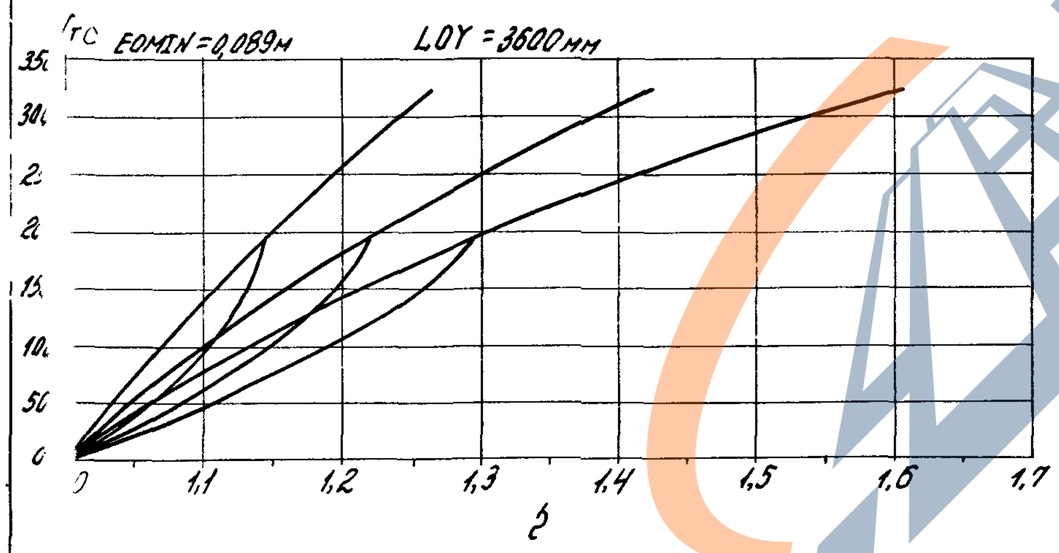
24166-08 15

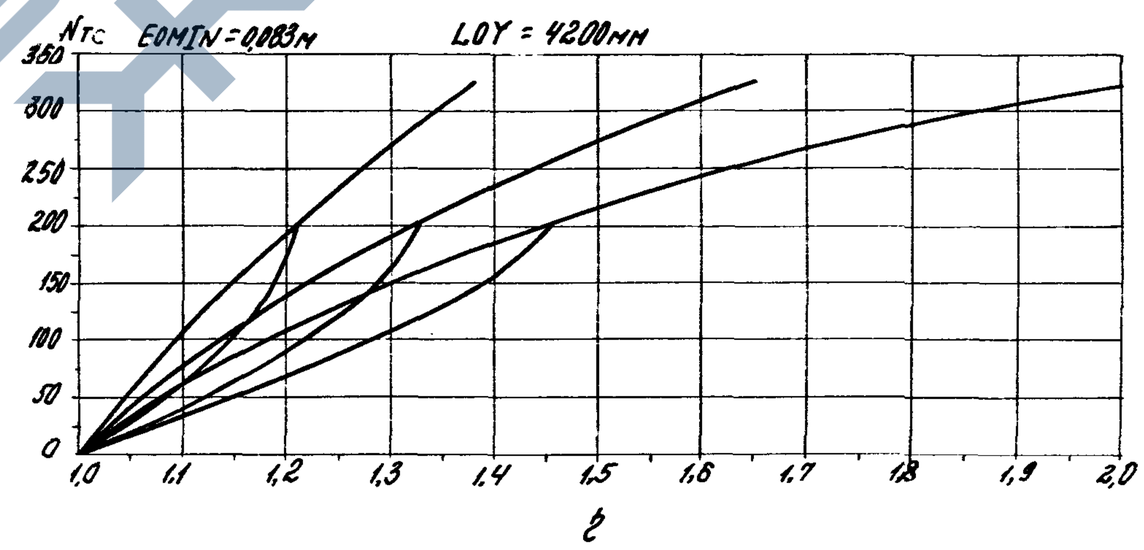
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/



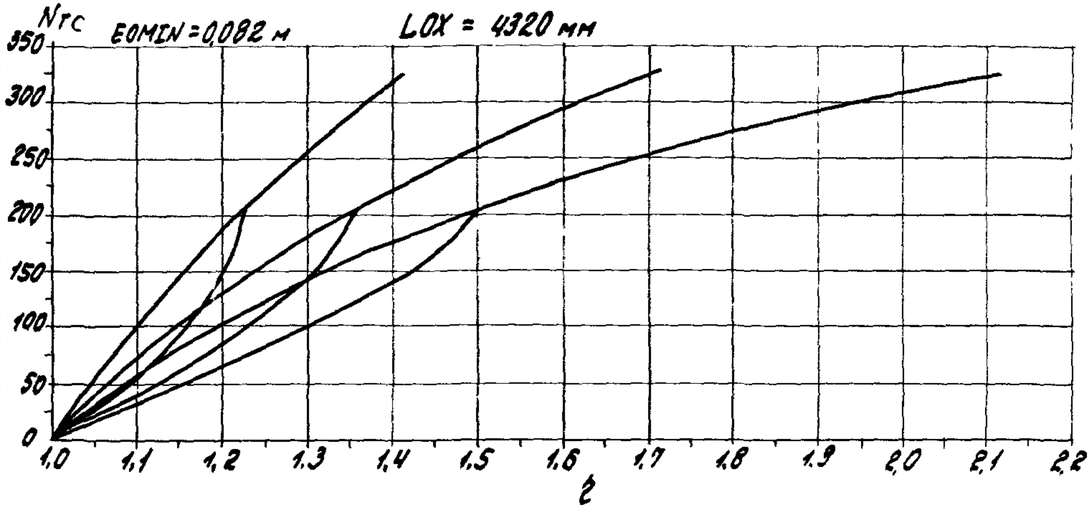


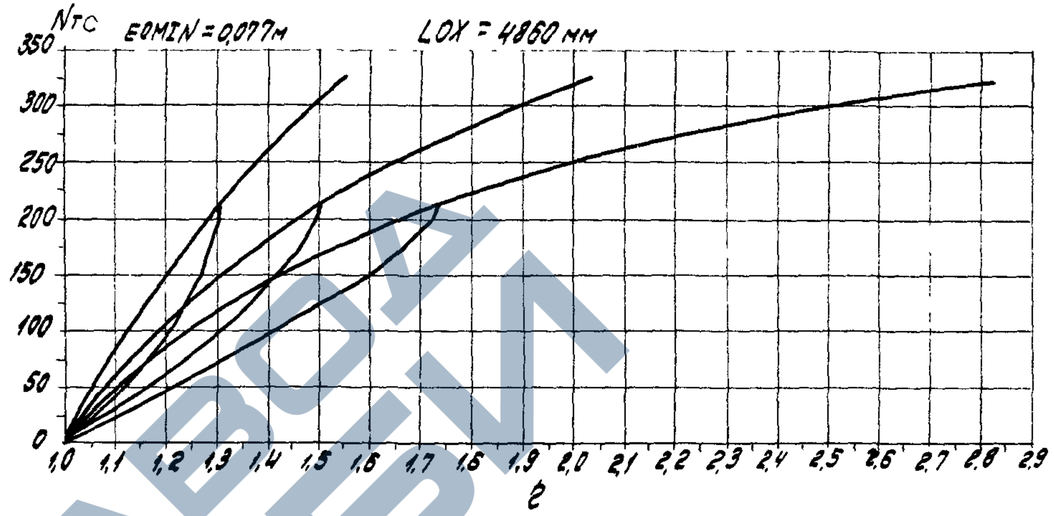


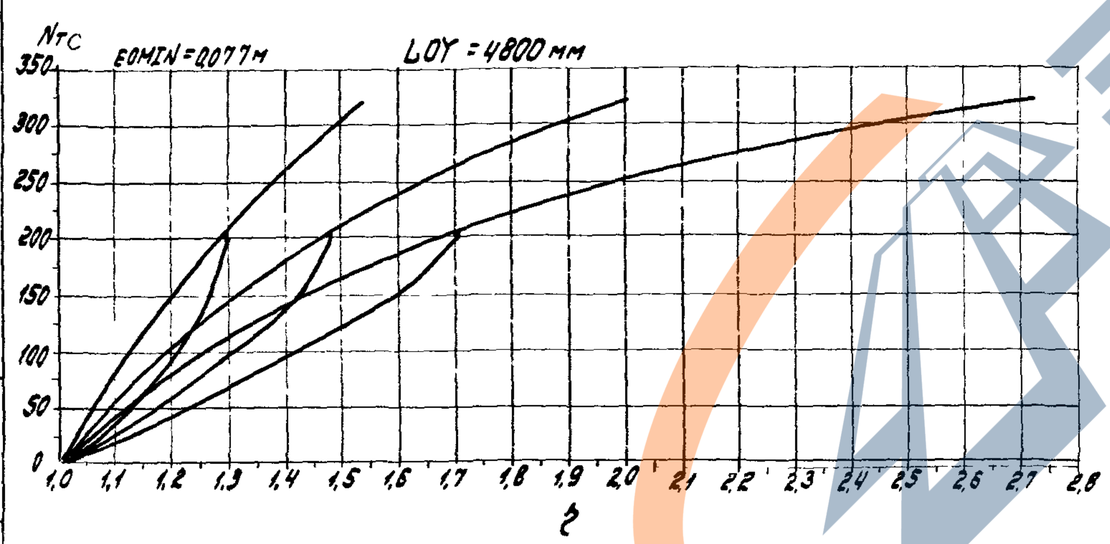


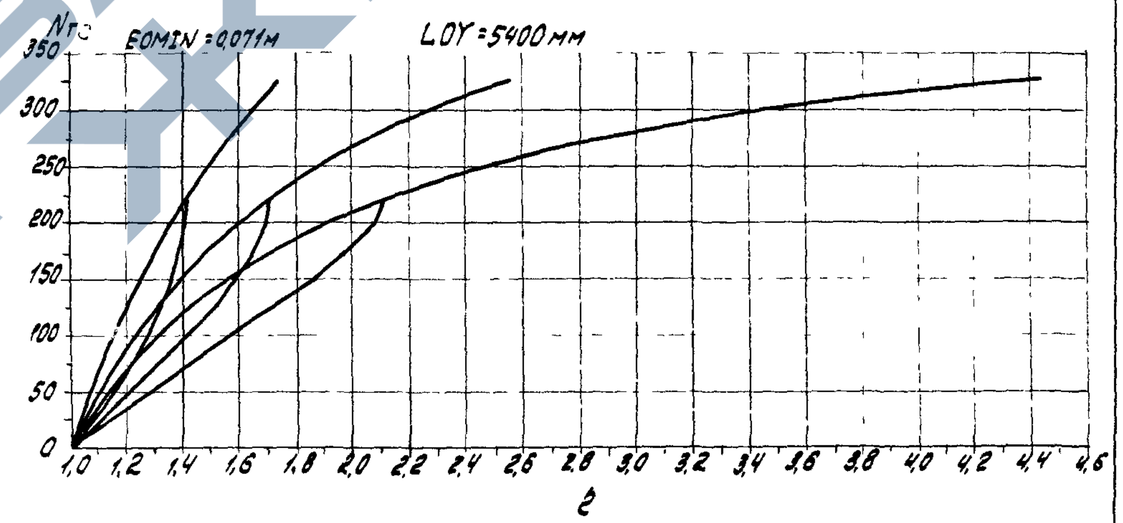
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/

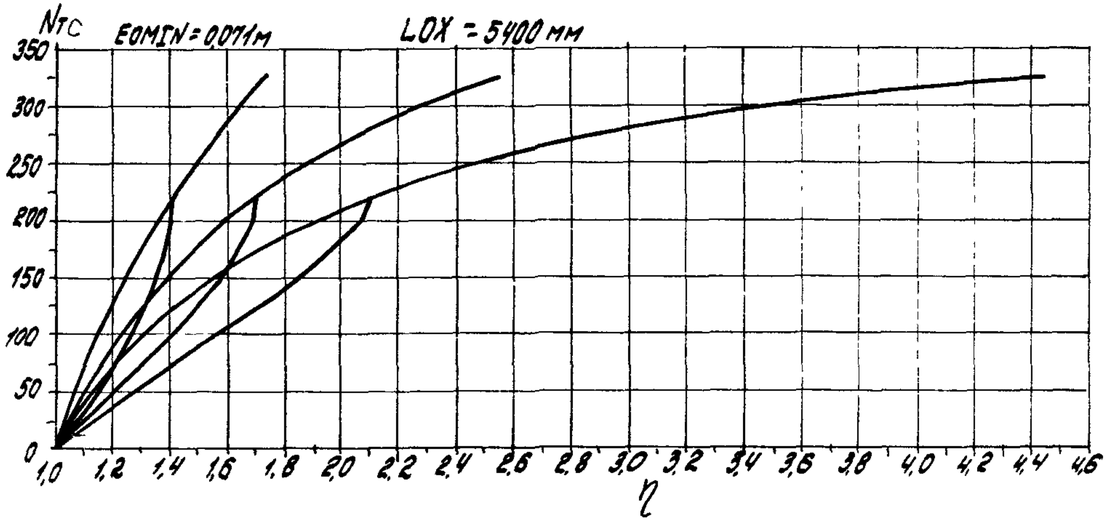


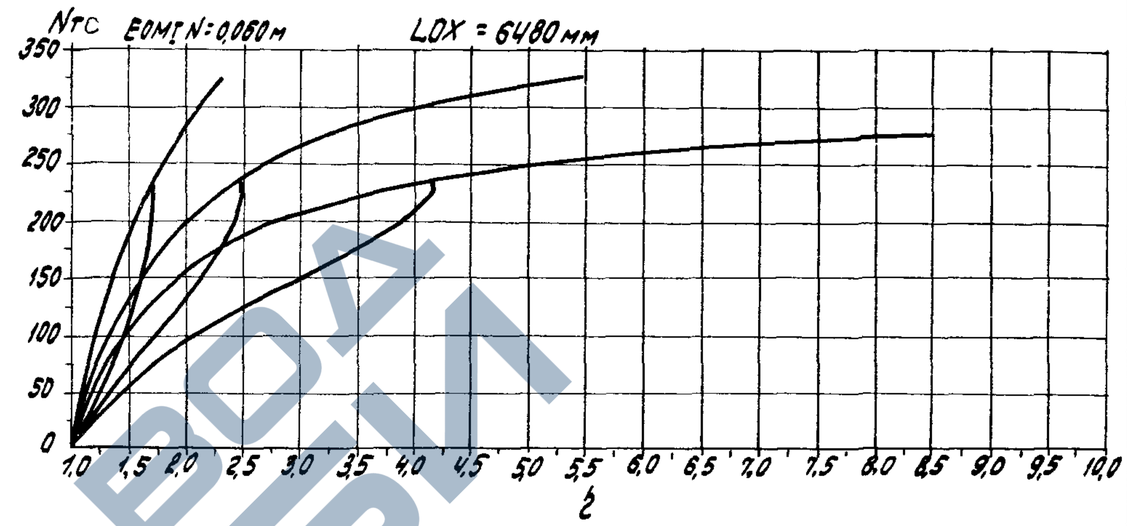


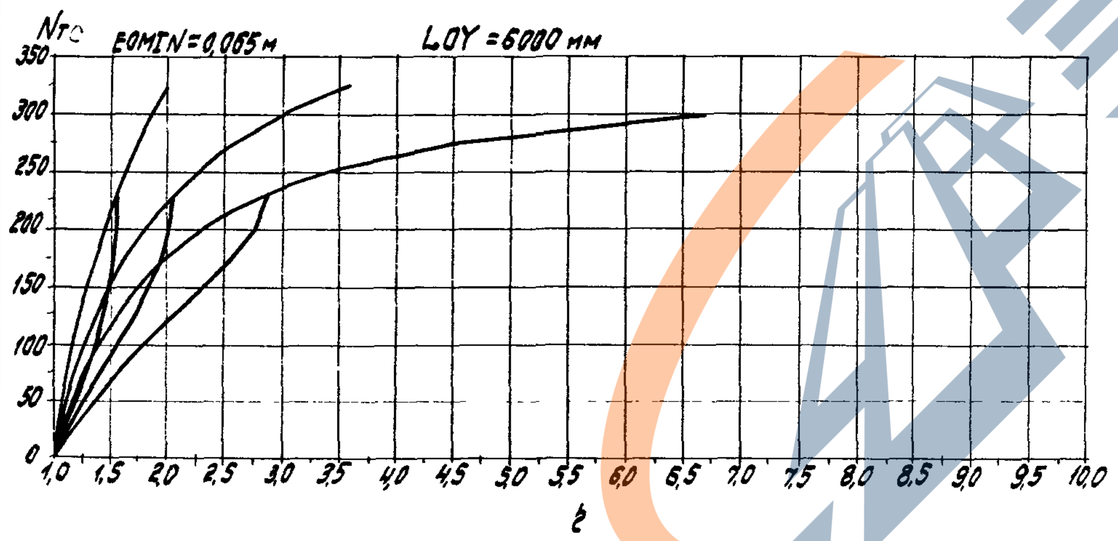


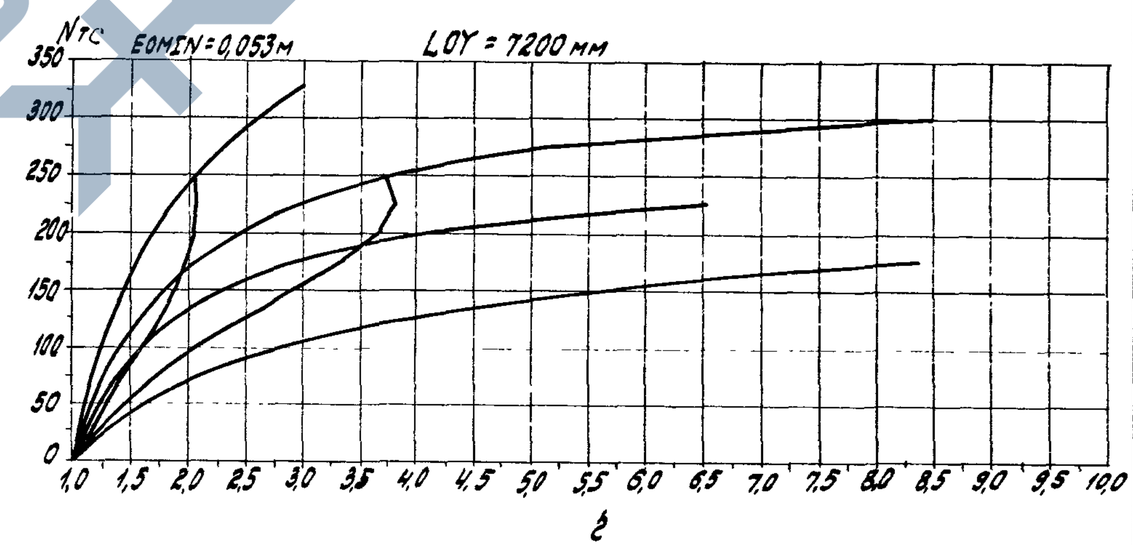


https://zavodjbi.com/



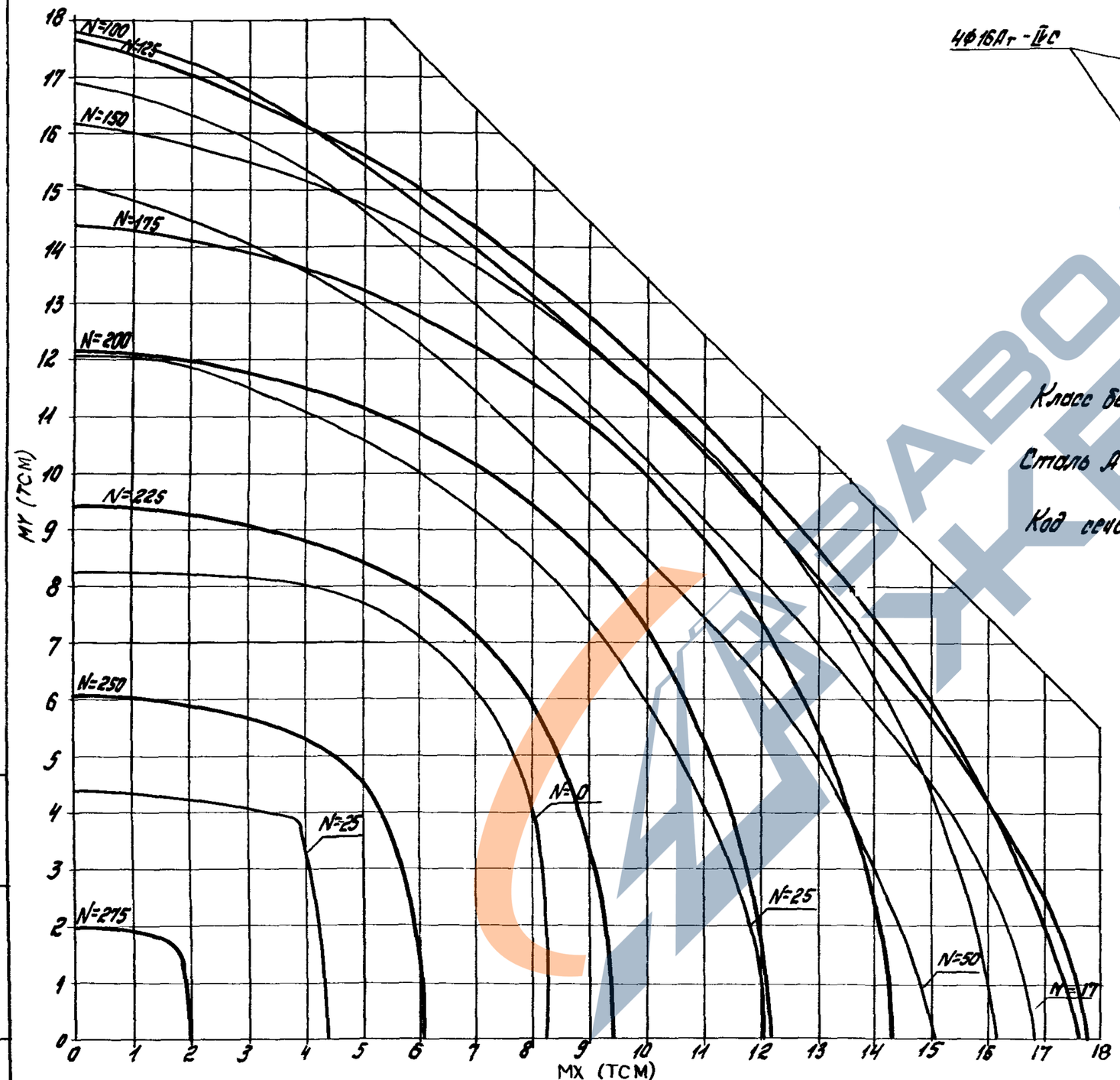


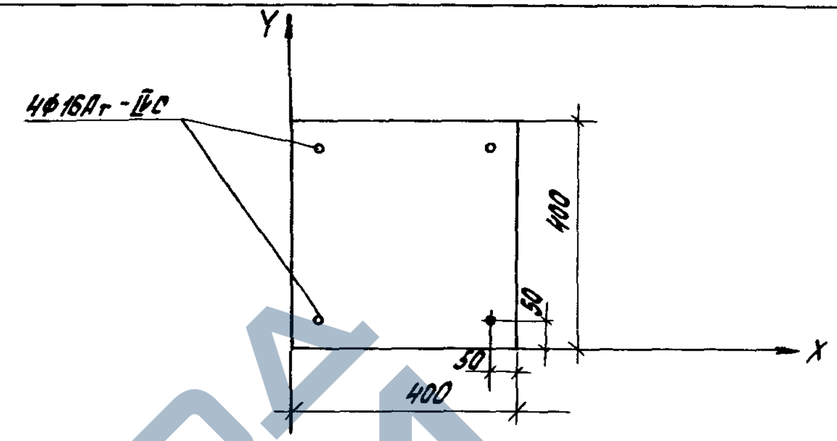




Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В30,0 (Rв =15,3МПа при учете γ_{b2} = 0,90)

Сталь Ат-IVС

Код сечения -102б

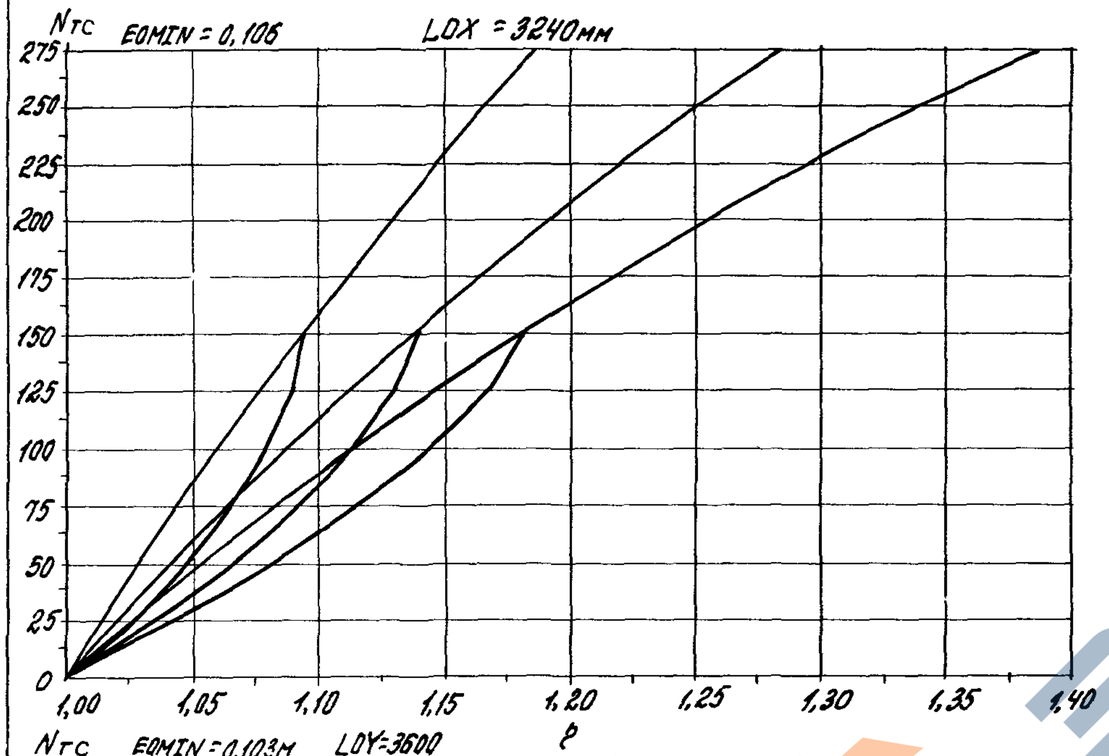
1.020.1-4 0-9 ОВ2	Лист 13

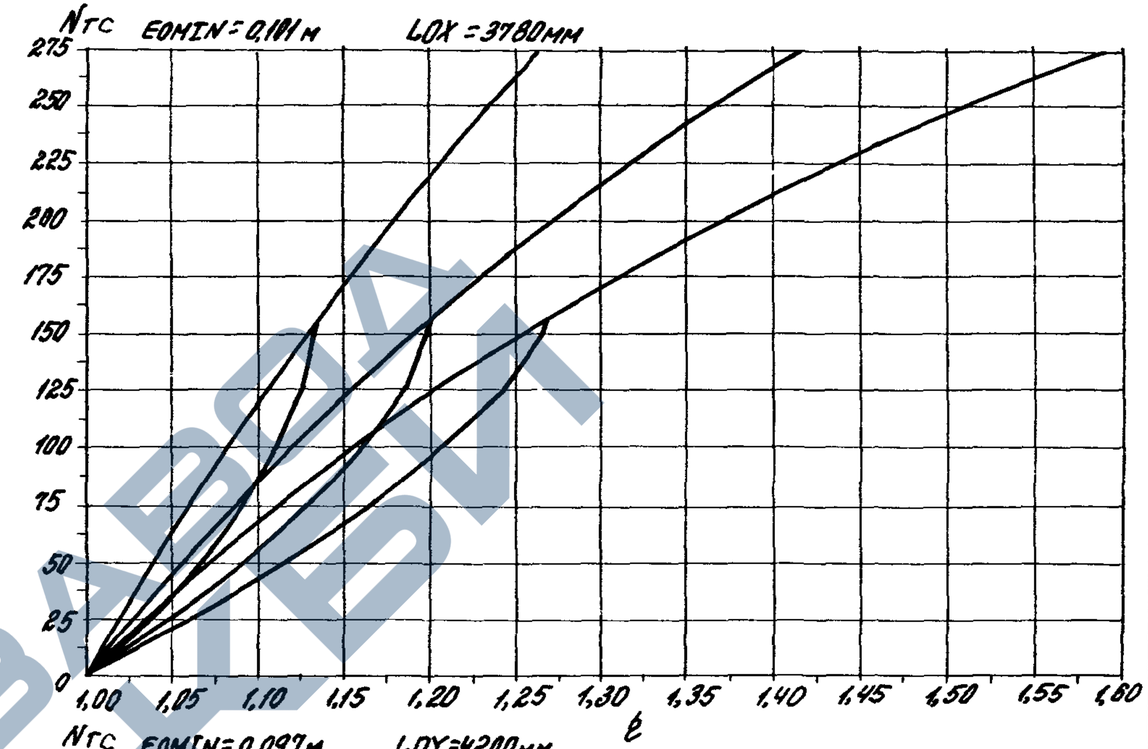
24166-01 09

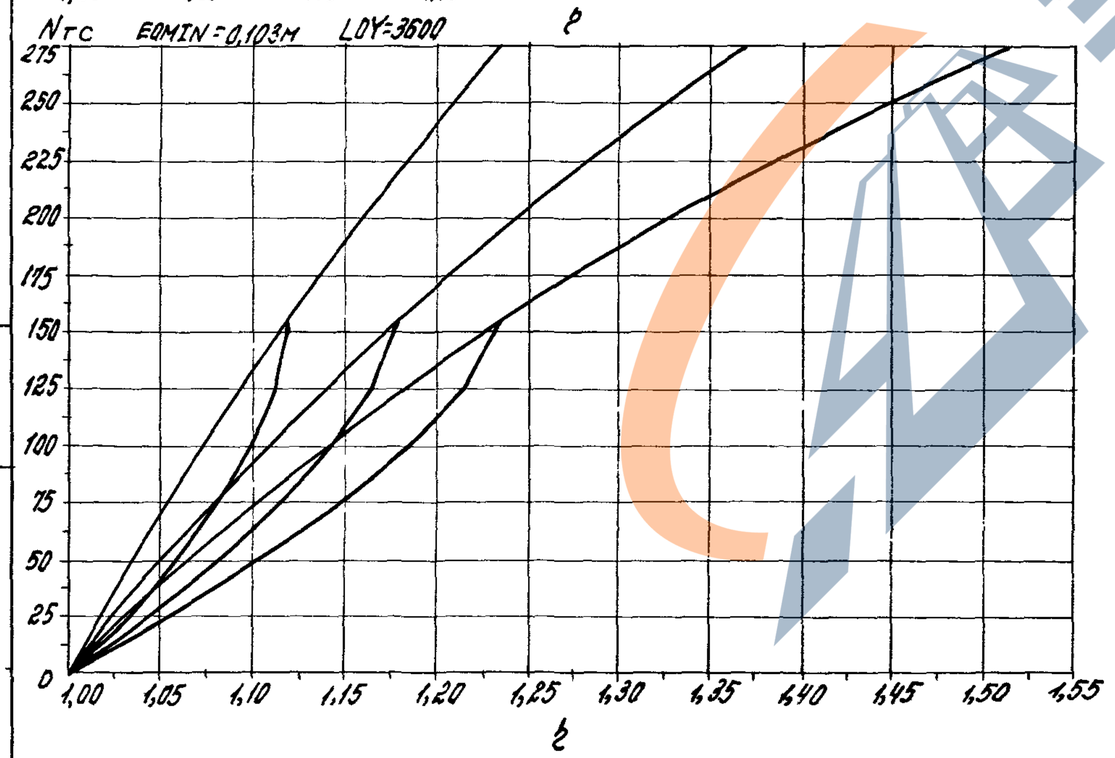
ЗАВОД ЖБИ

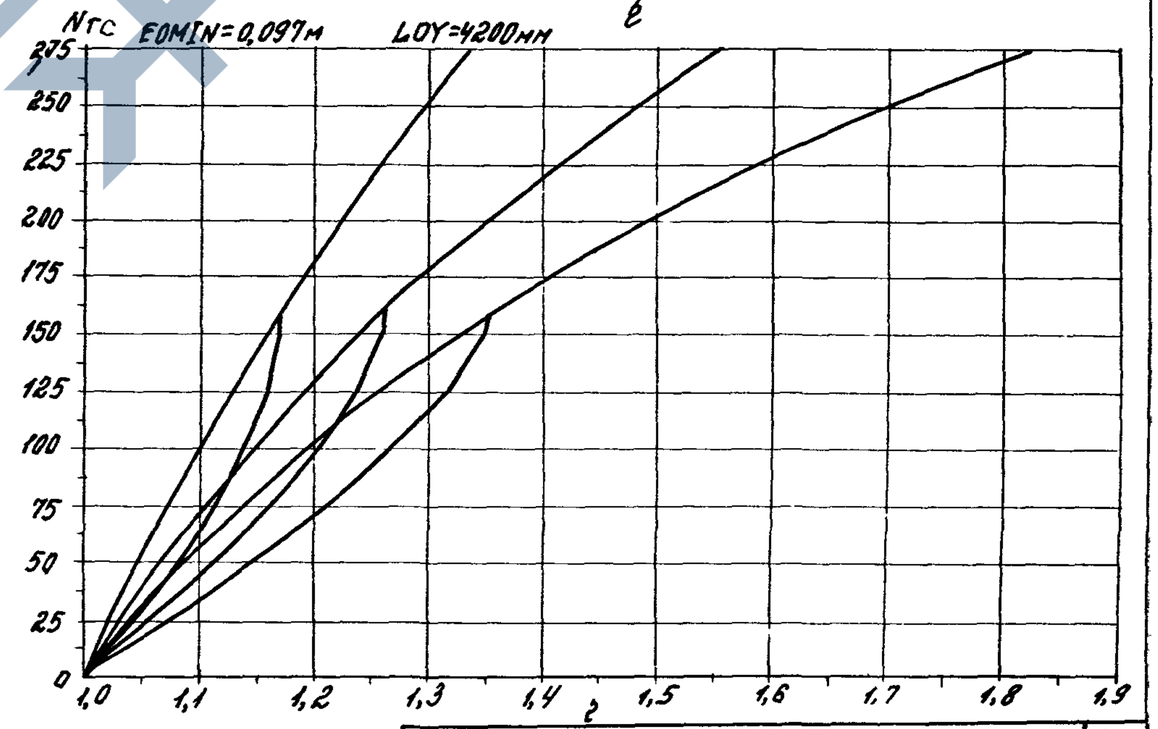
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/







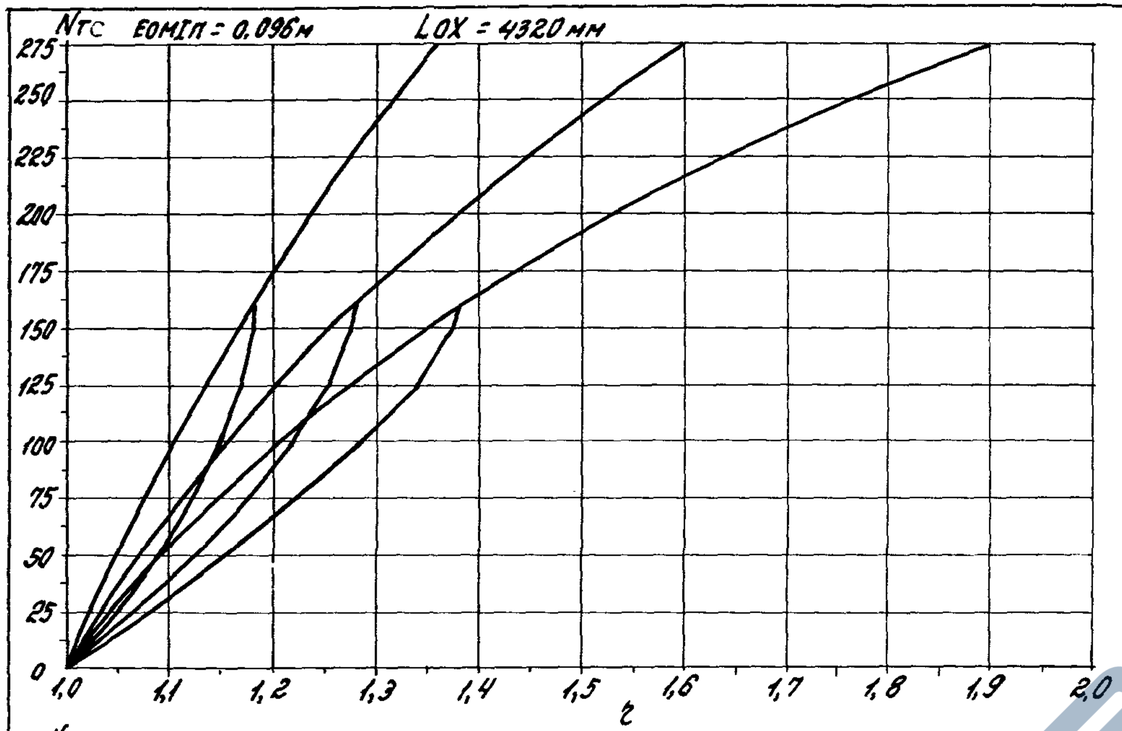


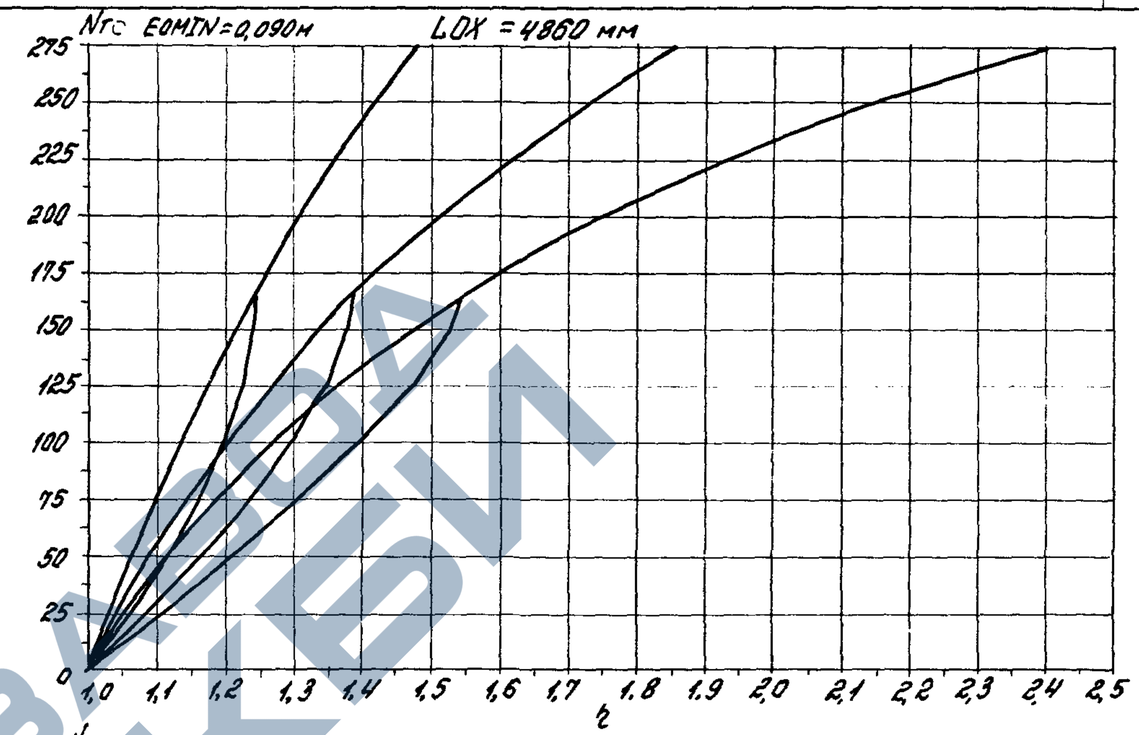
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

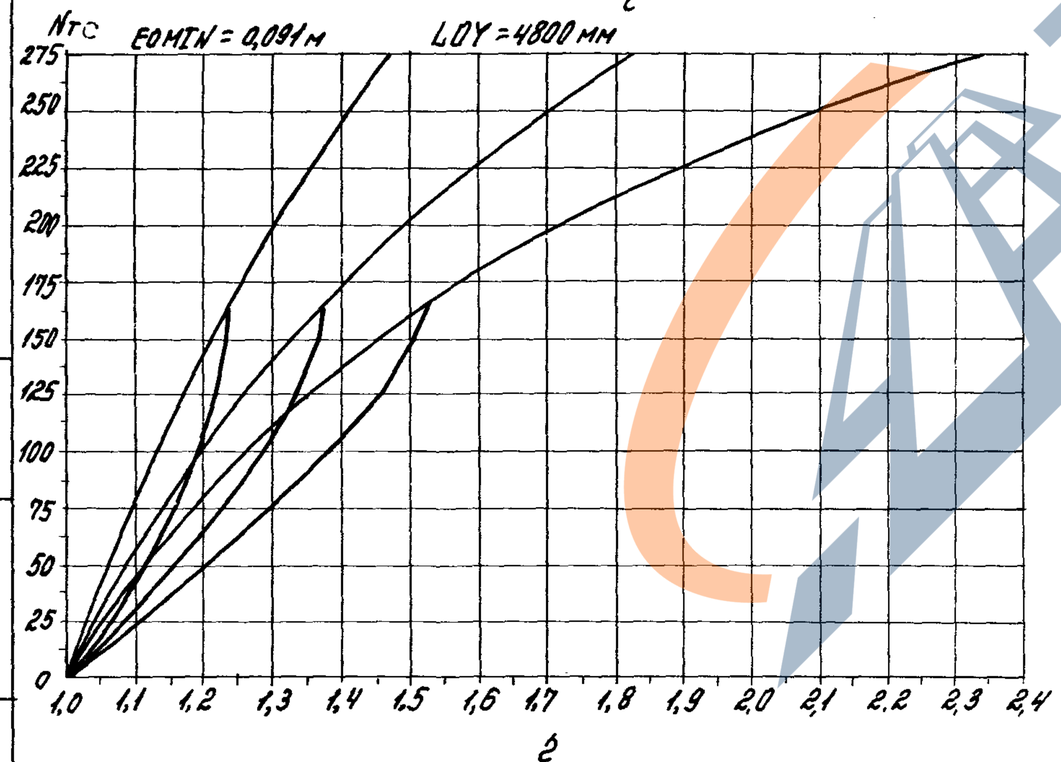
1.020.1-4	0-9 002	Лист 14

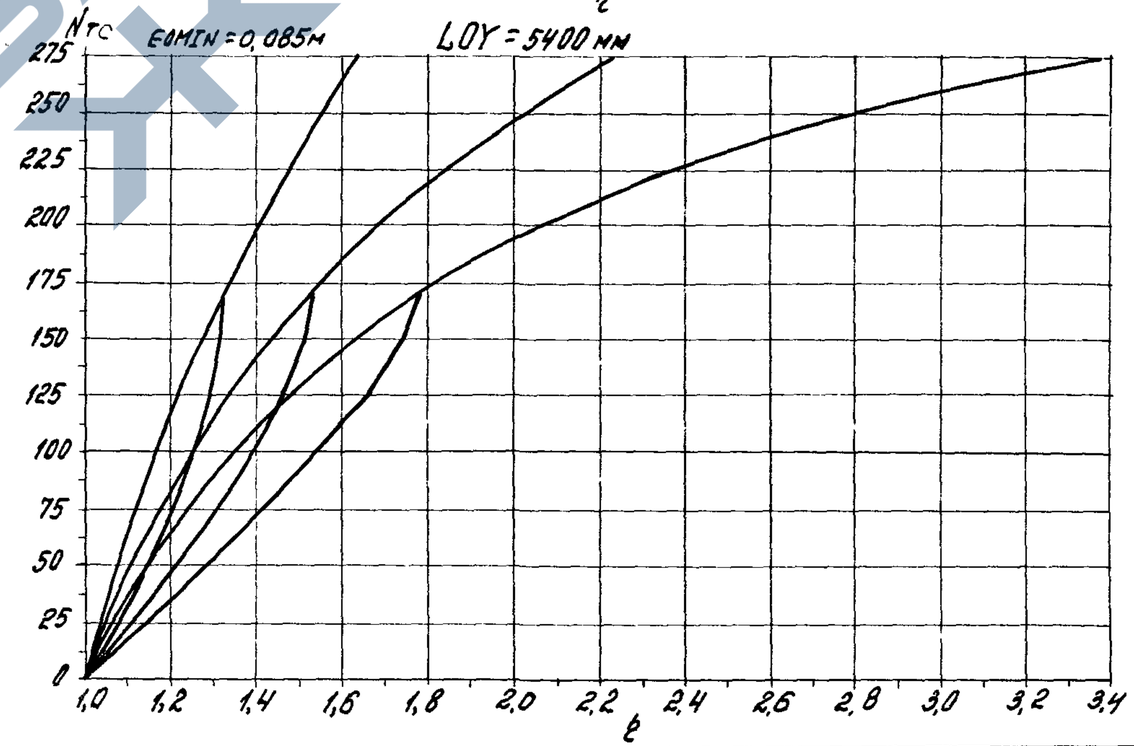
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





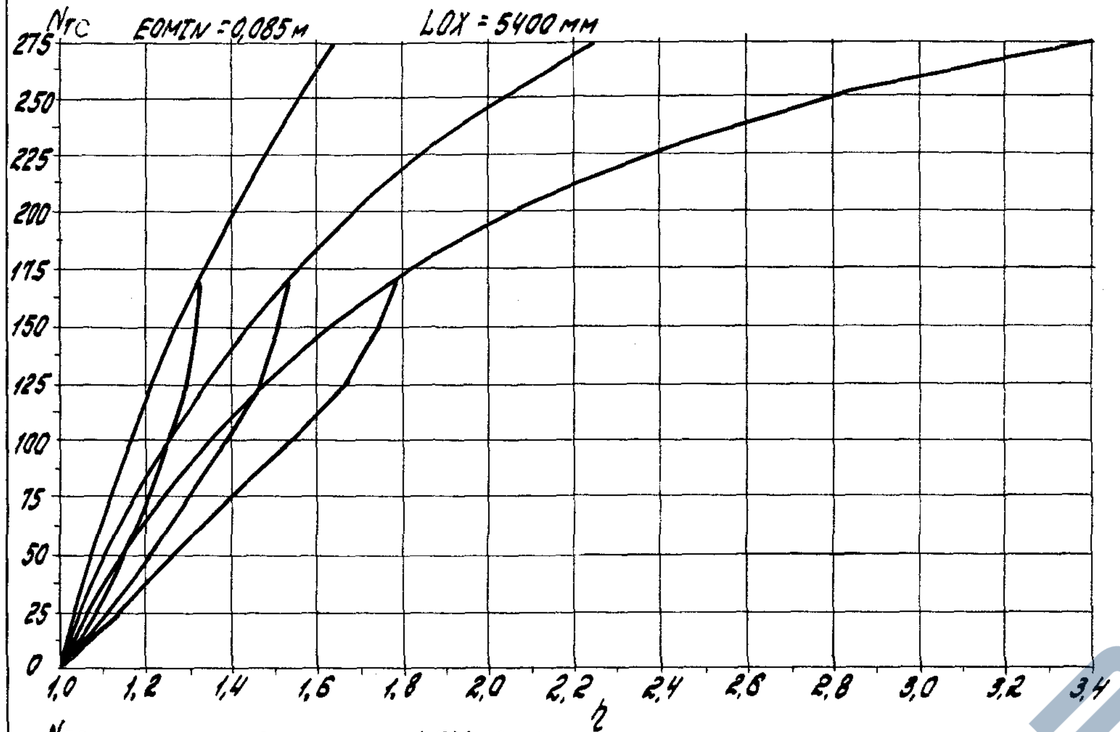


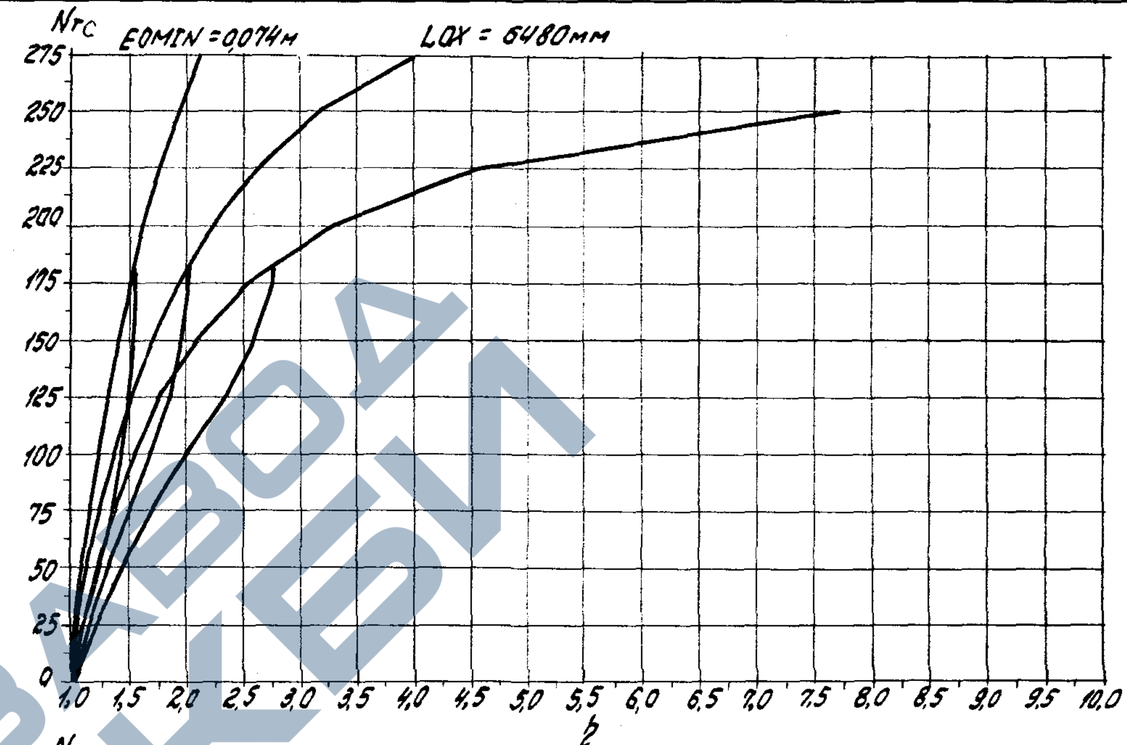


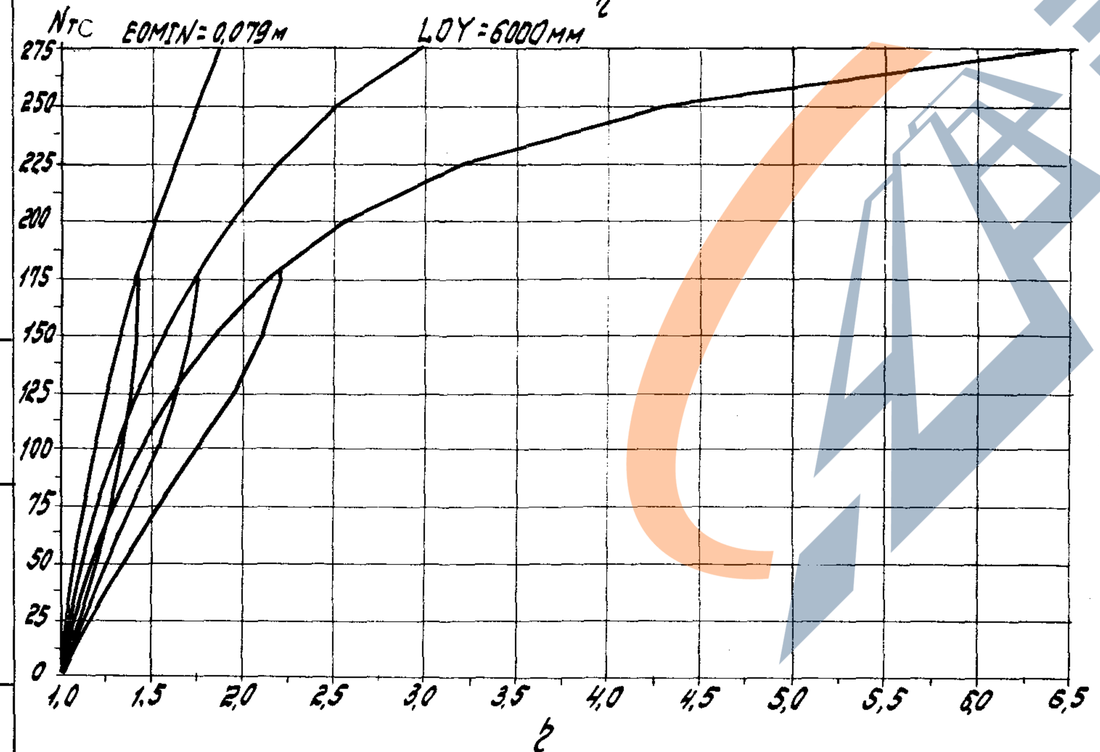
1.020.1-4 0-9.02	Лист 15

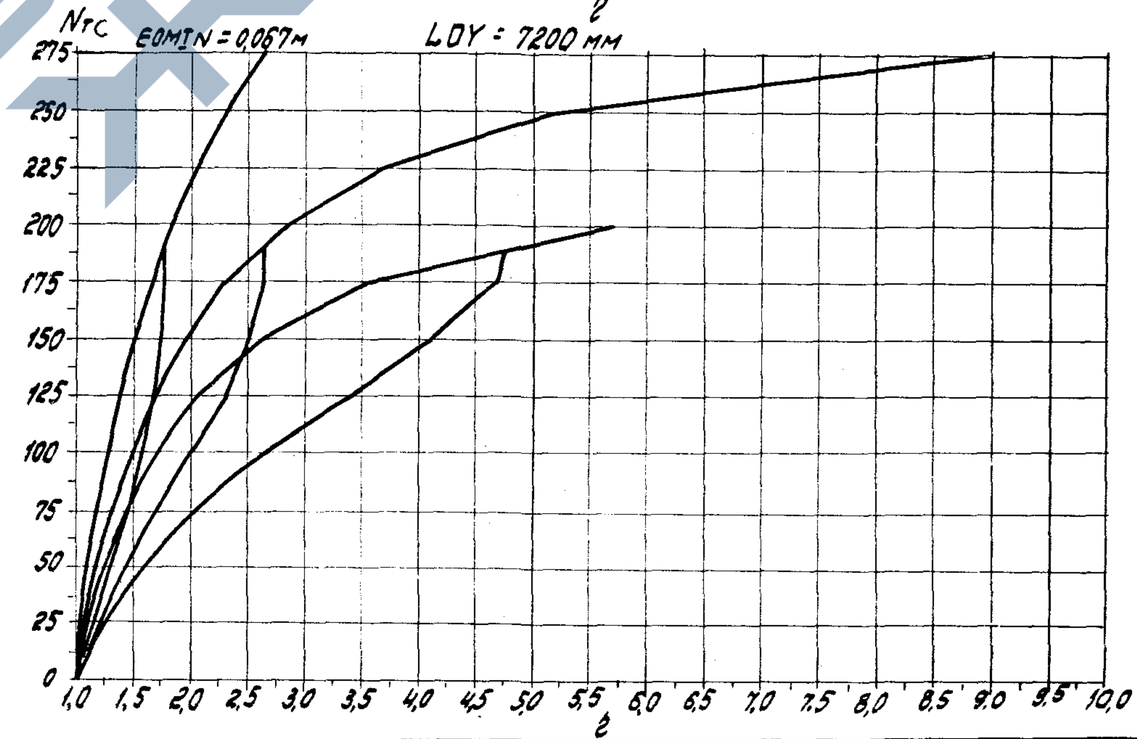
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





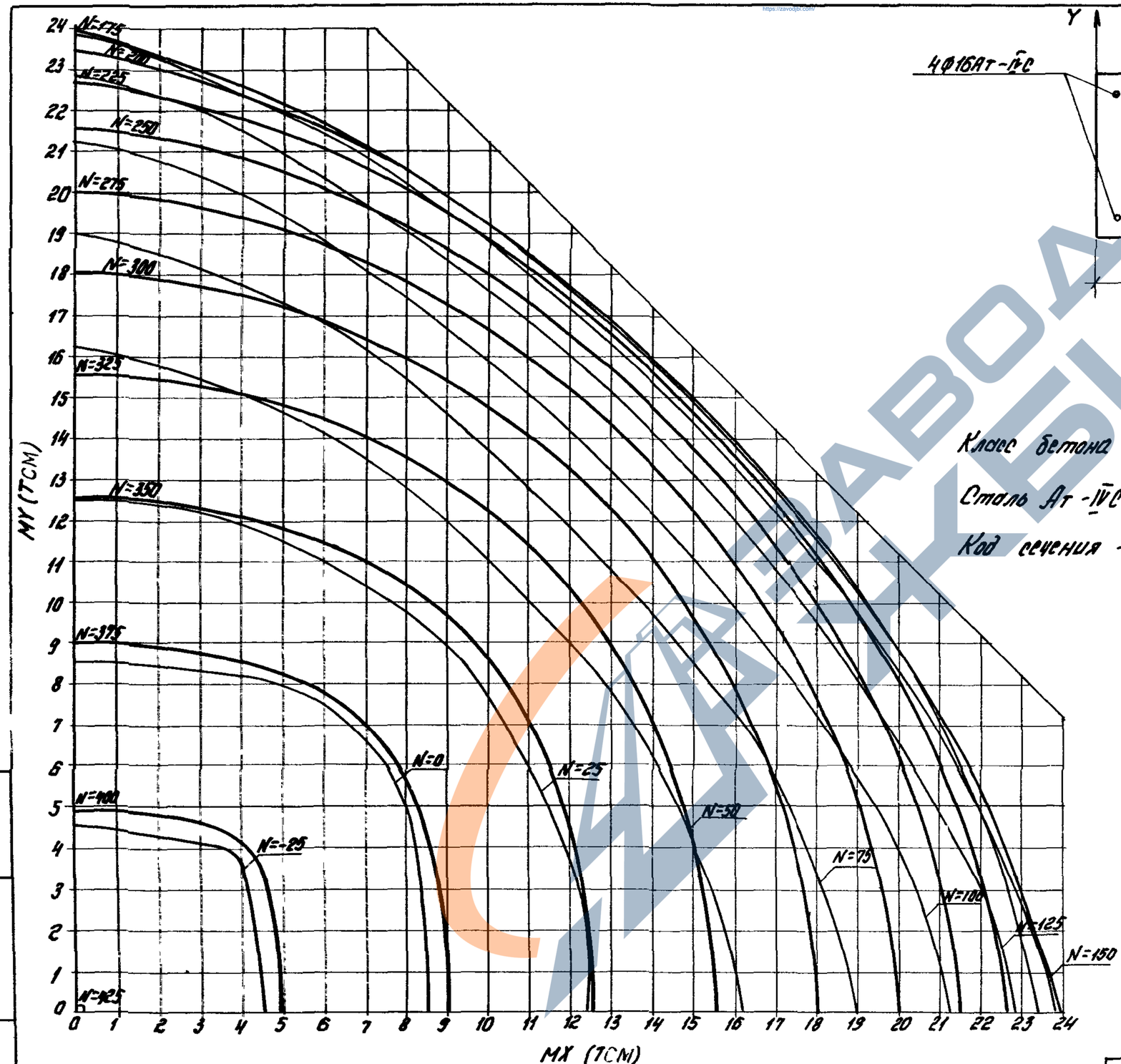


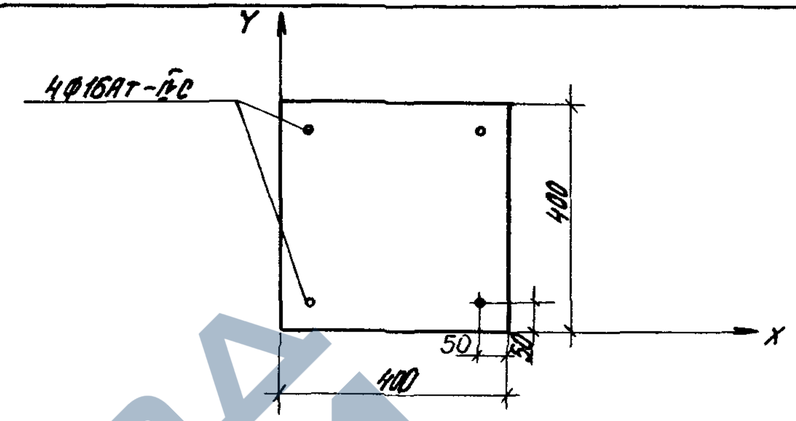


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

1.020.1-4	0-9 002	Лист 16

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В40,0 (Rв = 24,2МПа при учете γ_{b2} = 1,10)

Сталь Ат-IVС

Код сечения -103а

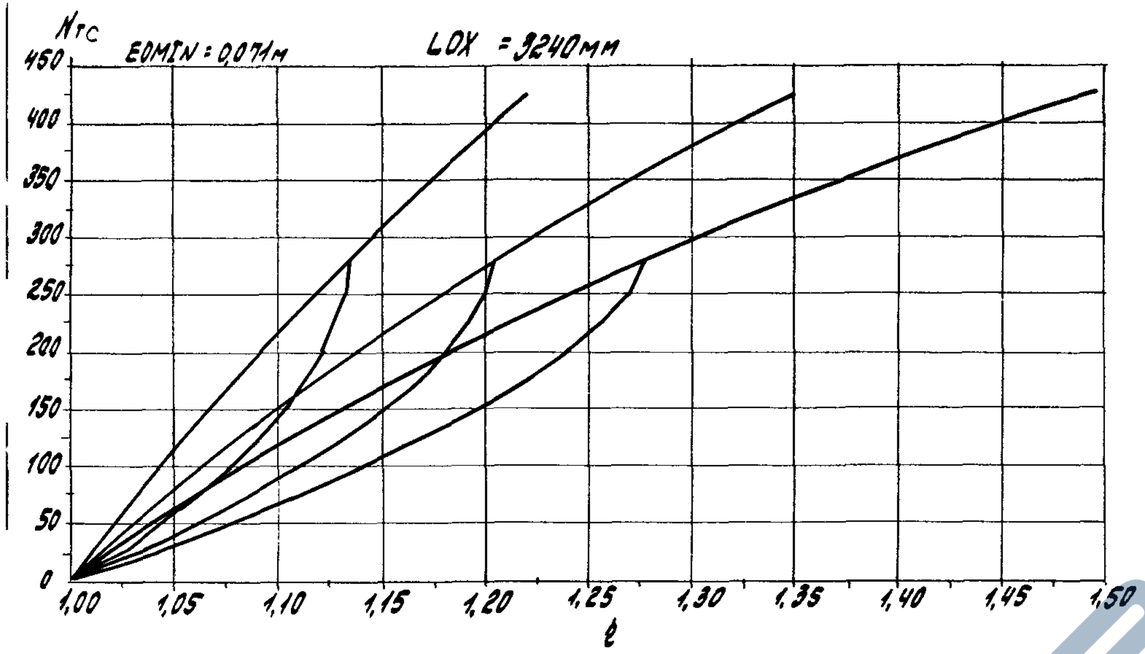
1.020.1-4	0-9 002	Лист 17

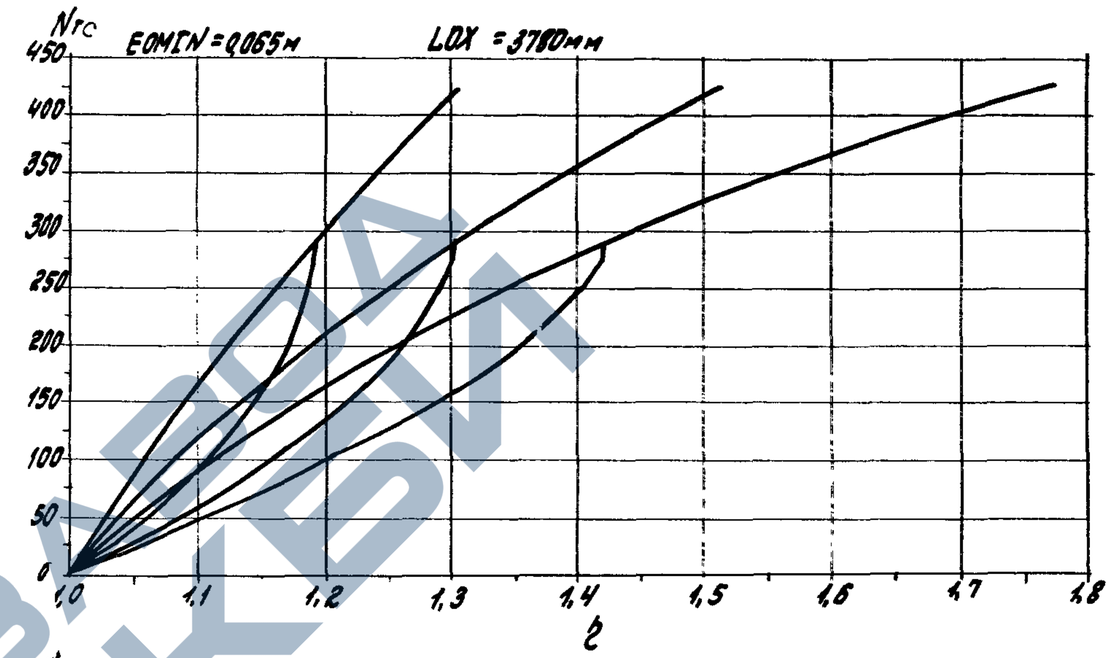
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

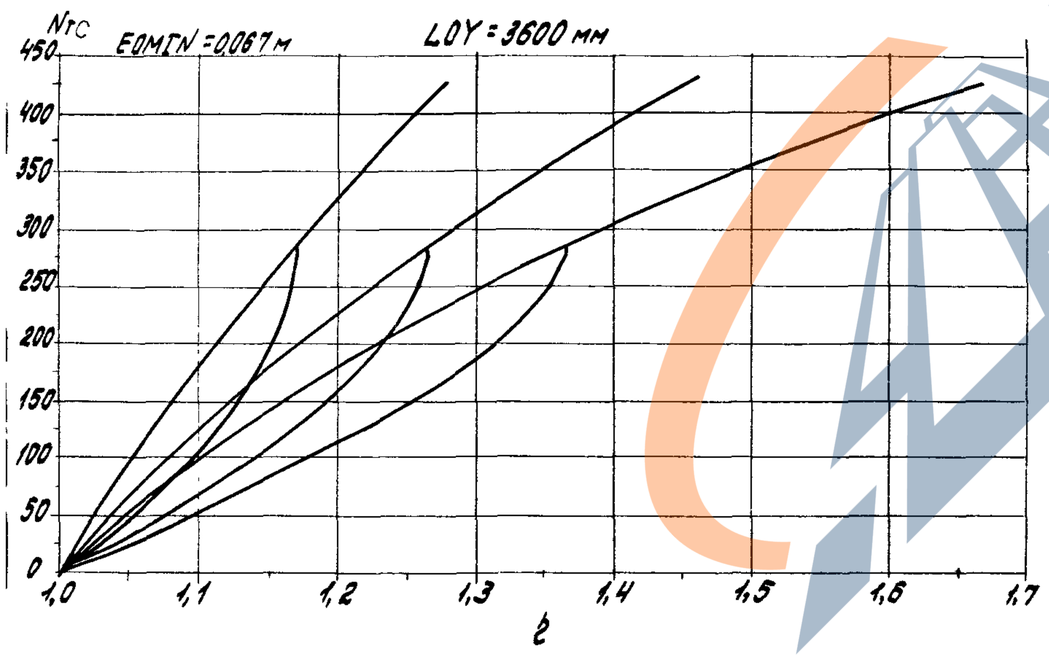
24166-01 33

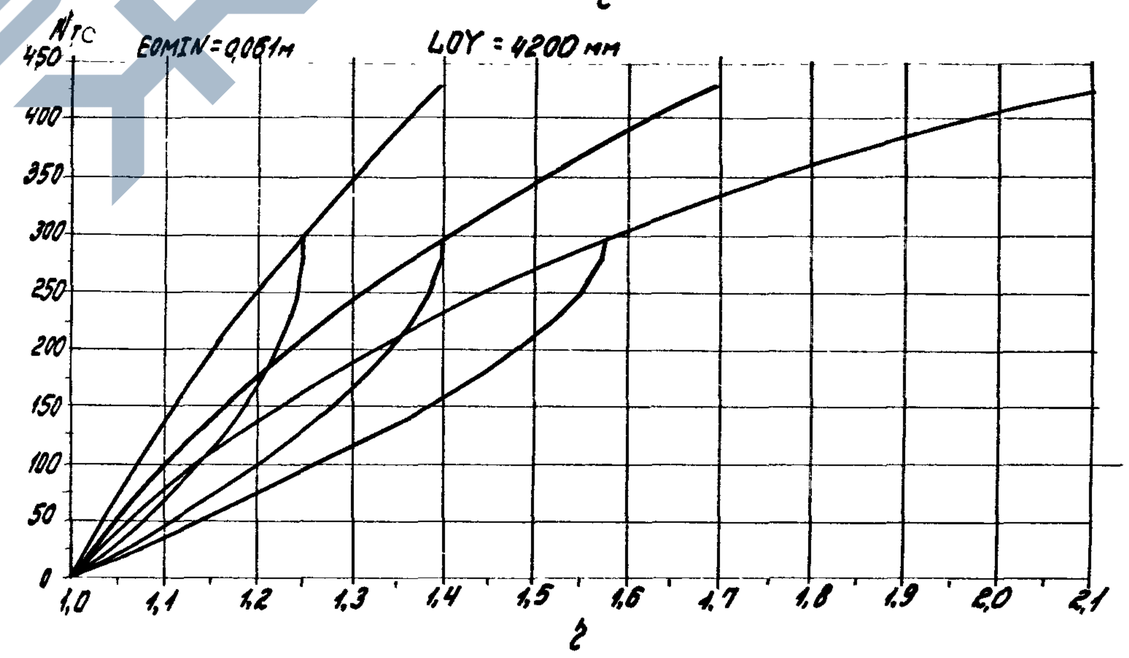
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/

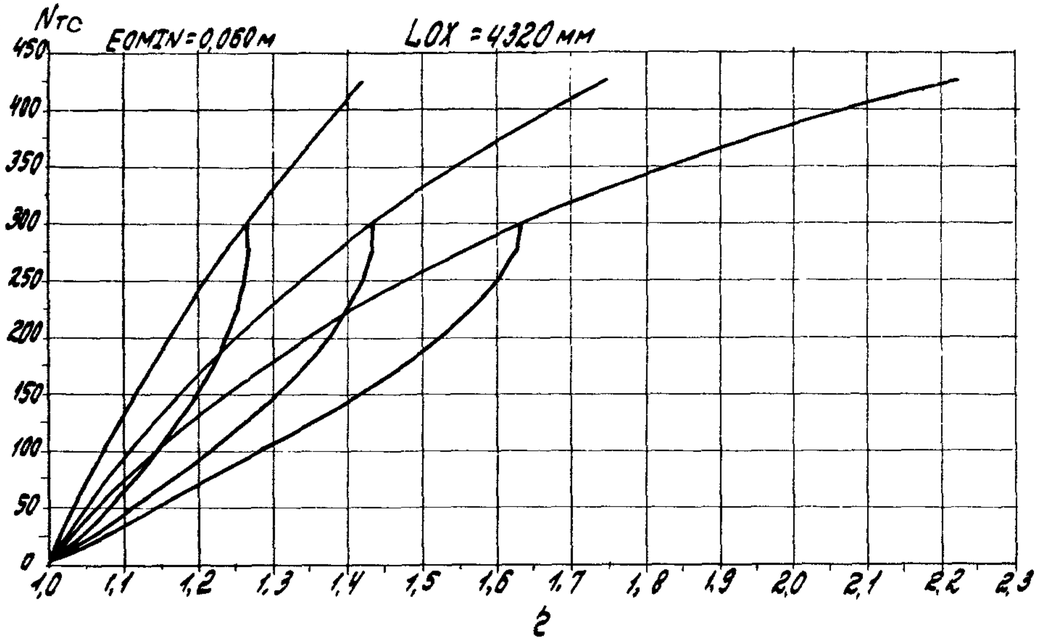


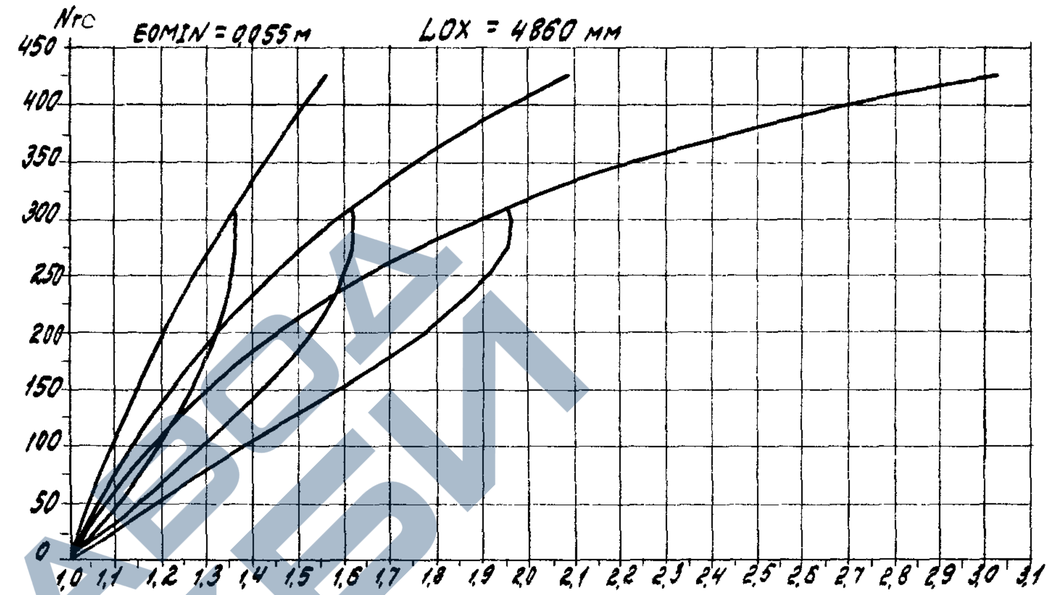


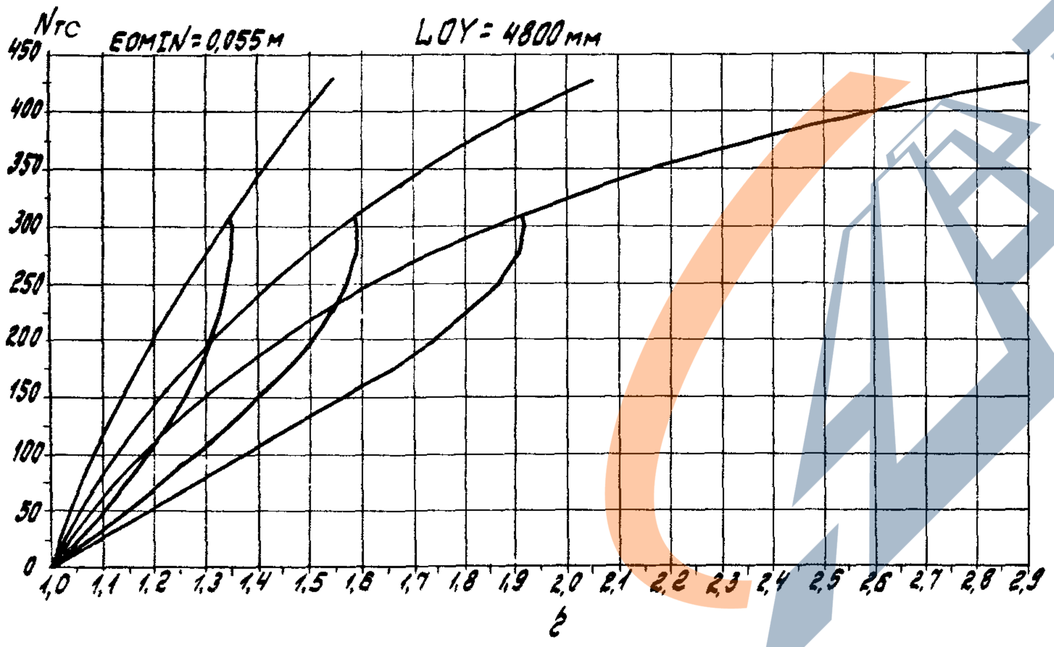


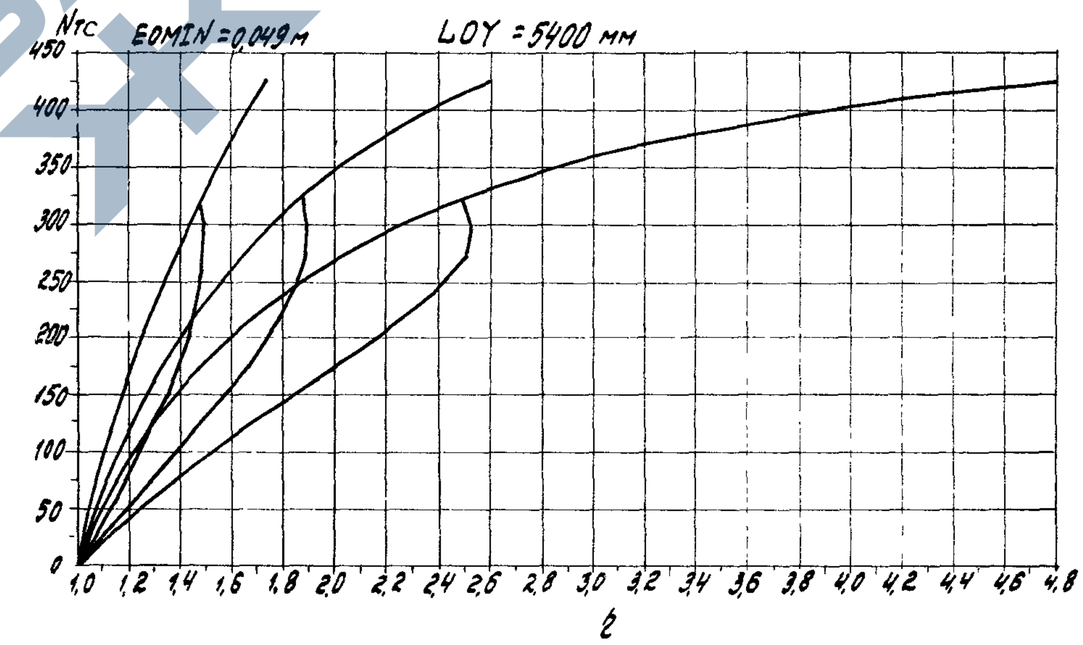


https://zavodjbi.com/



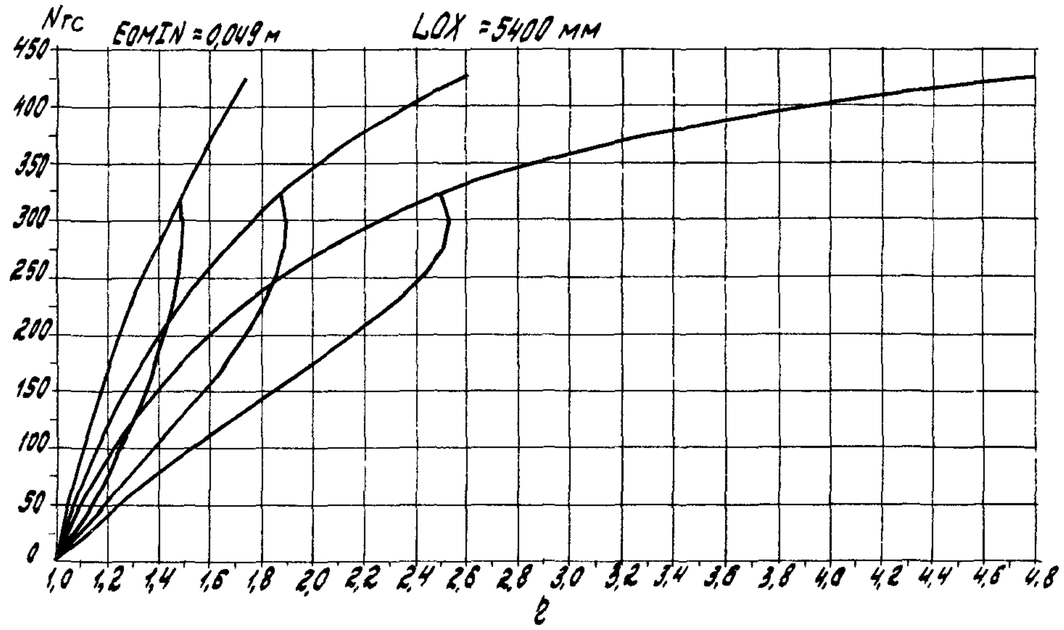


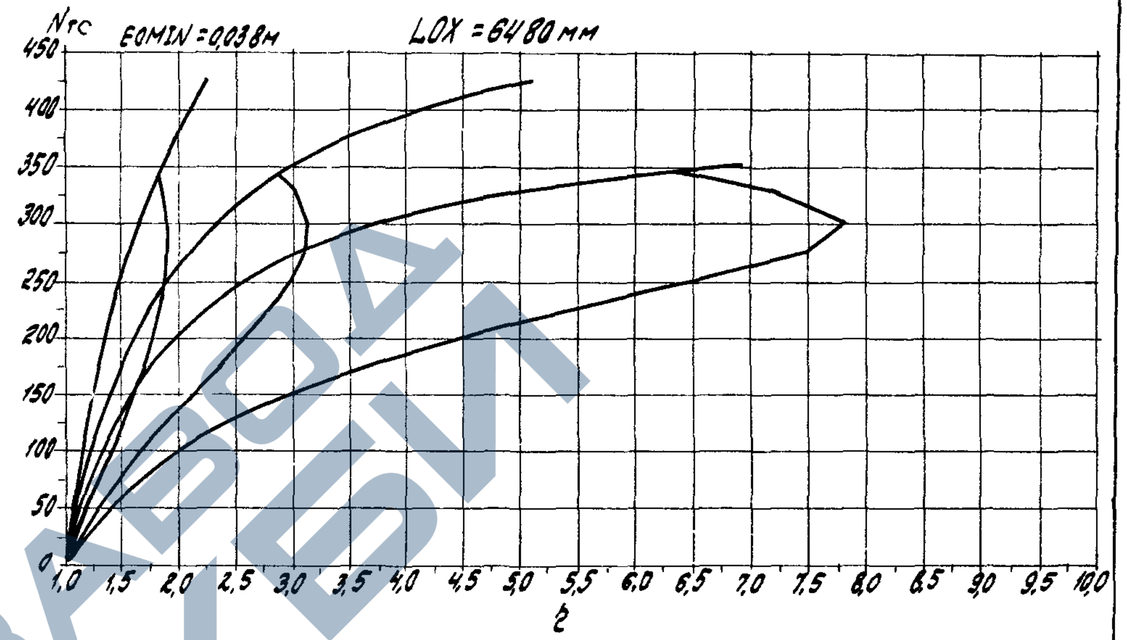


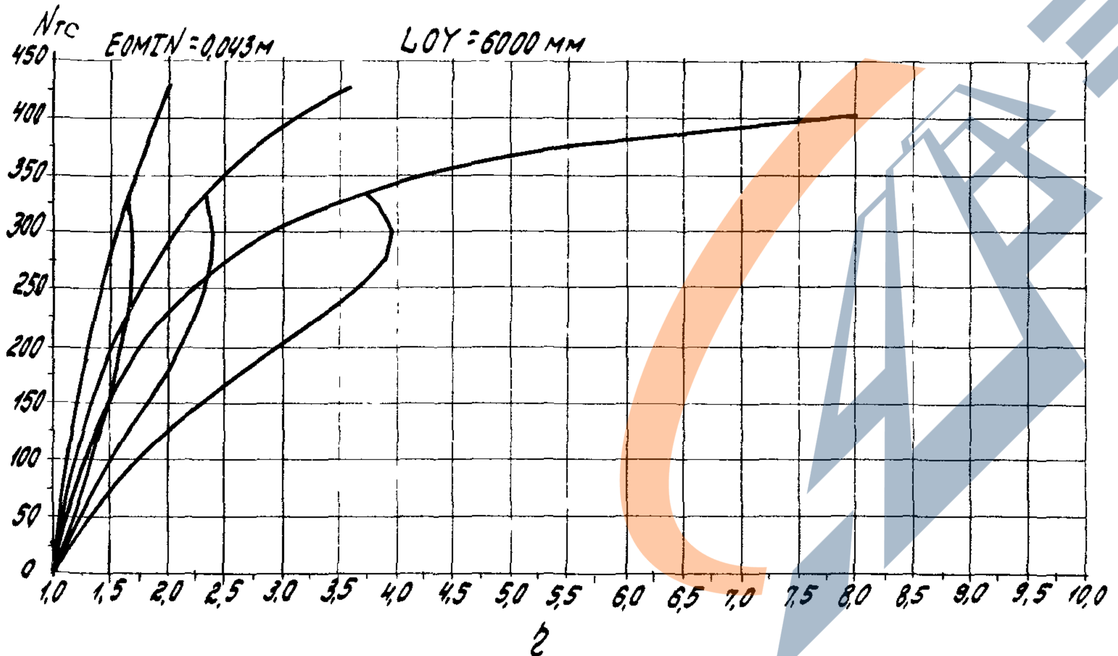


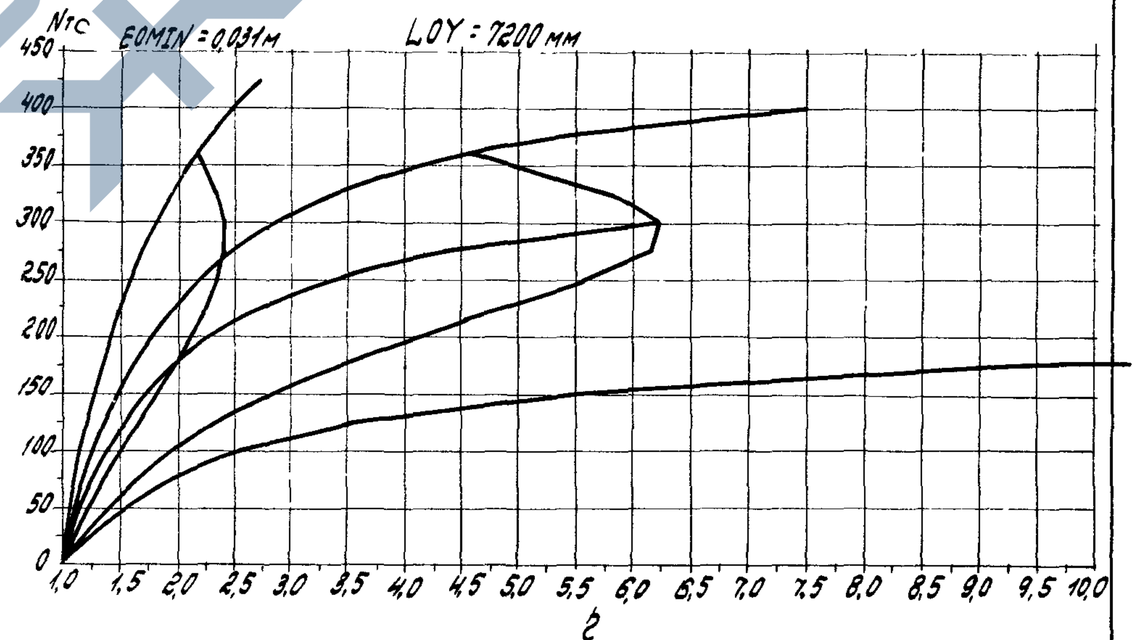
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/







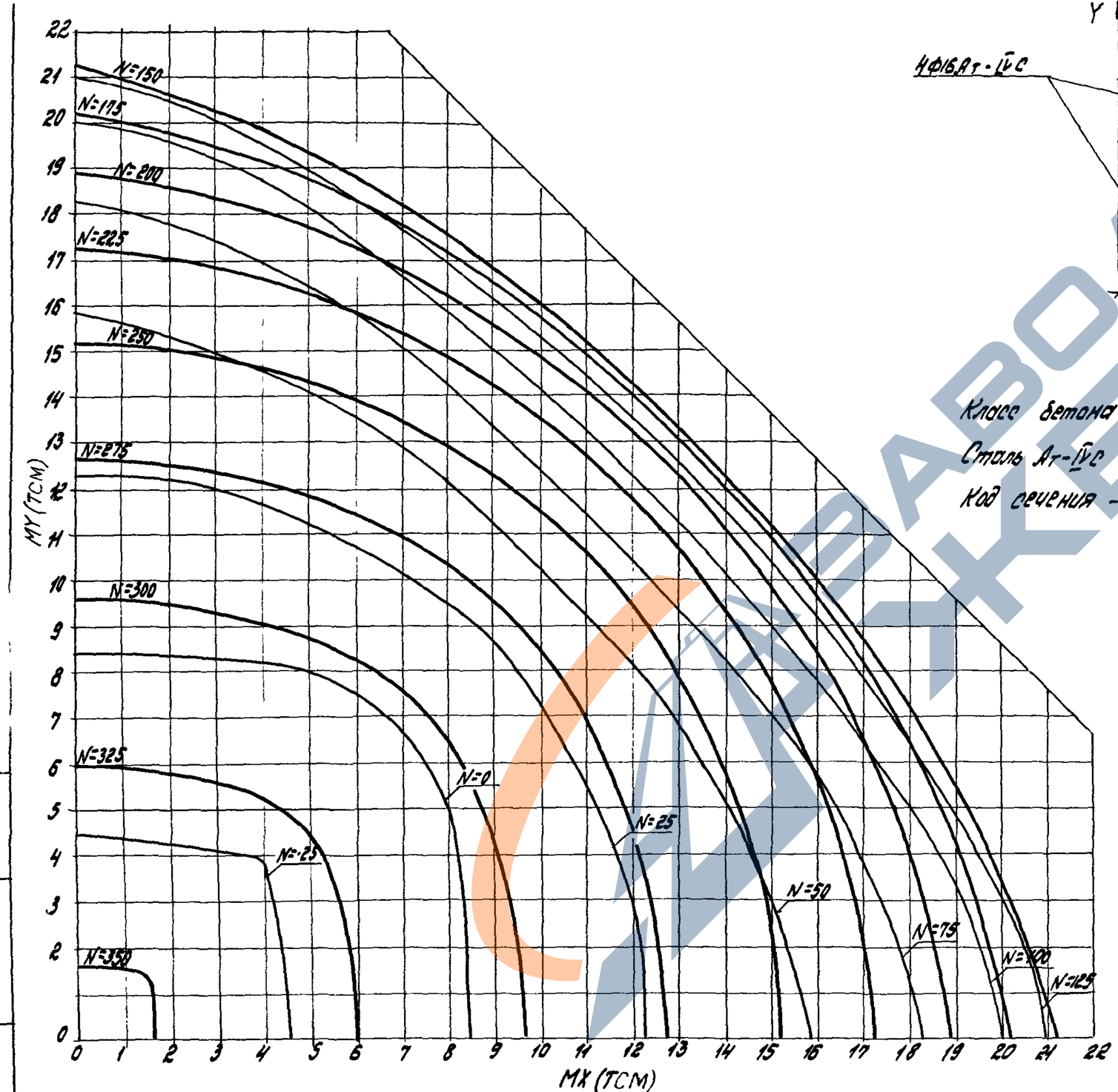


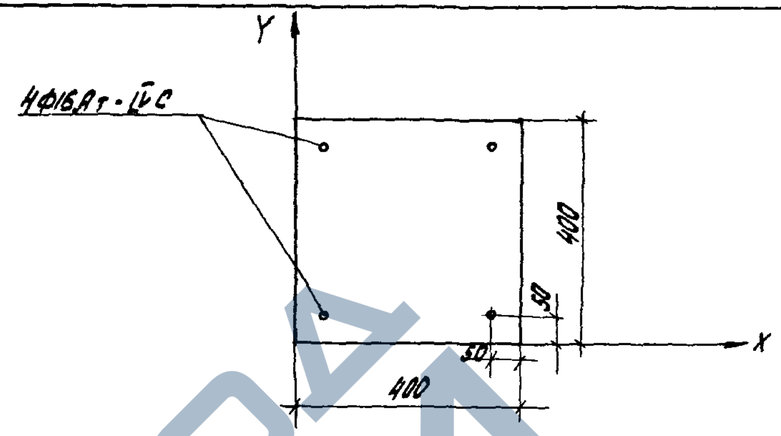
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

1.020.1-4	0-9 002	Лист 20

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





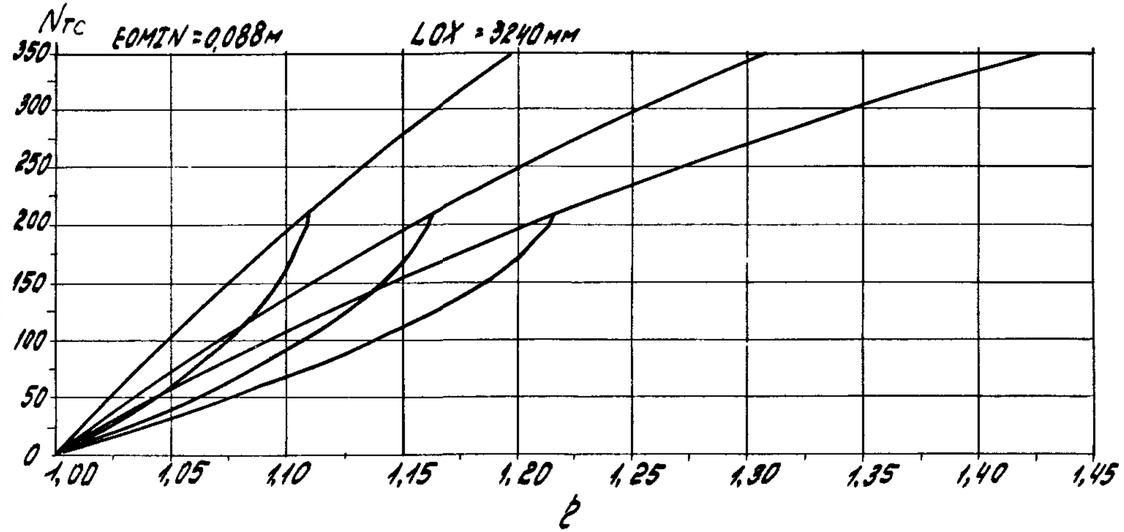
Класс бетона В40,0 (R_B =19,8 МПа при учете γ_{B2} = 0,90)

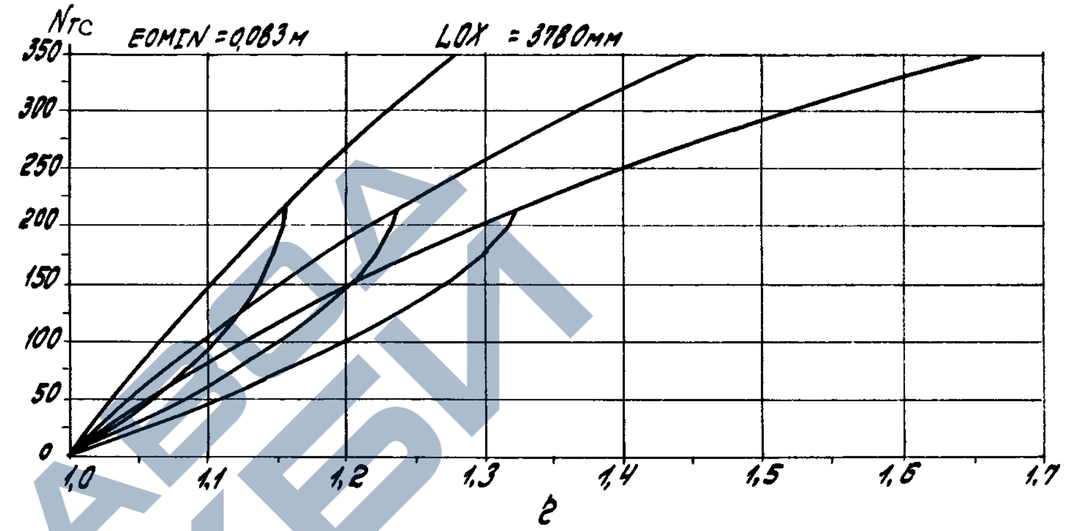
Сталь Ат-IVС

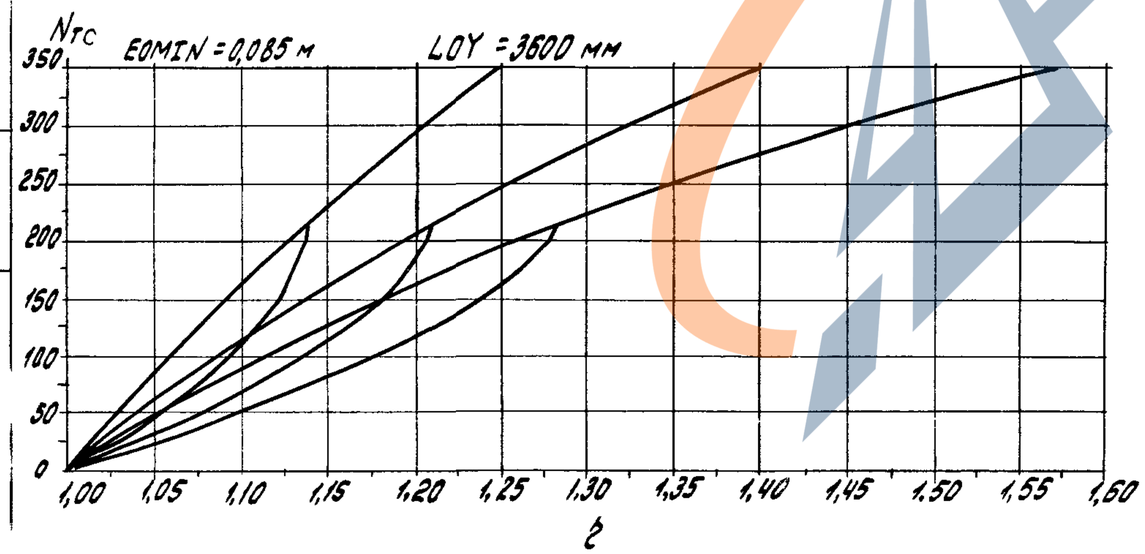
Код сечения -103б

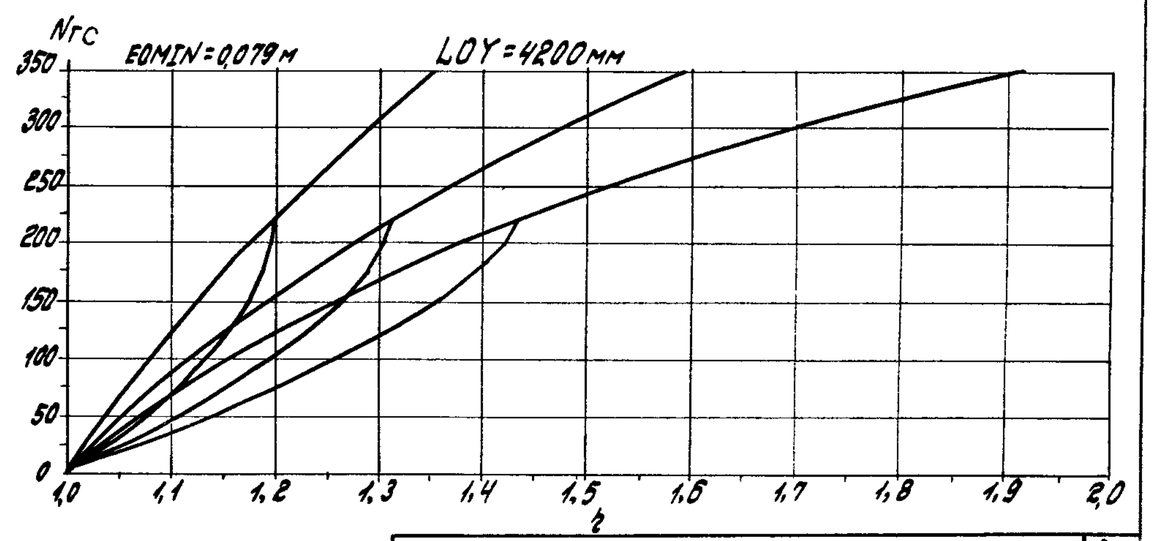
1.020.1-4	0-9 002	Лист 21

https://zavodjbi.com/

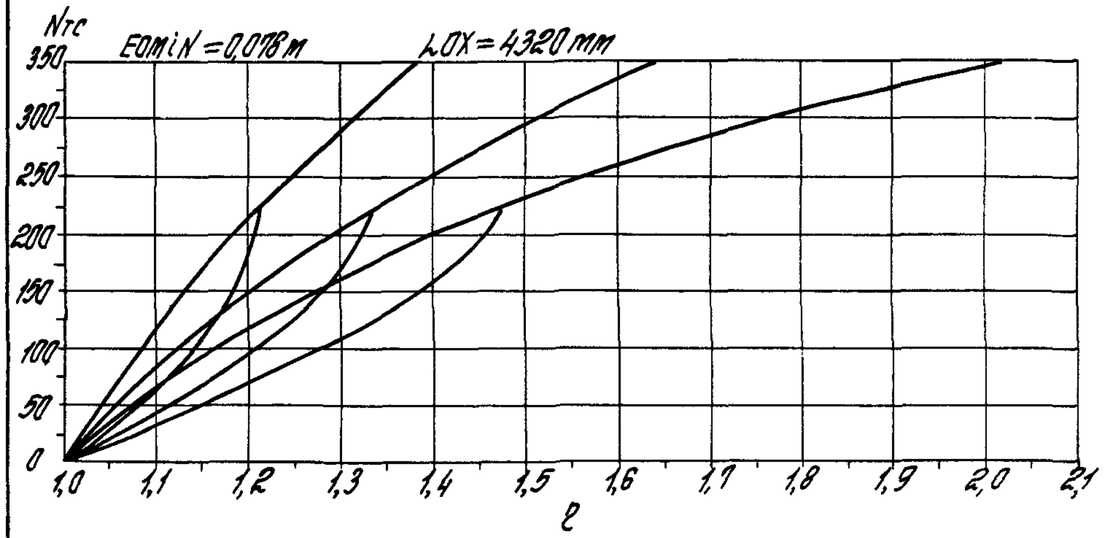


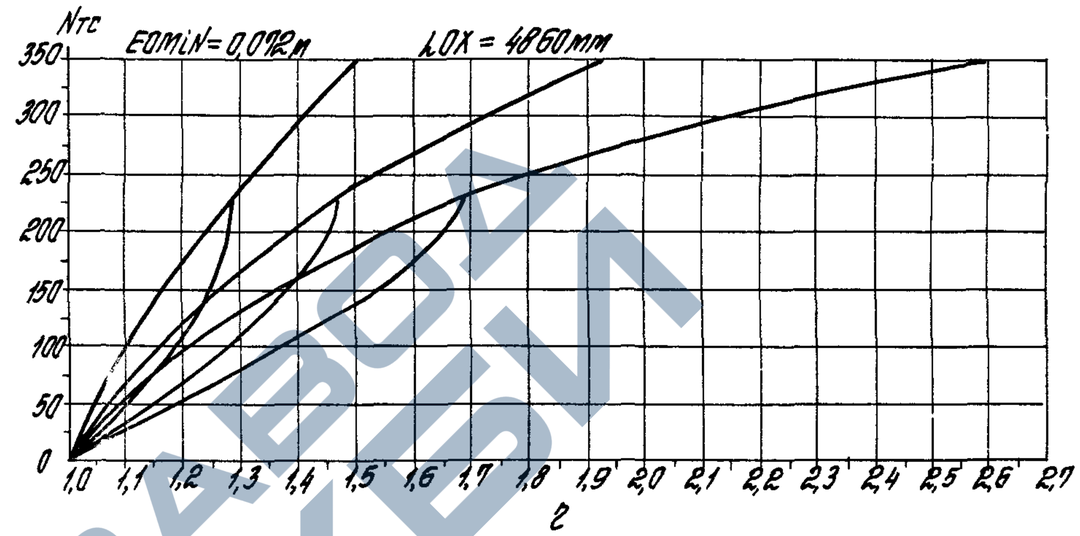


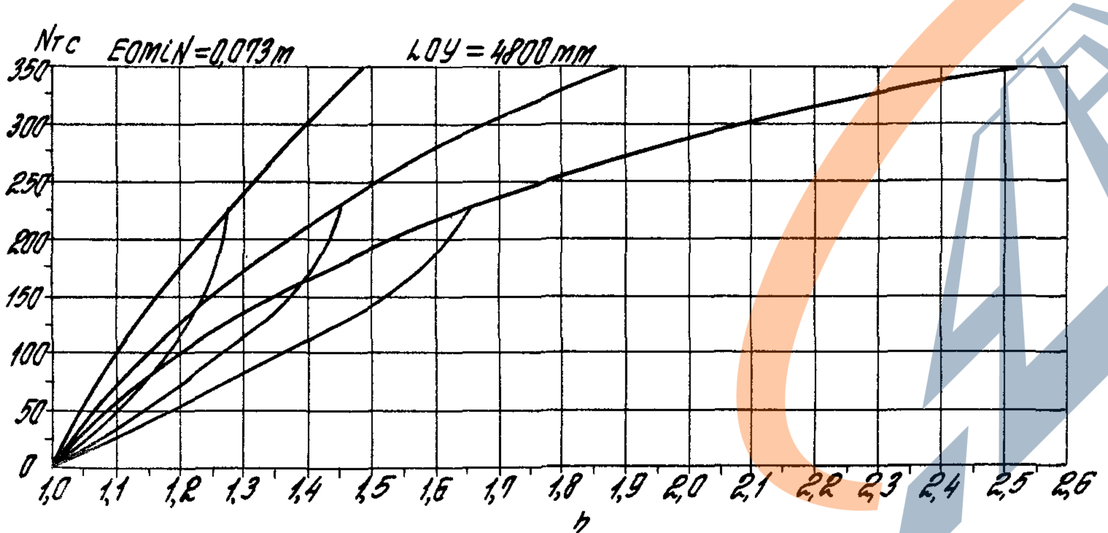


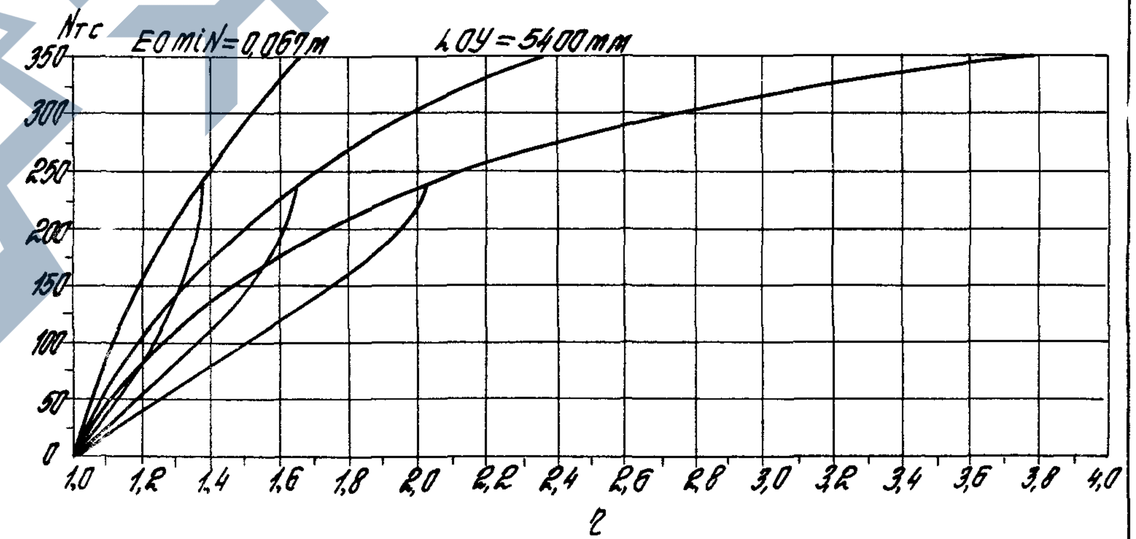


https://zavodjbi.com/

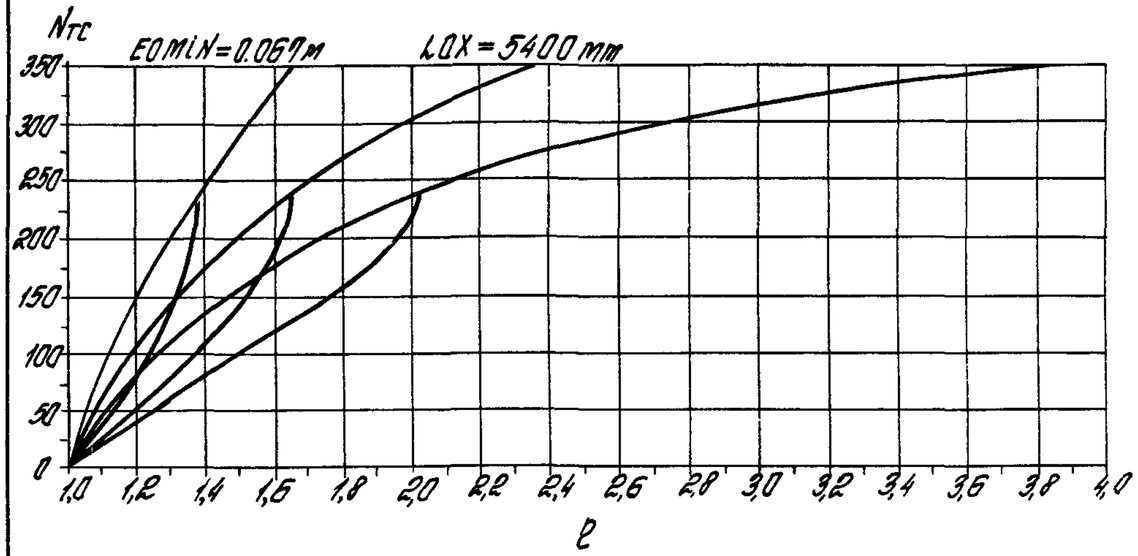


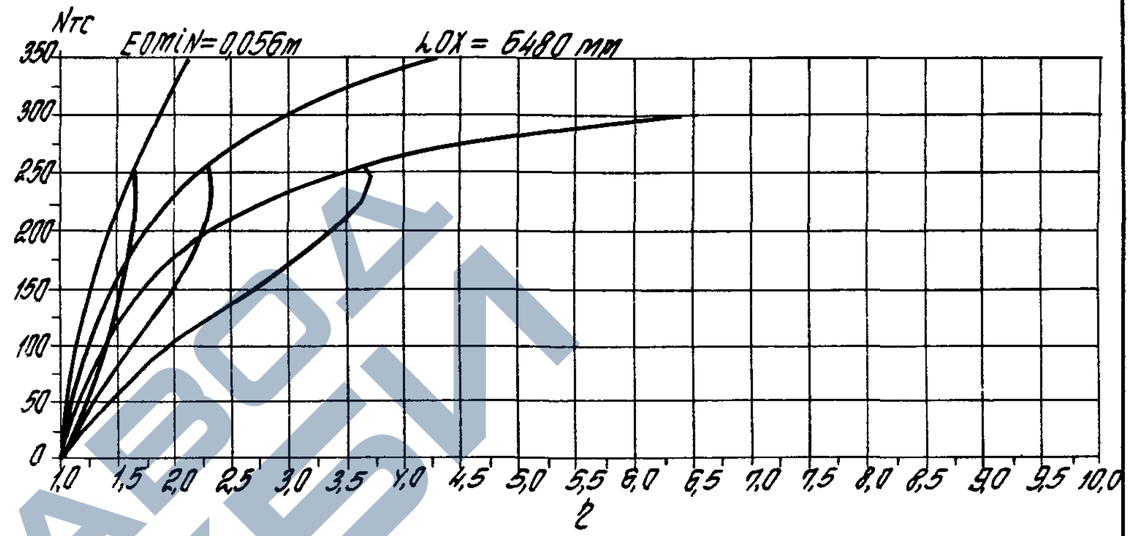


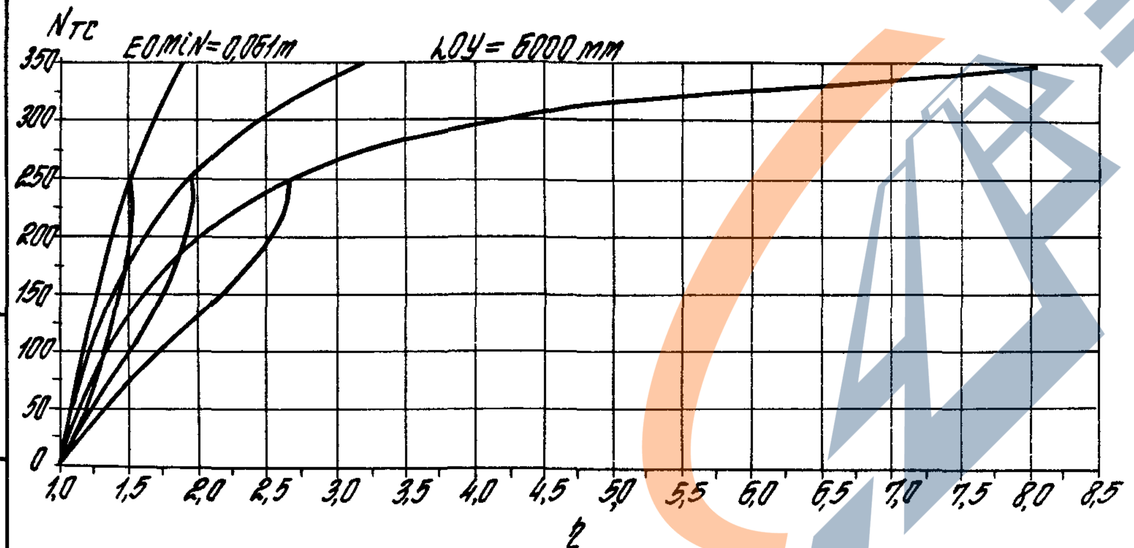


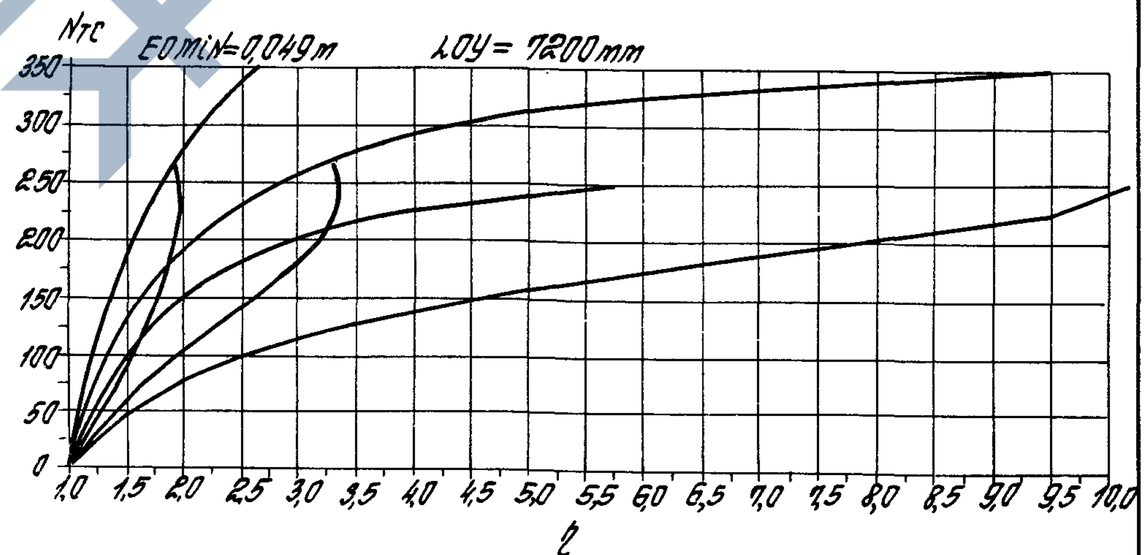


https://zavodjbi.com/



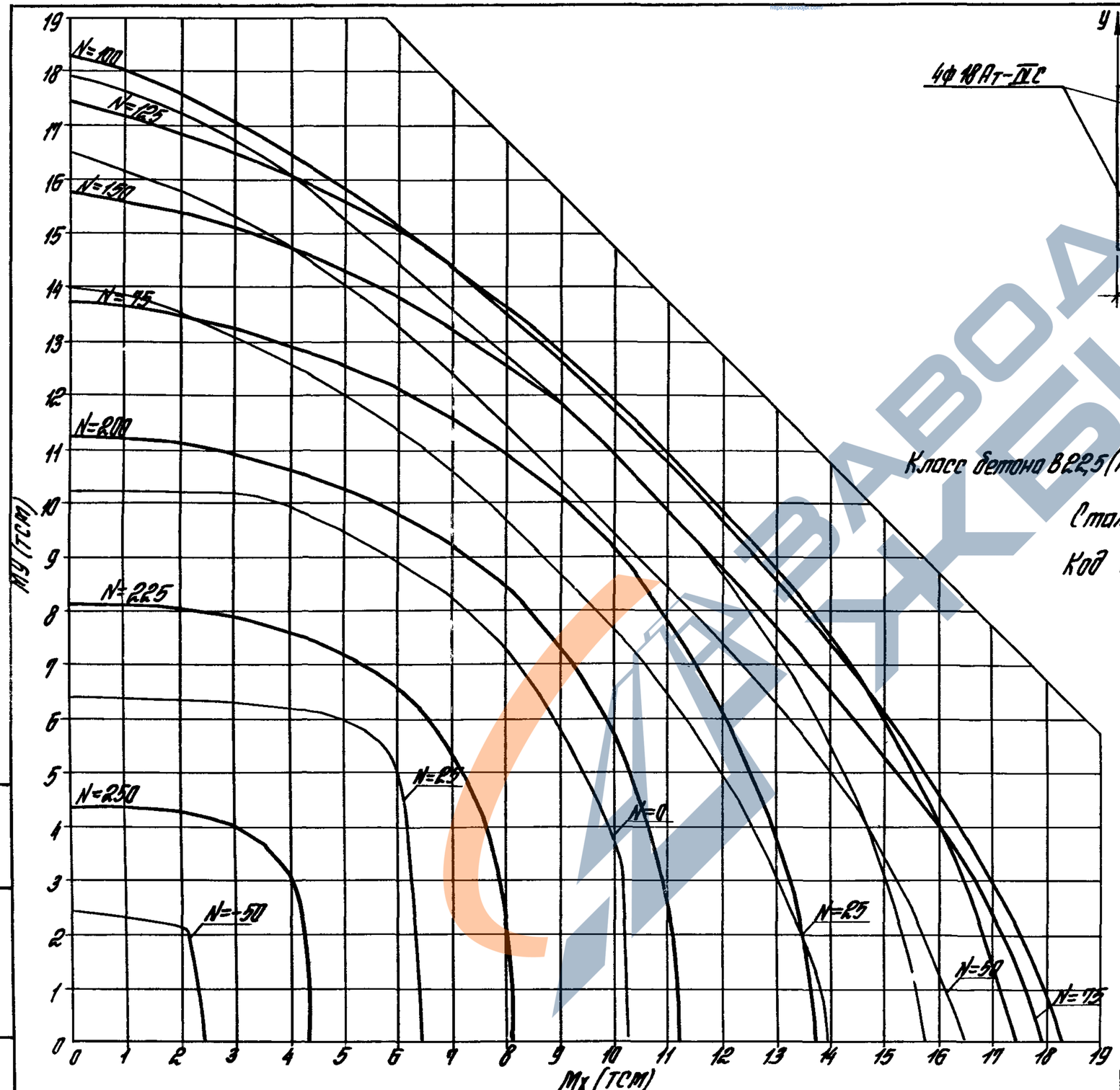


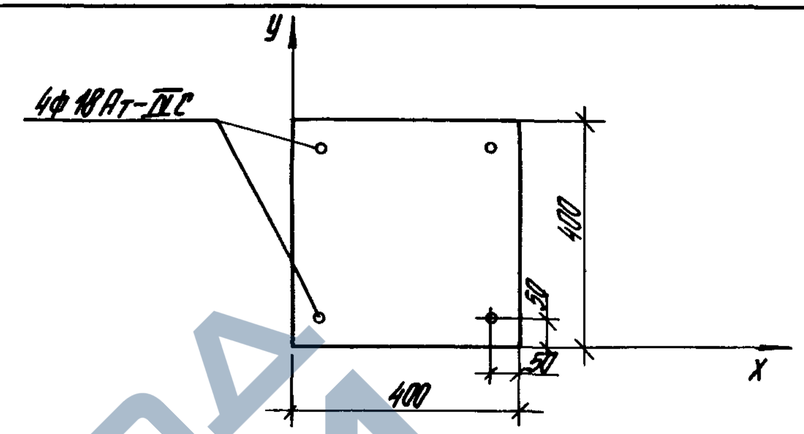




Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В22,5 (R_b=14,3 МПа при учете γ_{b2} = 1,10)

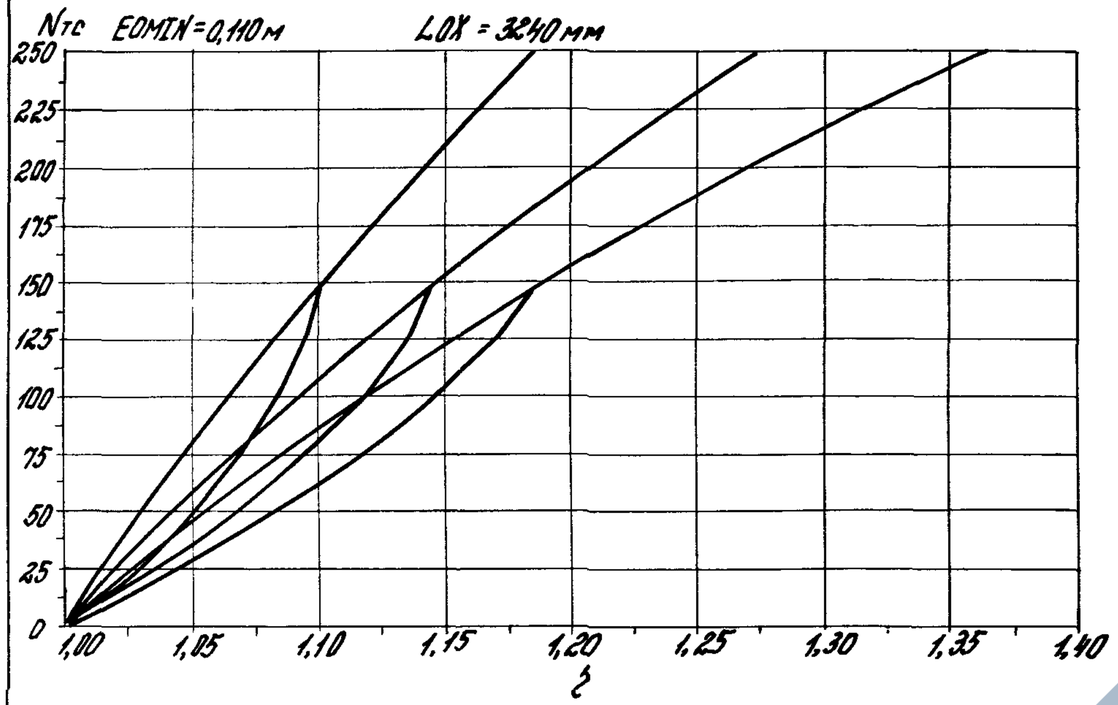
Сталь Ат-IVС

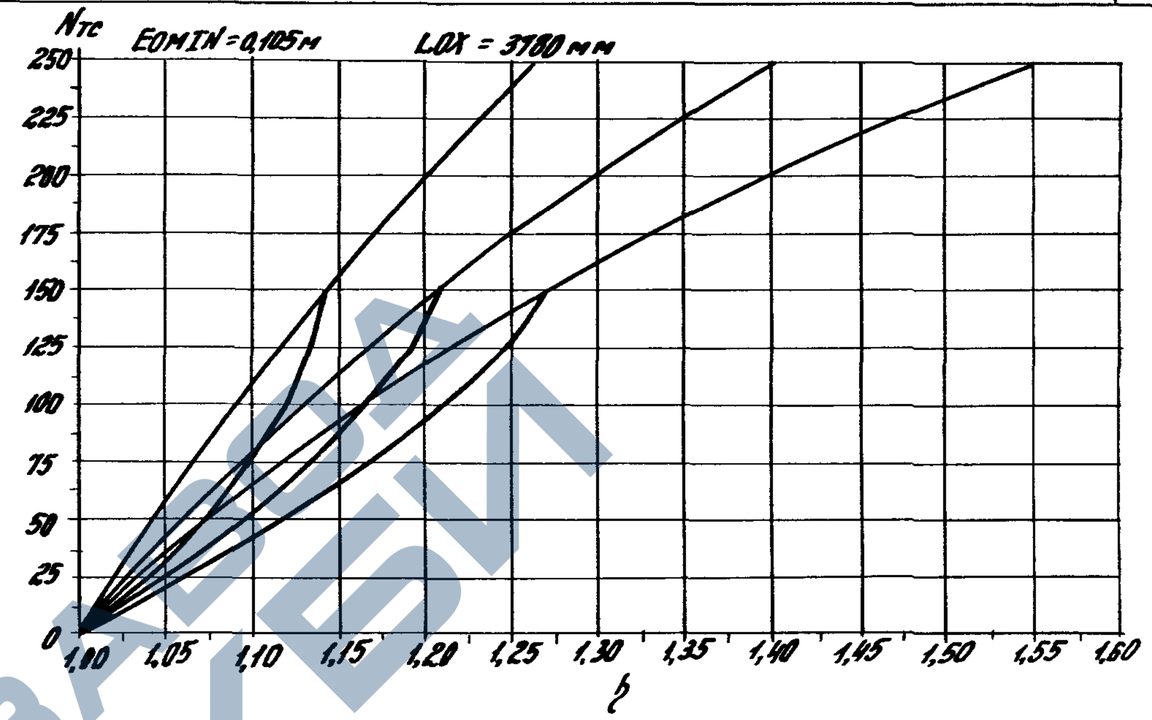
Код сечения – 104а

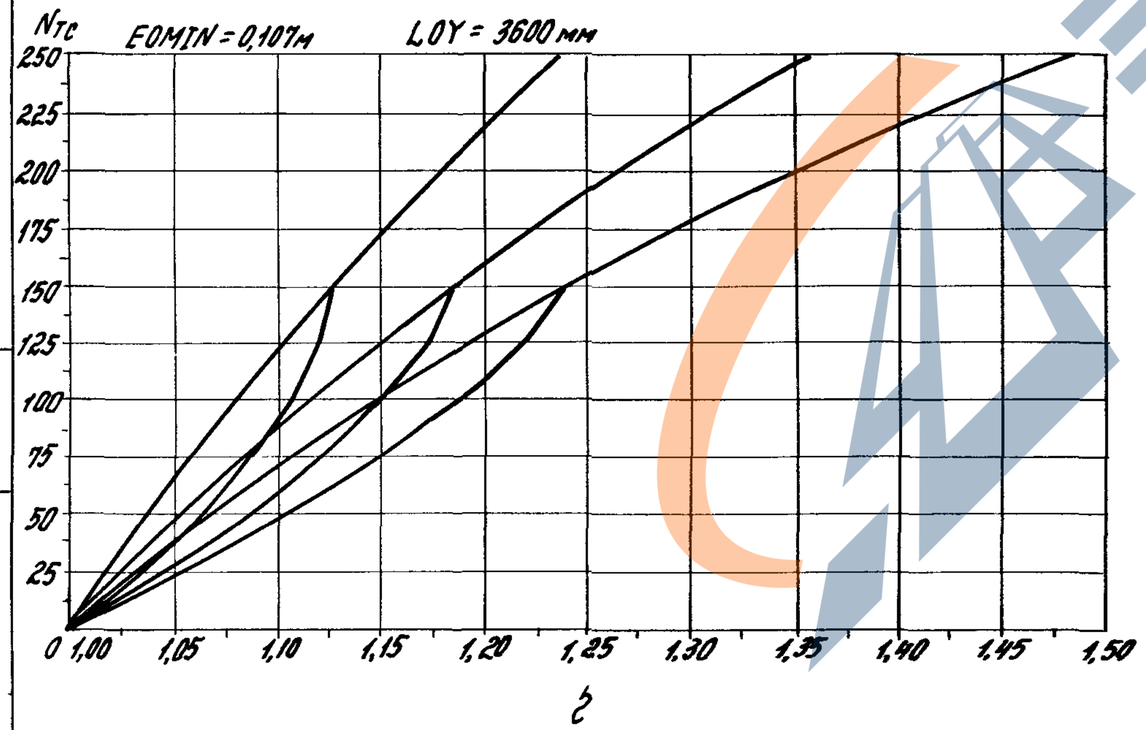
1.020.1-4	0-9 002	Лист 25

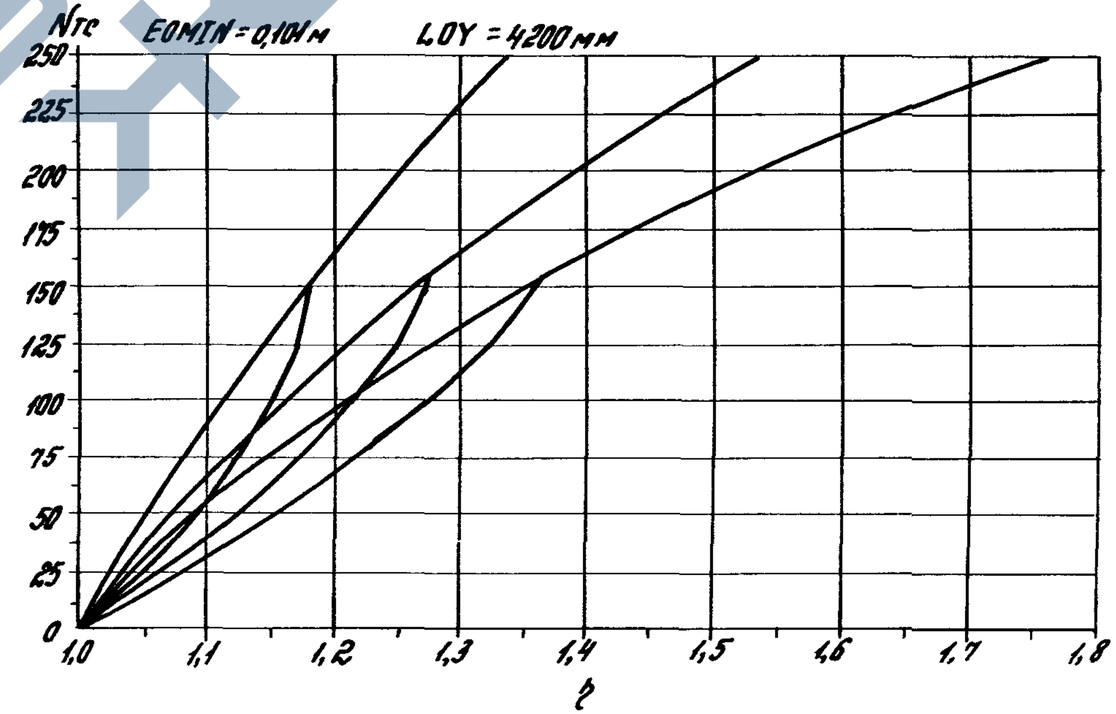
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

https://zavodjbi.com/

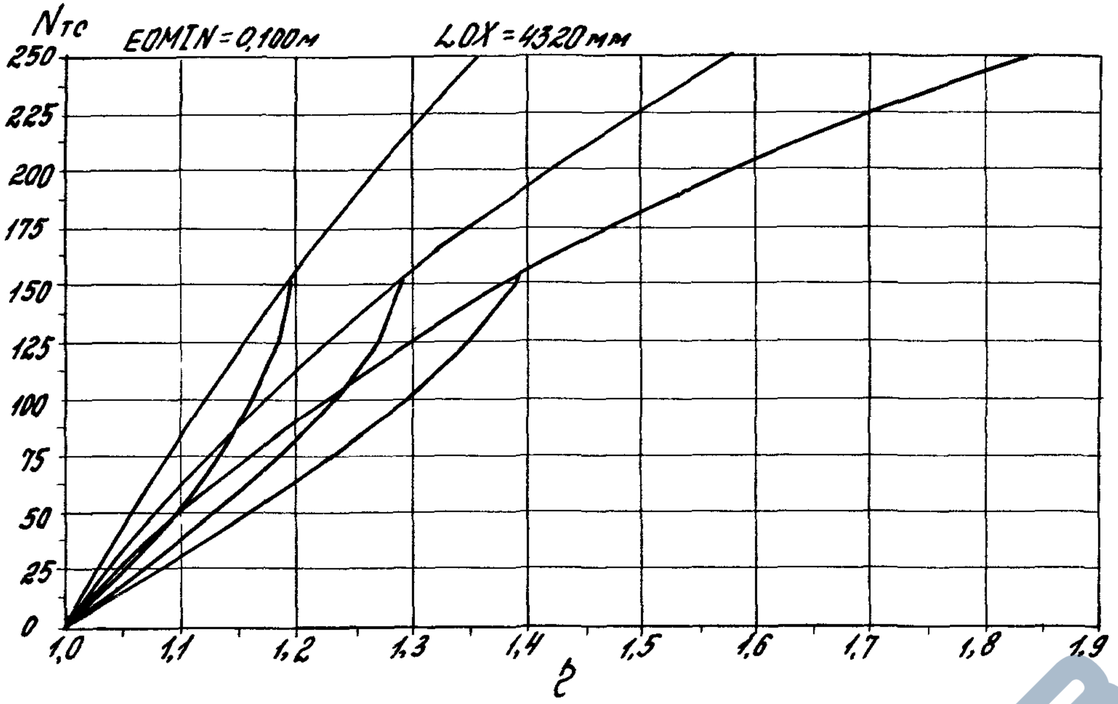


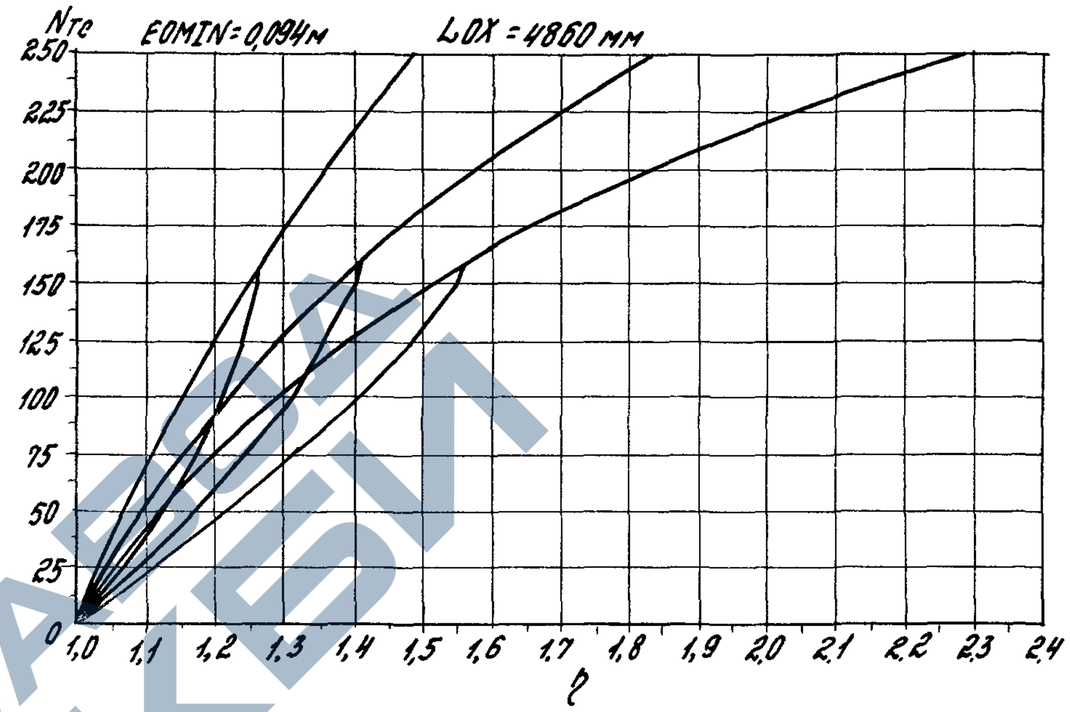


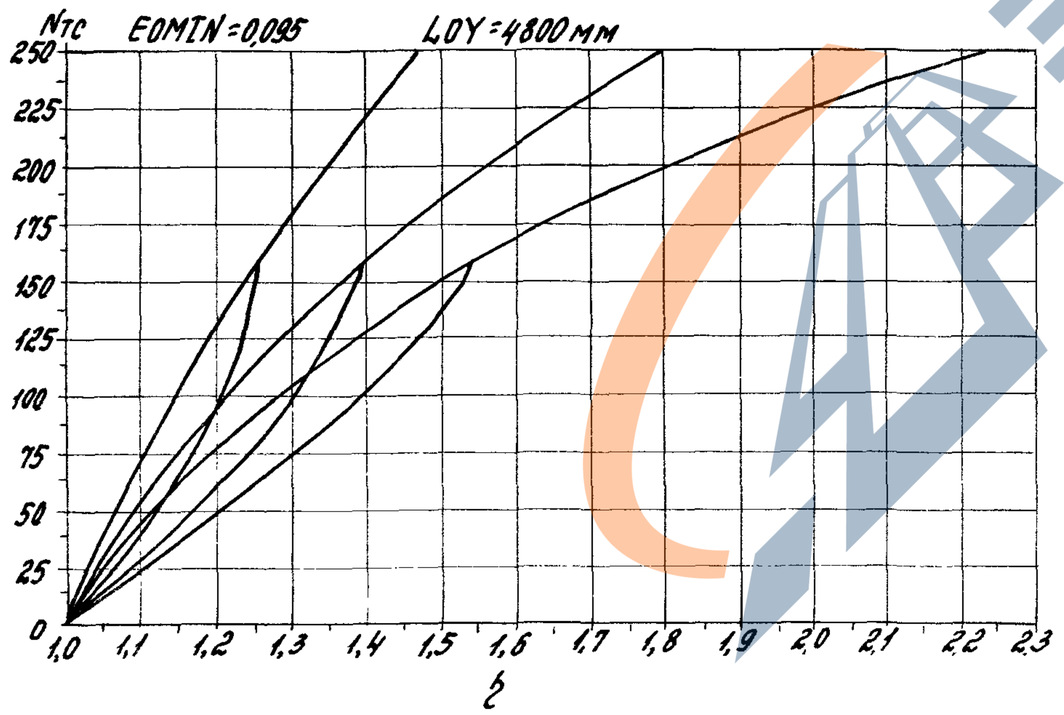


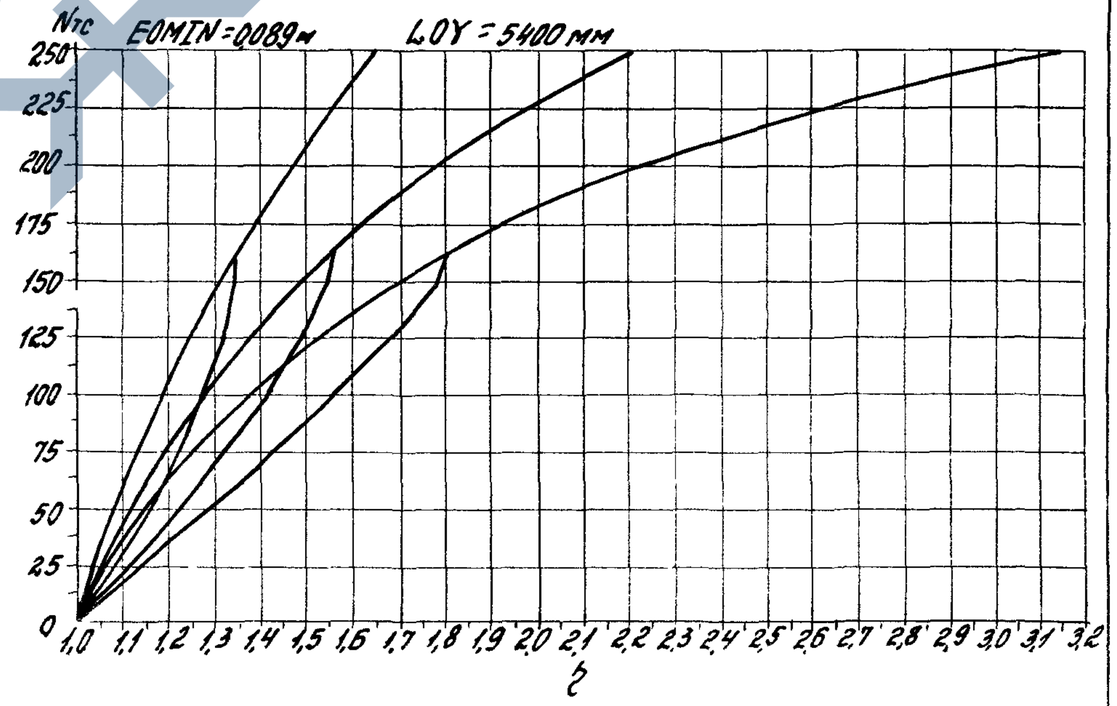


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №





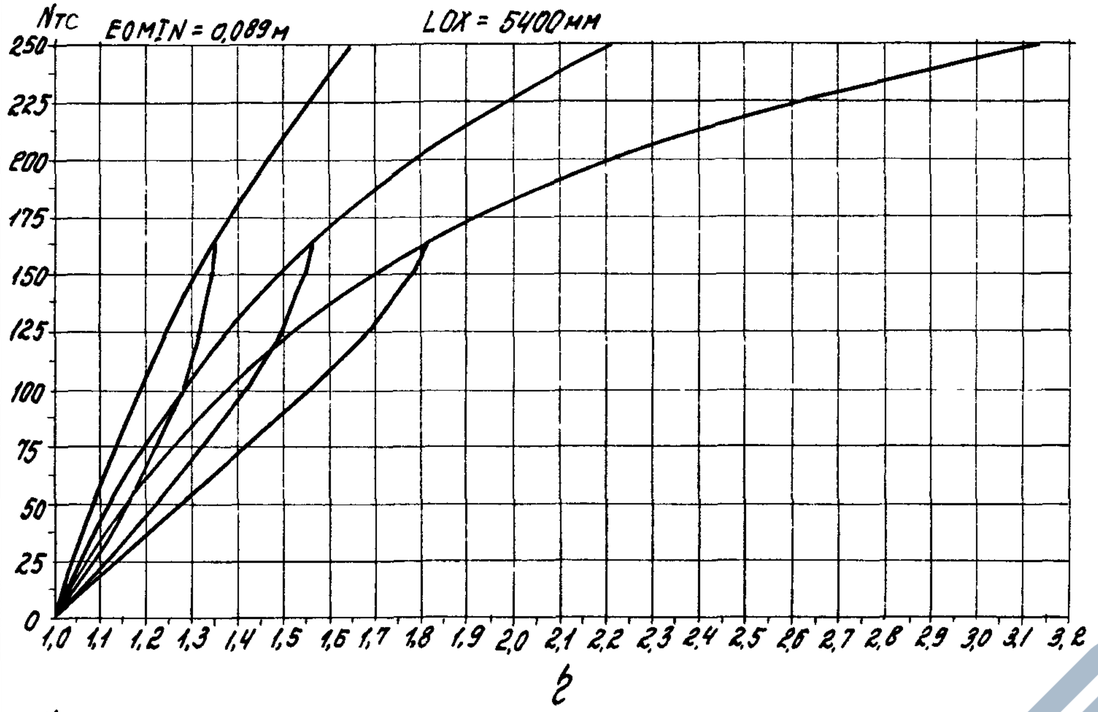


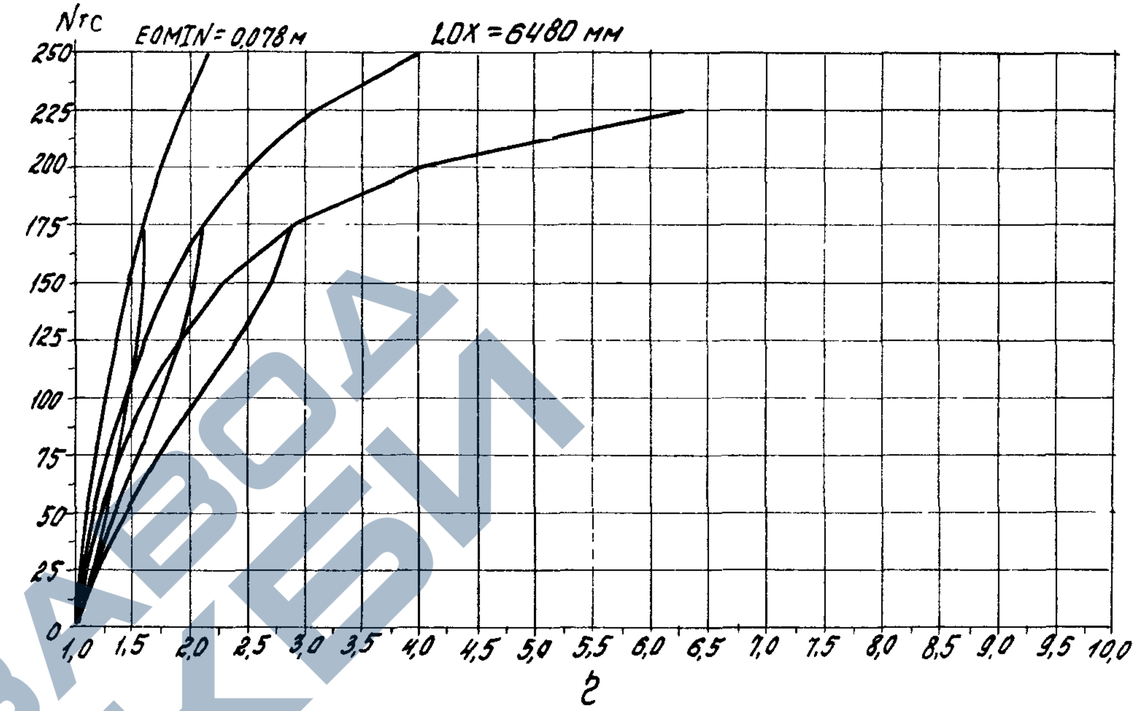


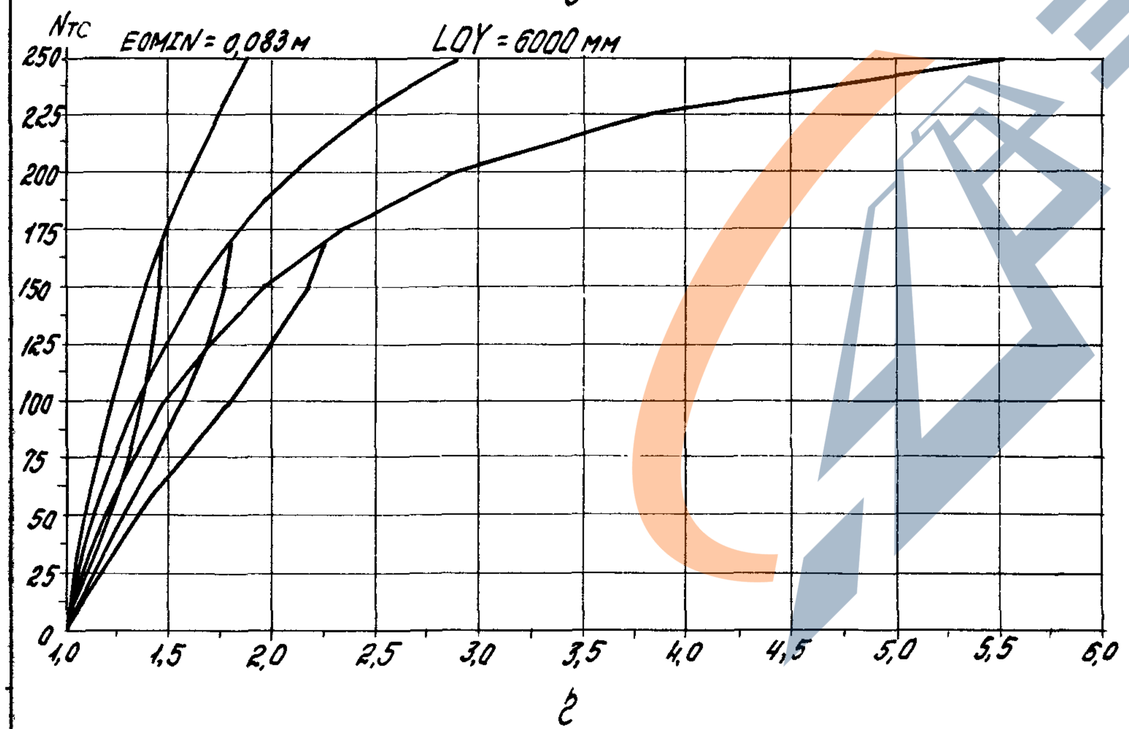
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

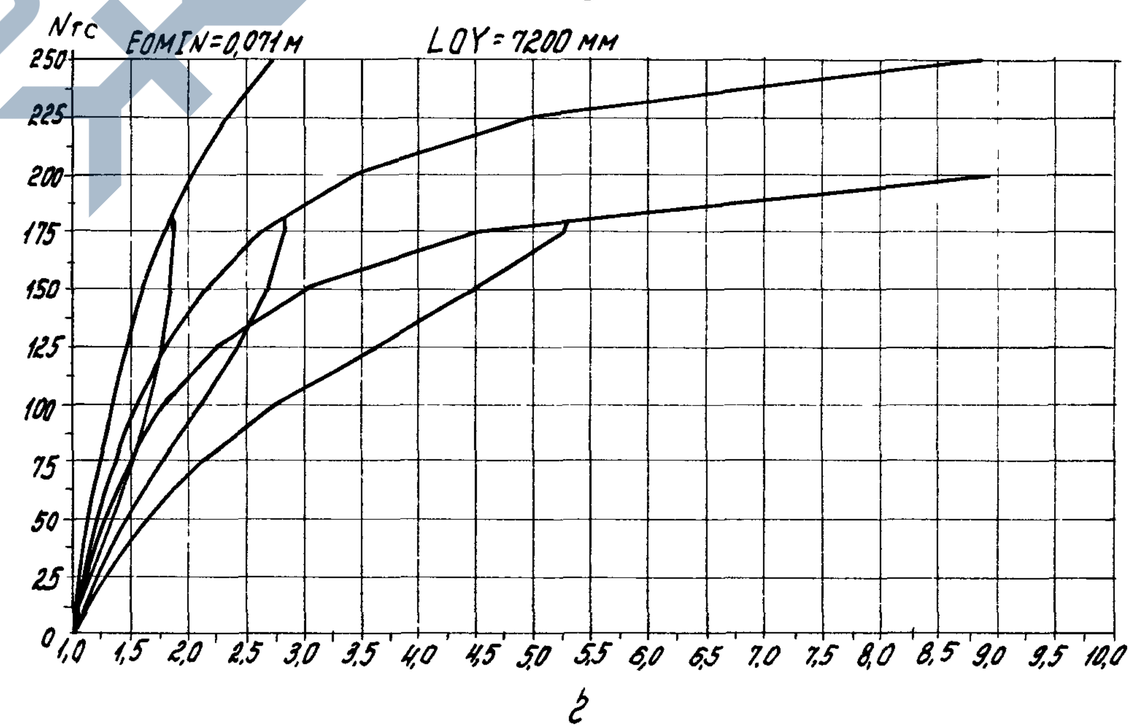
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/

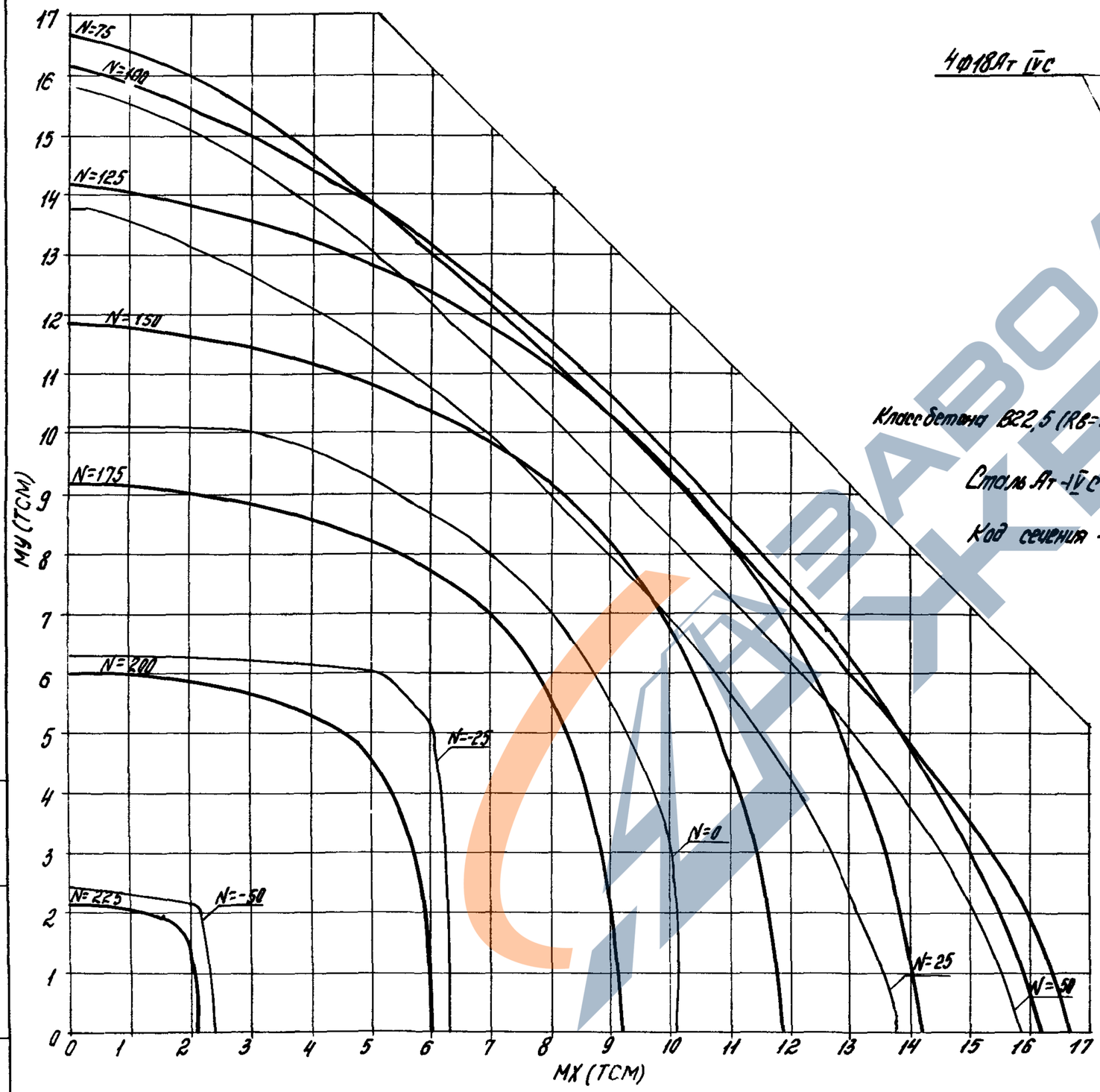


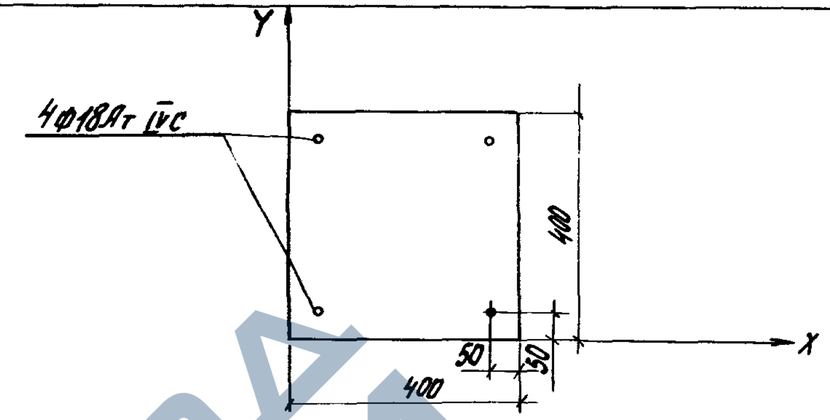






https://zavodjbi.com/





Класс бетона В22,5 (R_B=14,7МПа при учете γ_{B_2}=0,90)

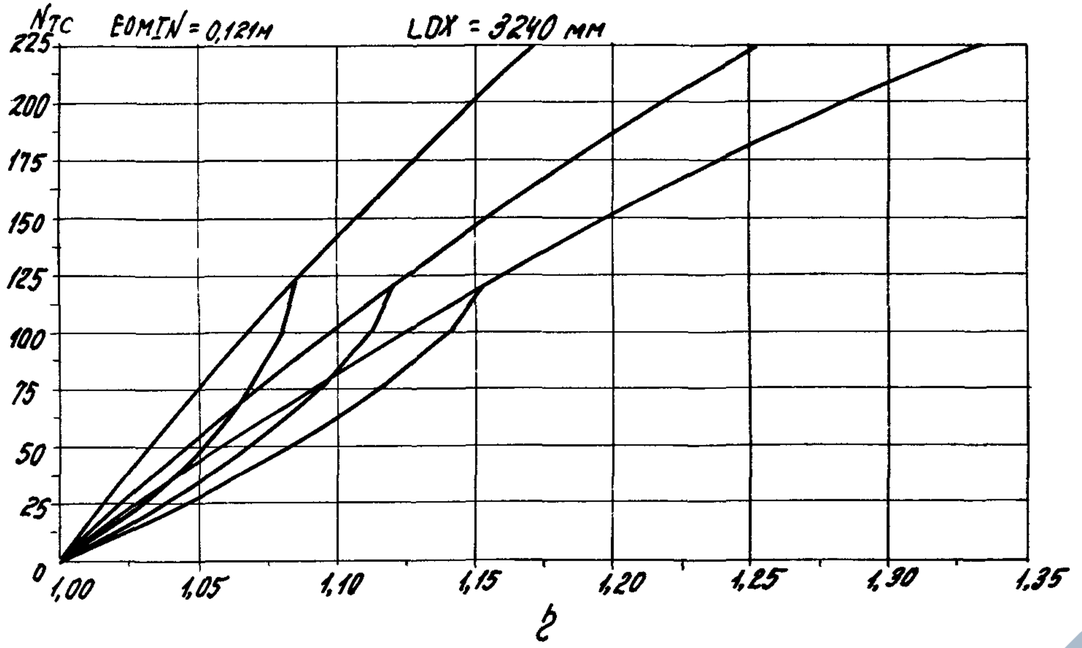
Сталь Ат-IVС

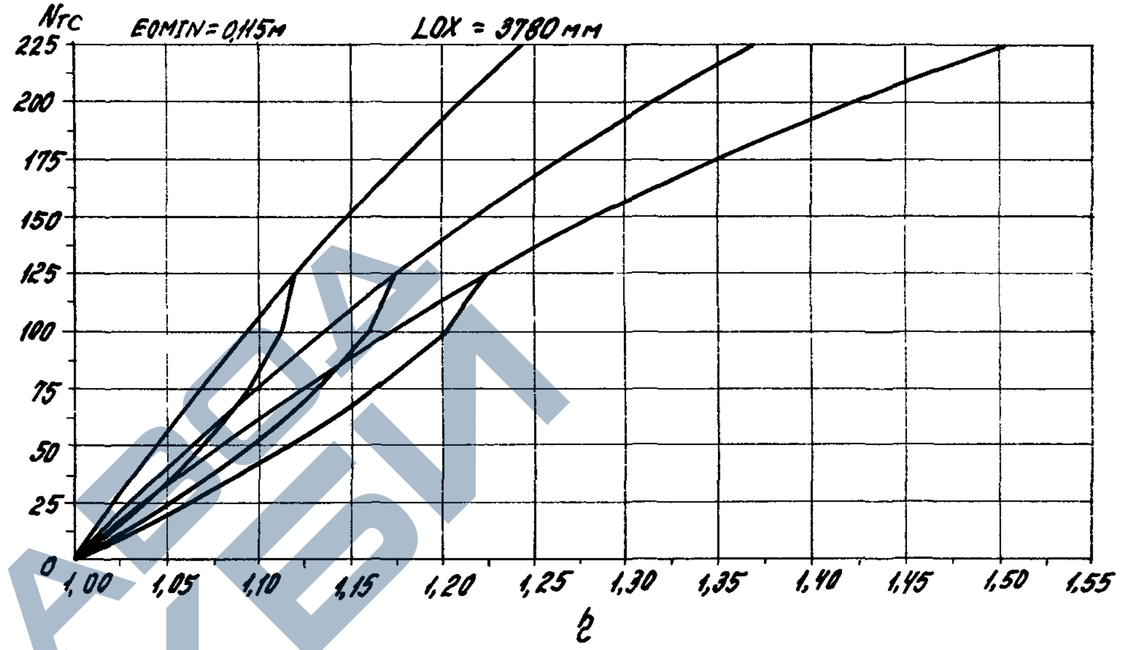
Код сечения -104б

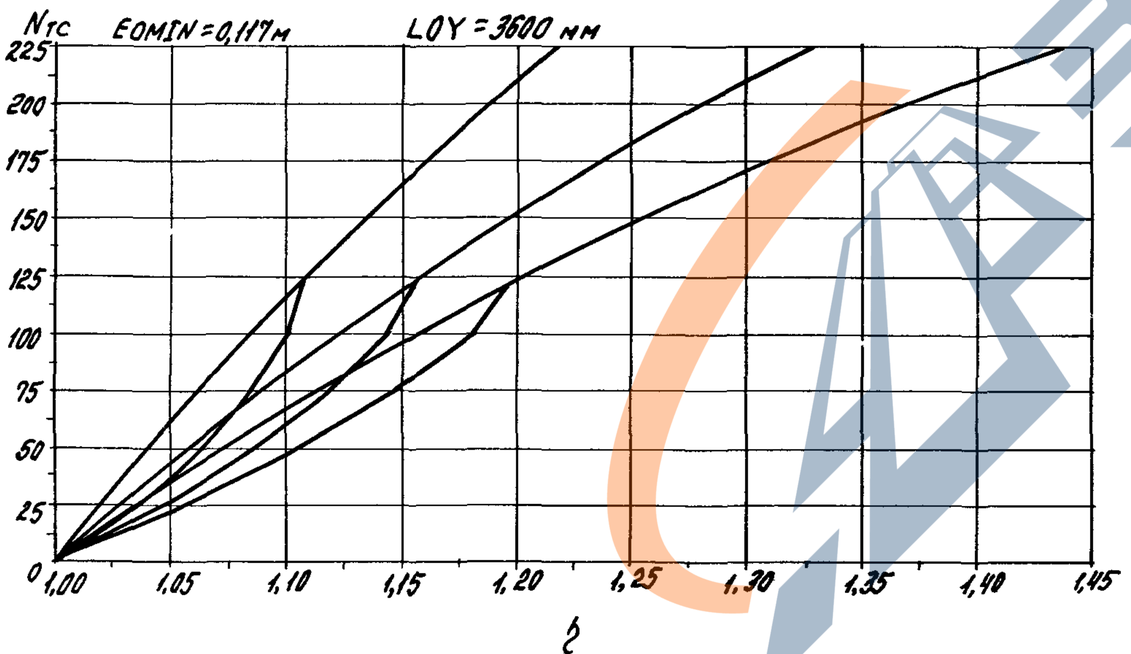
ЗАВОД КСБИ

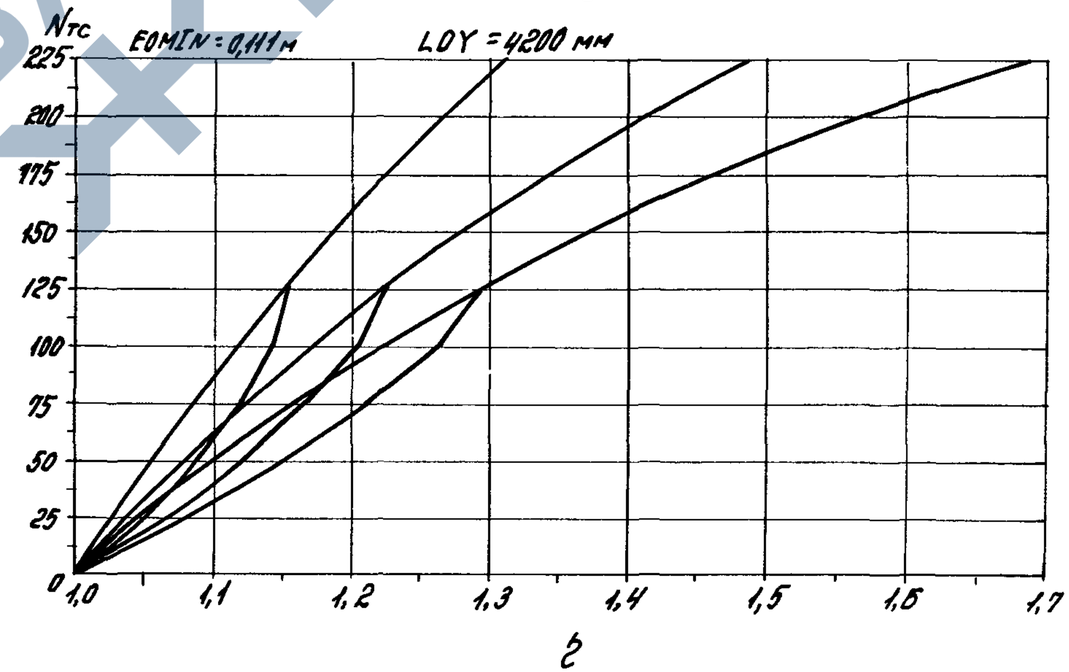
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

24166-01 УБ



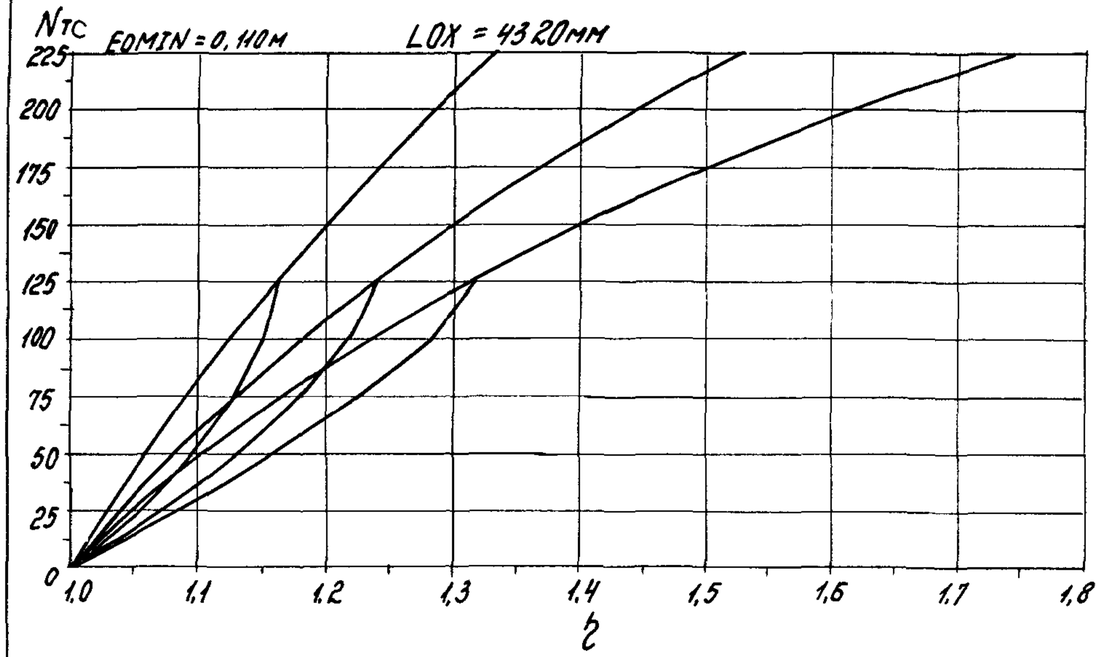


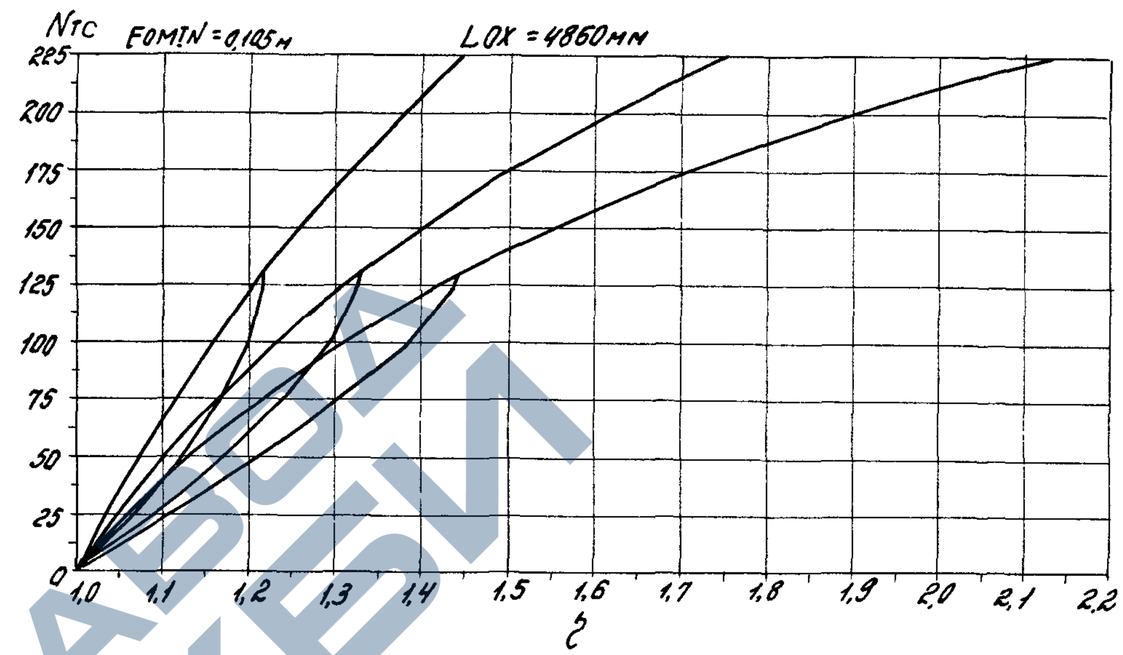


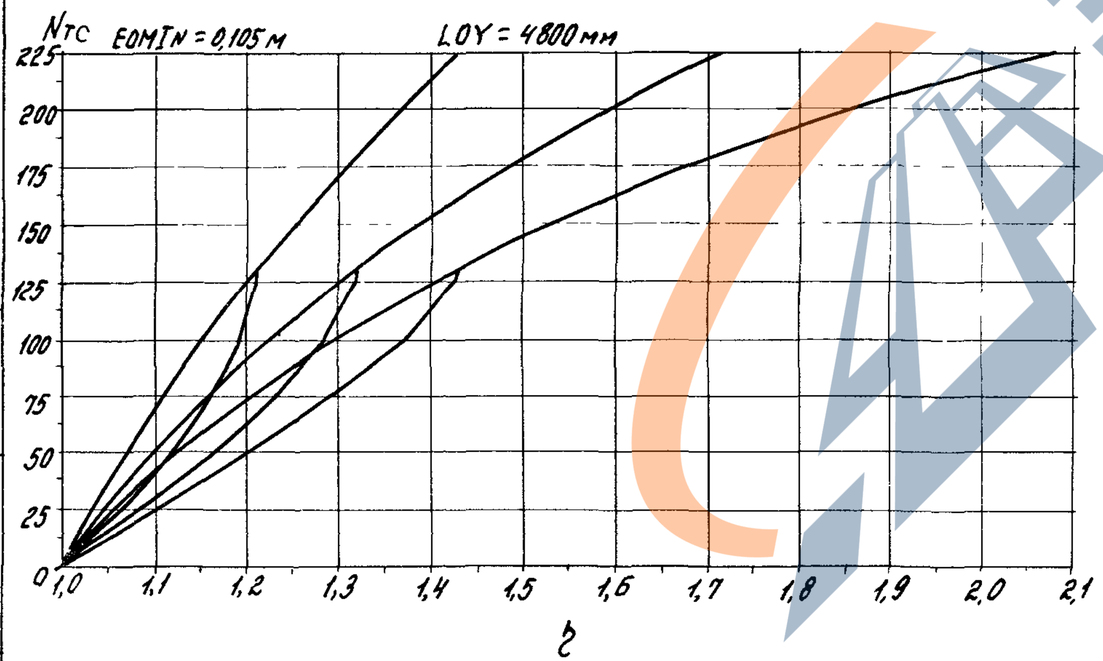


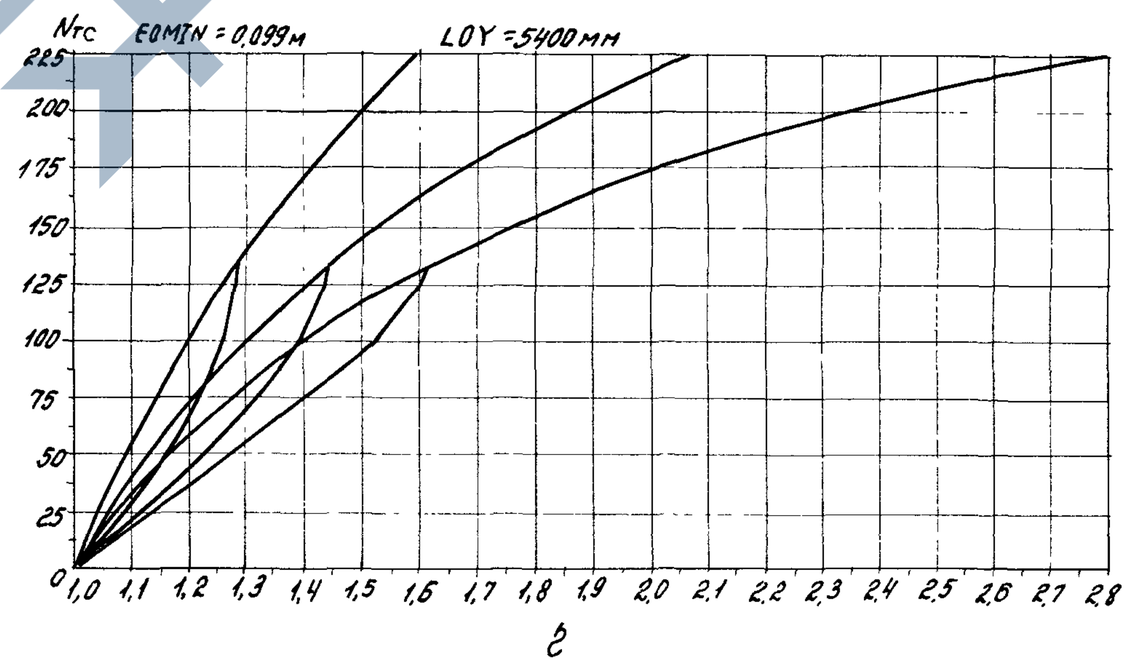
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

https://zavodjbi.com/





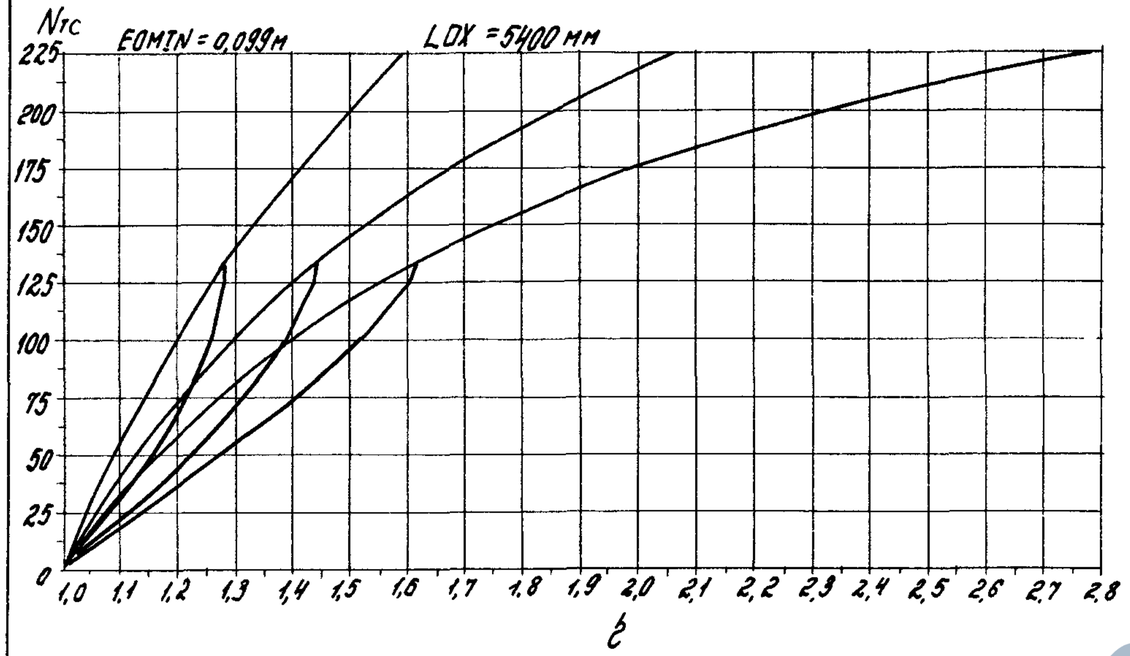


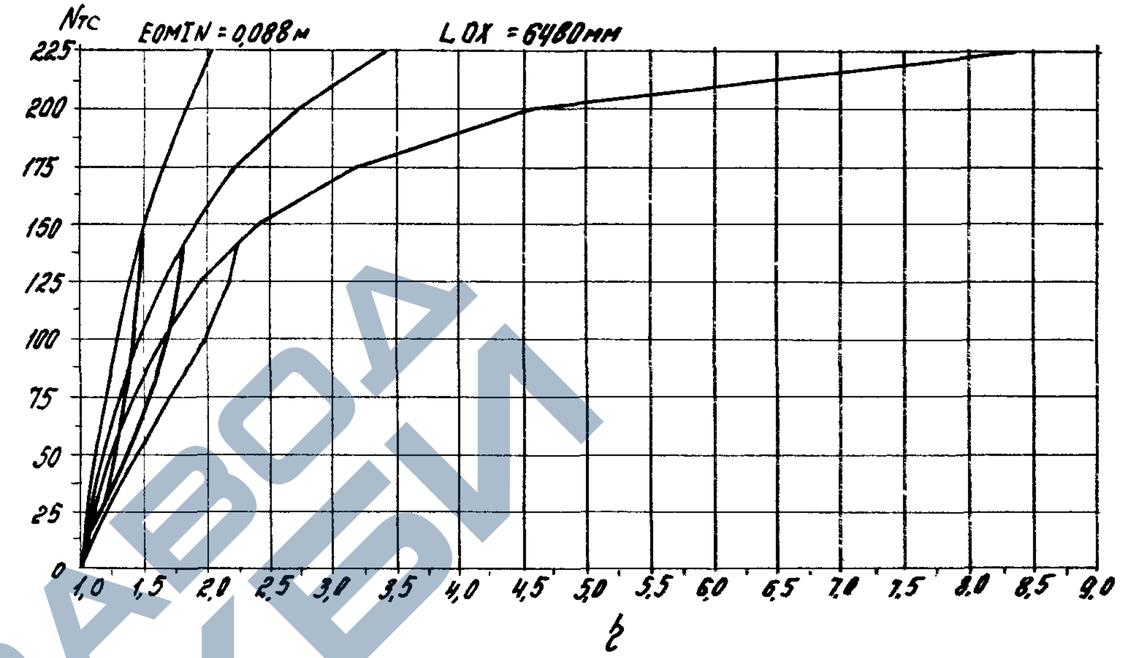


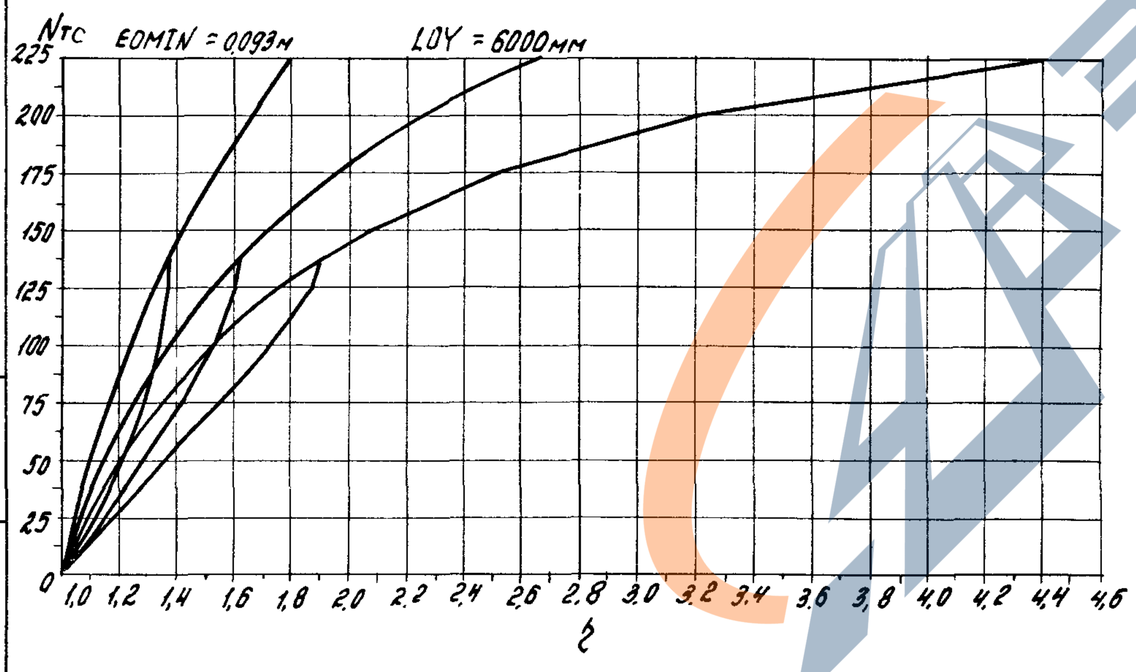
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

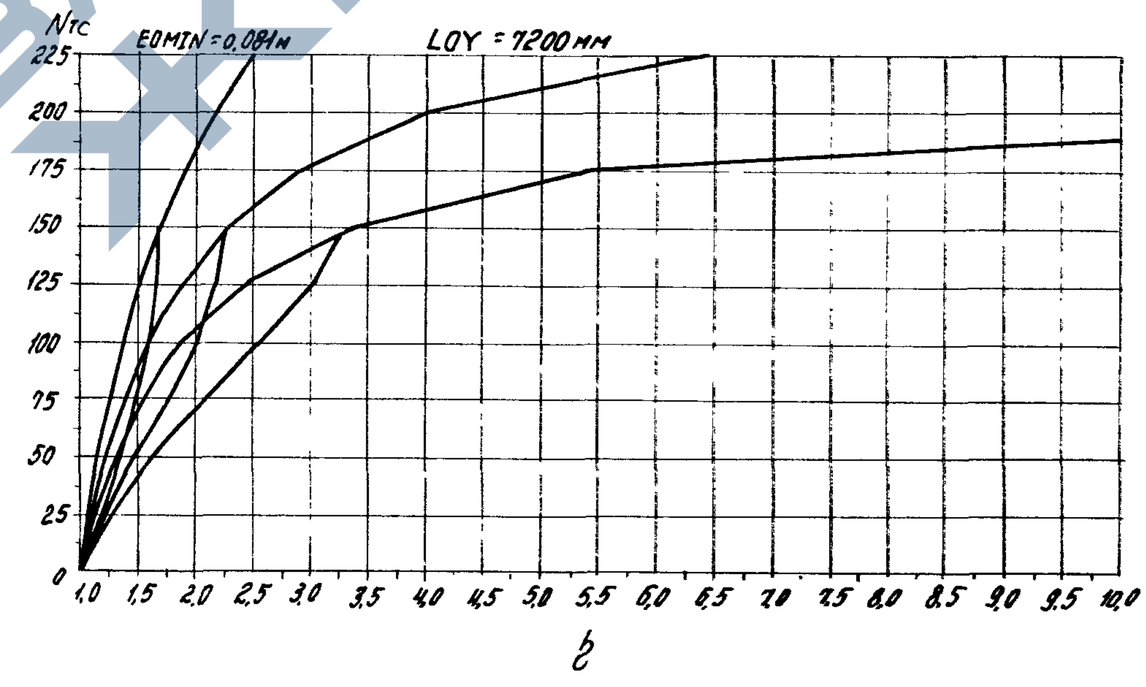
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





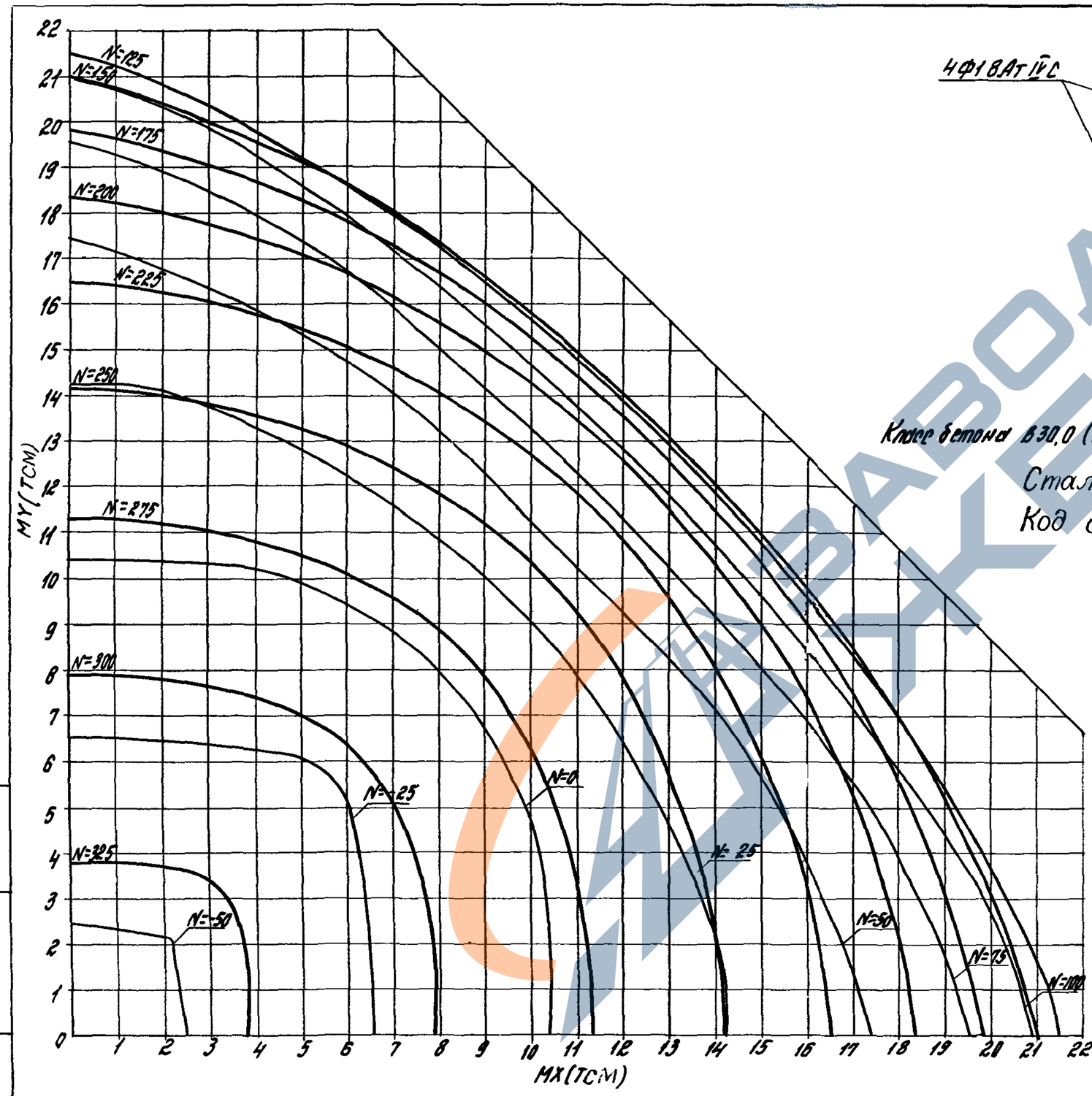


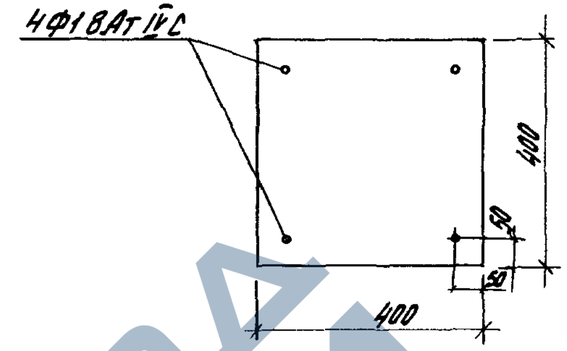


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.020.1-4	0-9 032	Лист 32

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В30,0 (R_B=18,7МПа при учете γ_{B2} =1,10)

Сталь Ат-IVС

Код сечения -105а

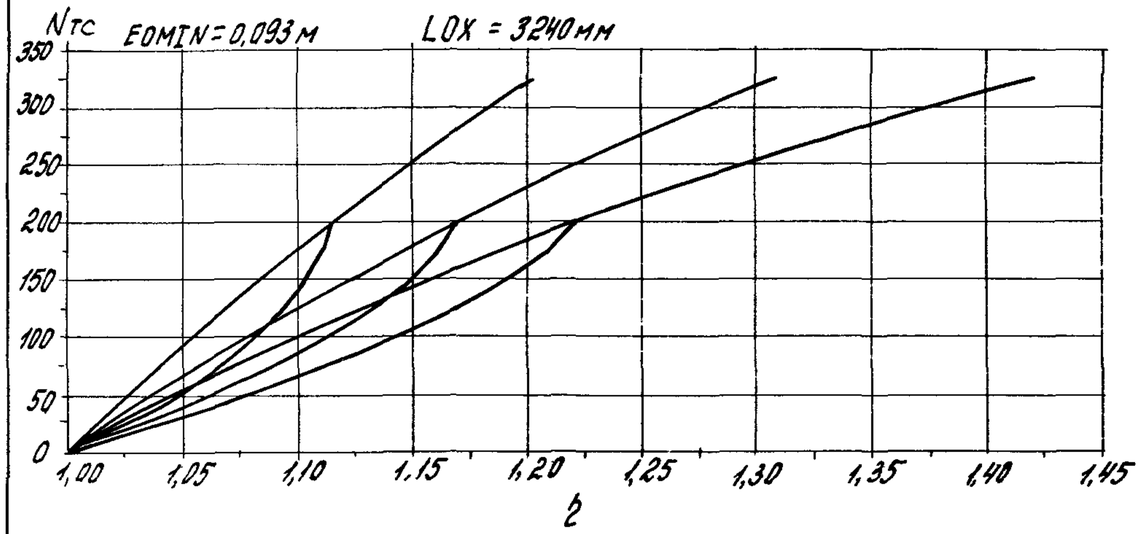
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

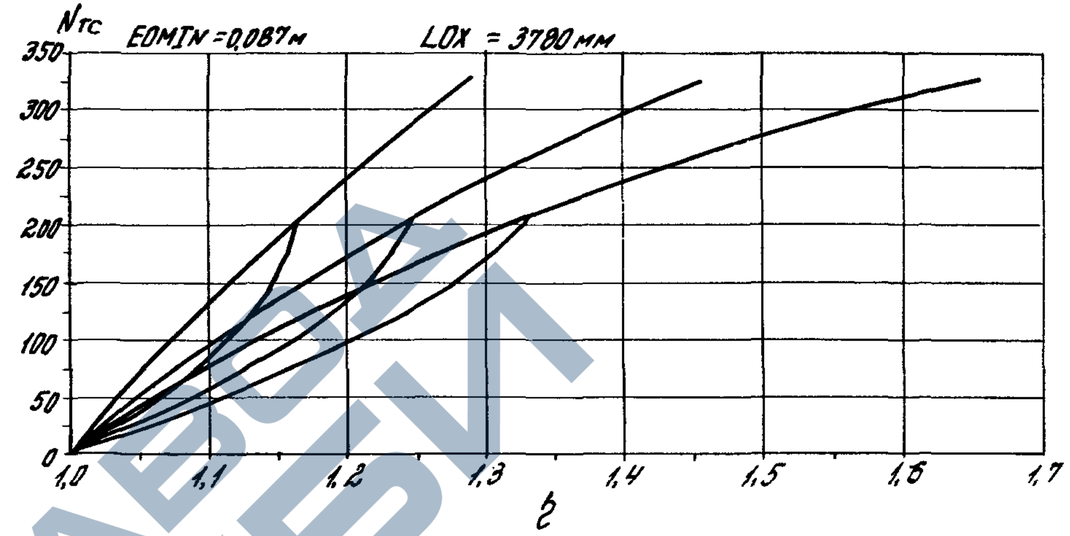
1.020.1-4 0-9 СО2

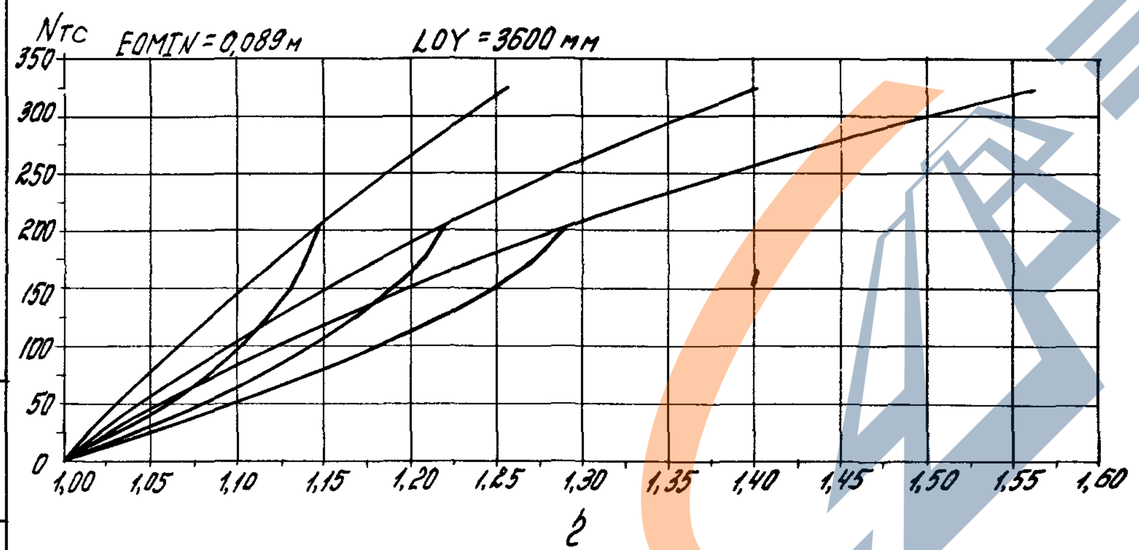
Лист 33

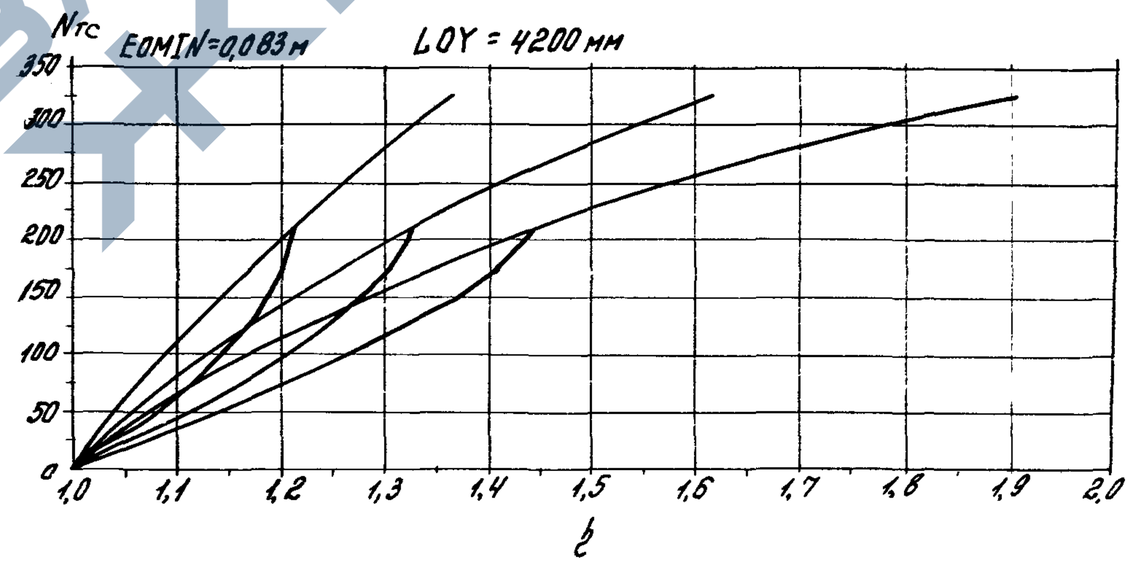
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/



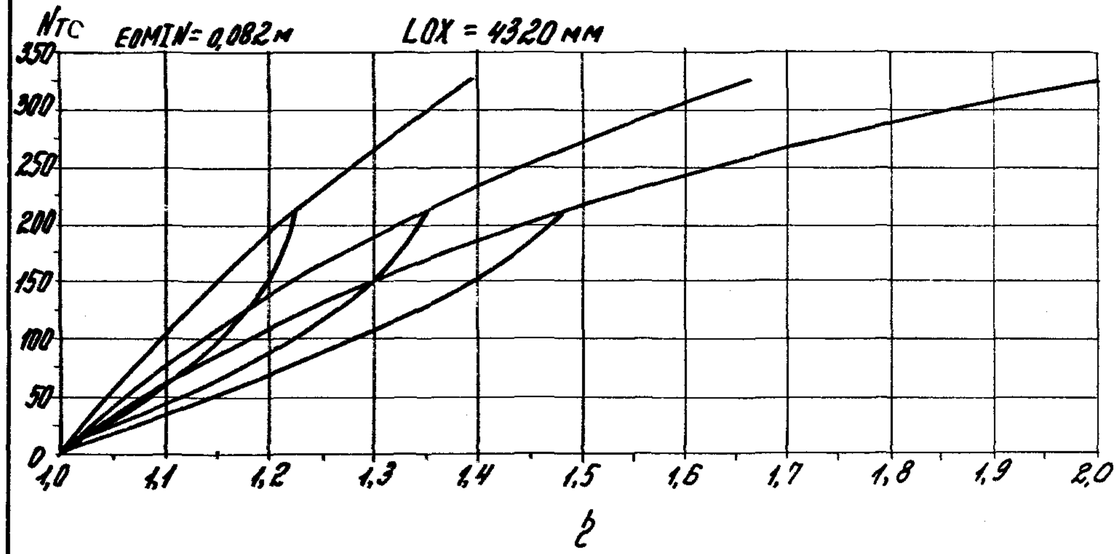


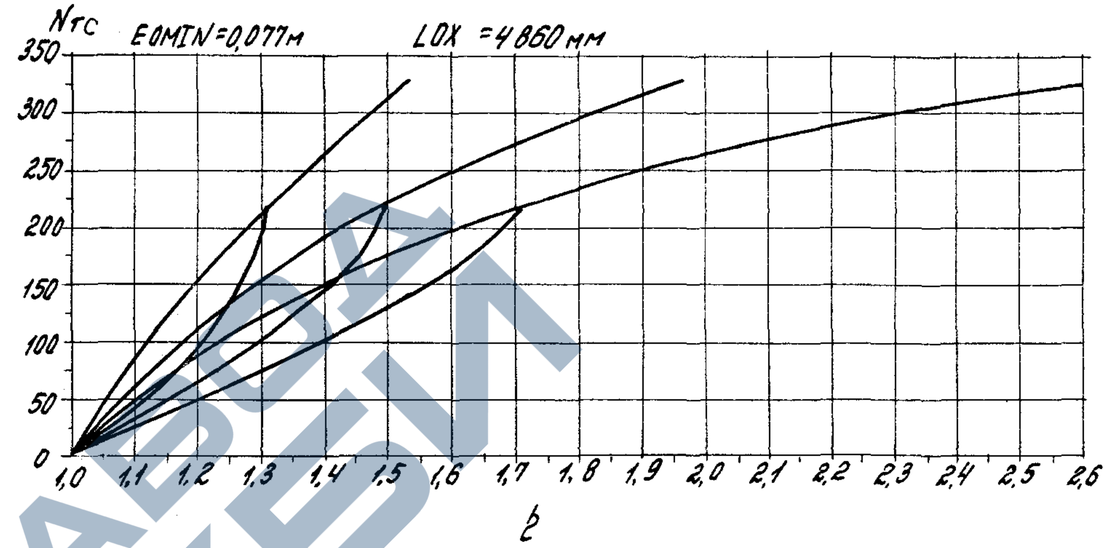


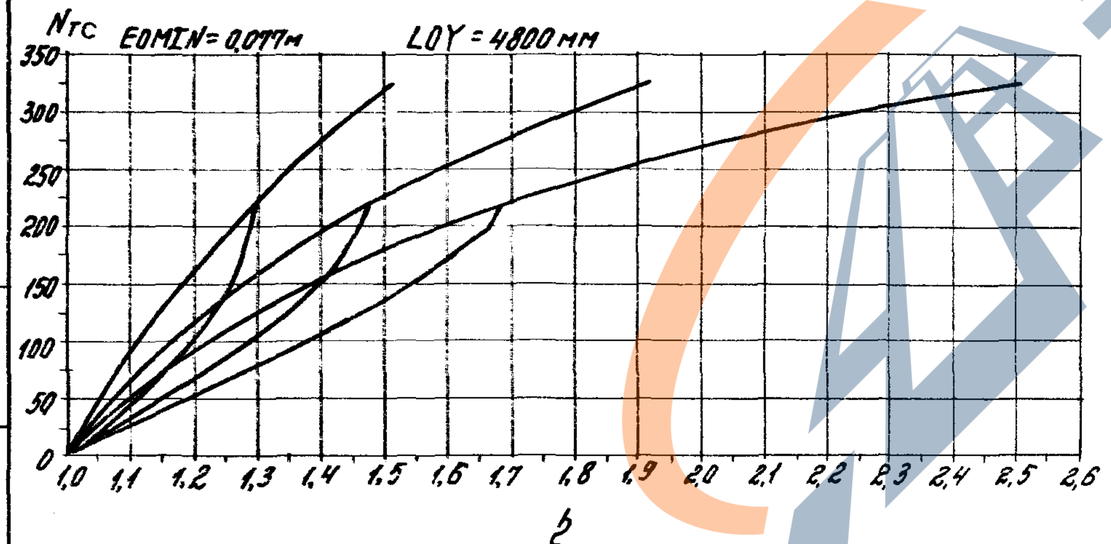


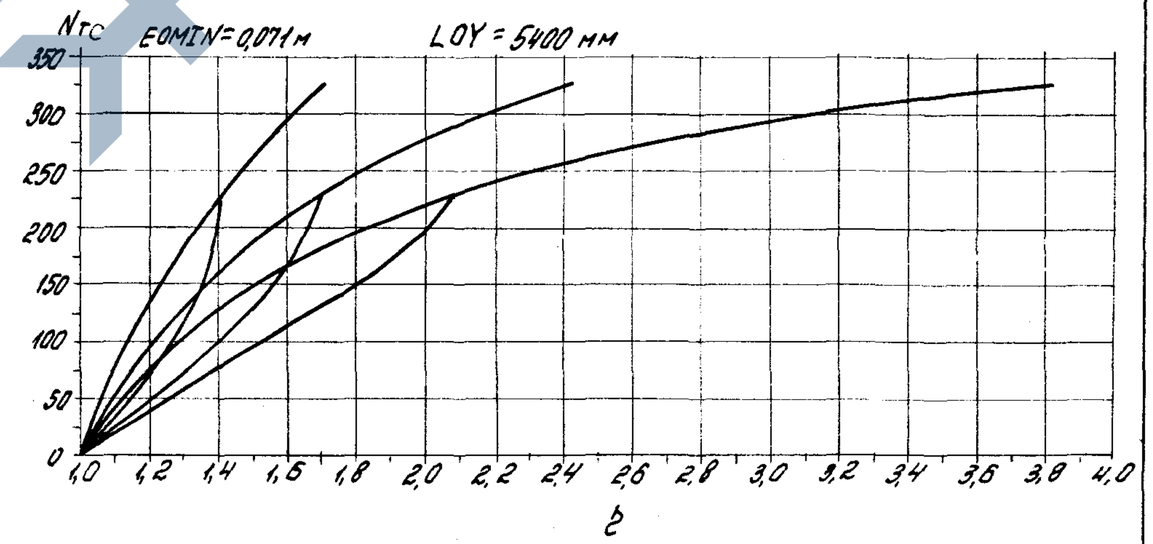
Инв. N подл. | Подп. и дата | Взам. инв. N

https://zavodjbi.com/



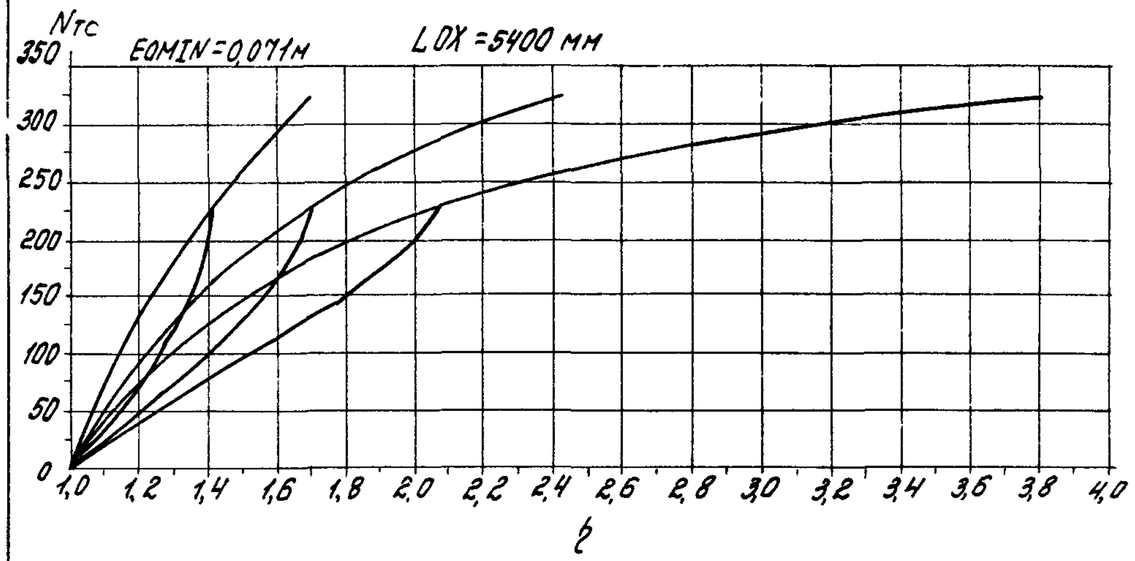


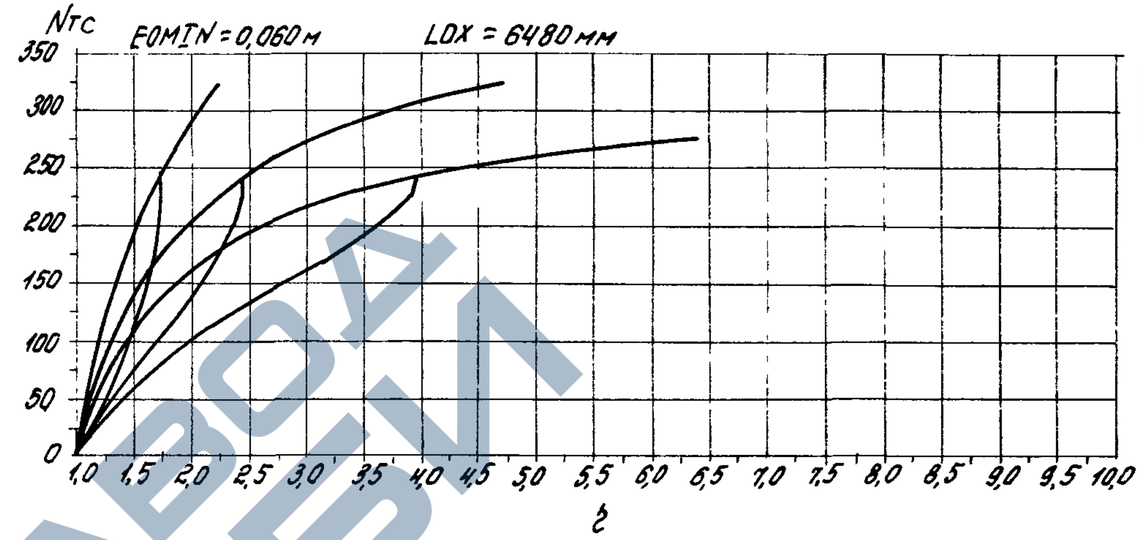


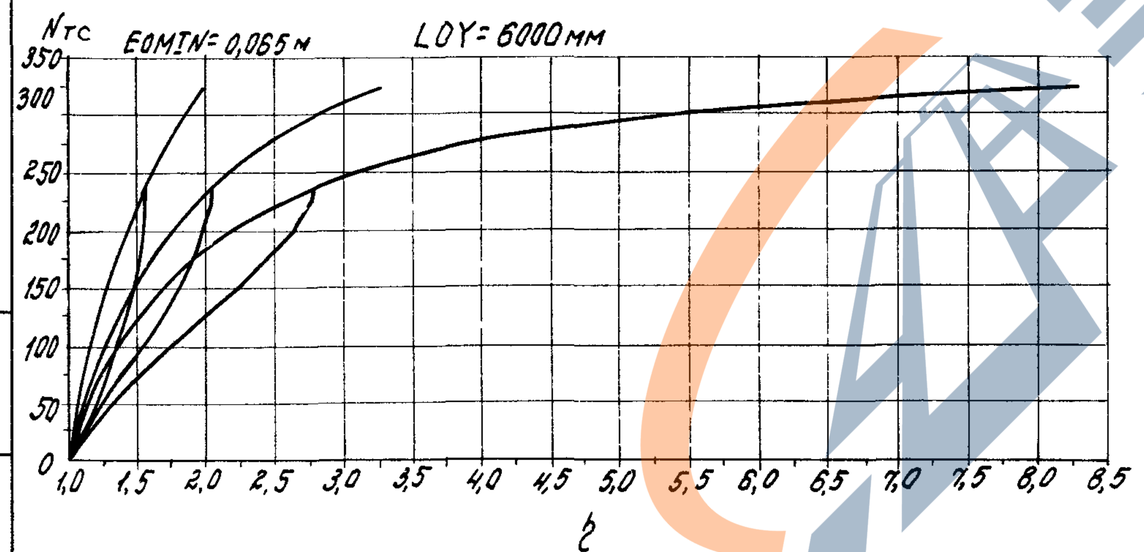


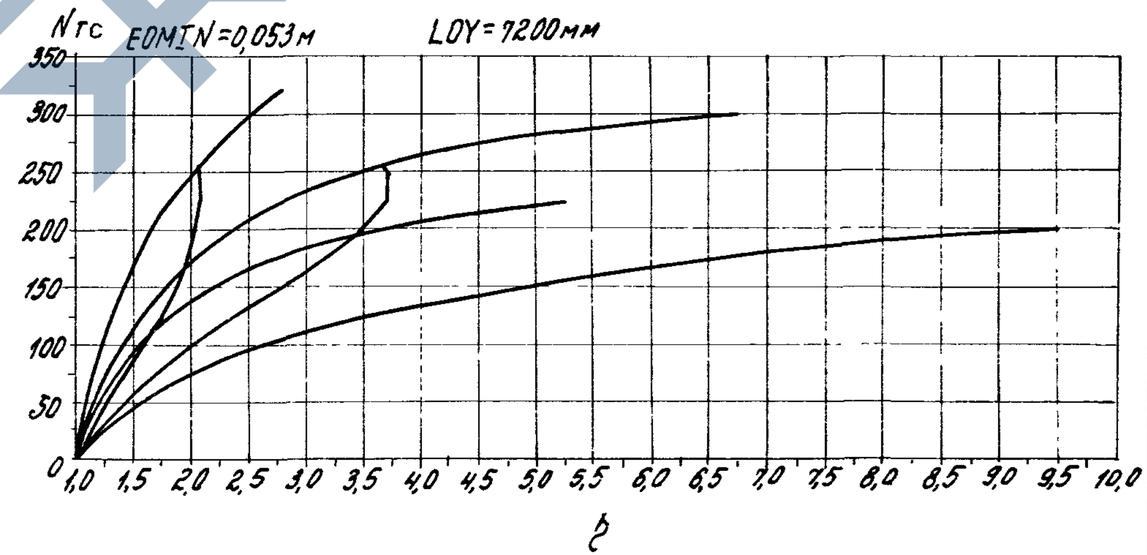
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





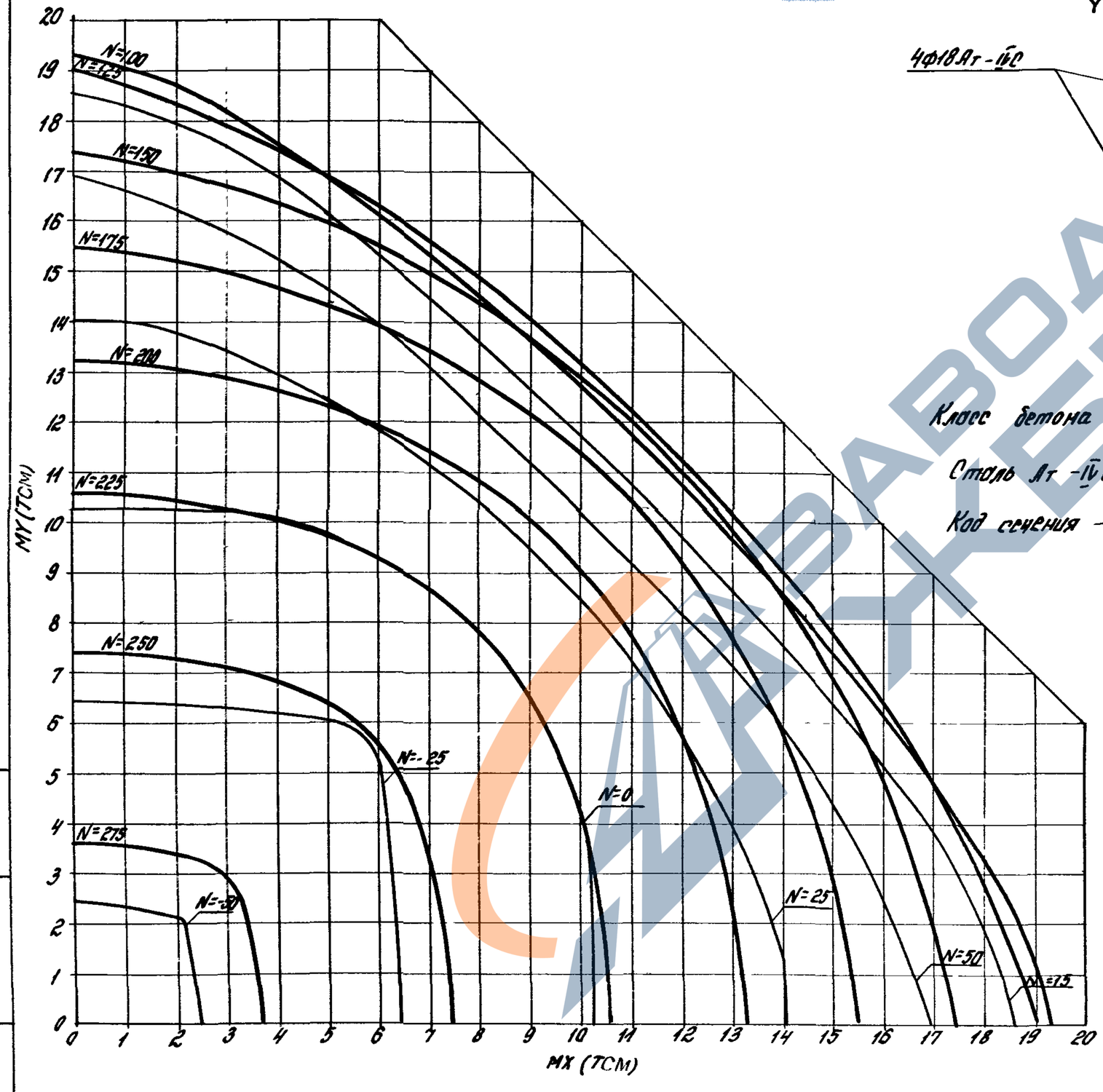


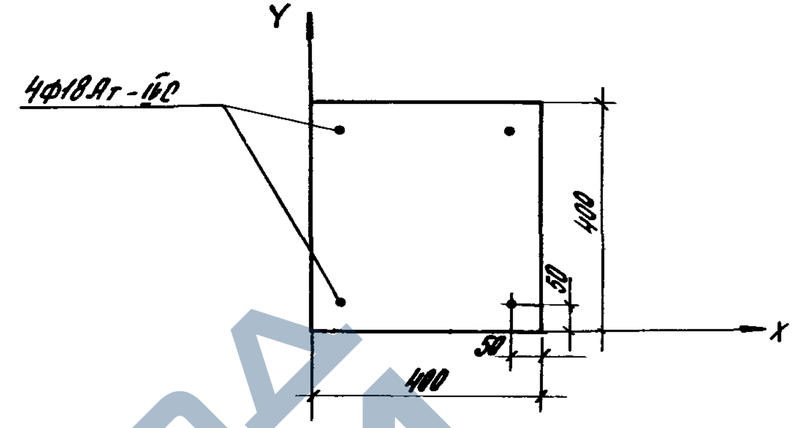


Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





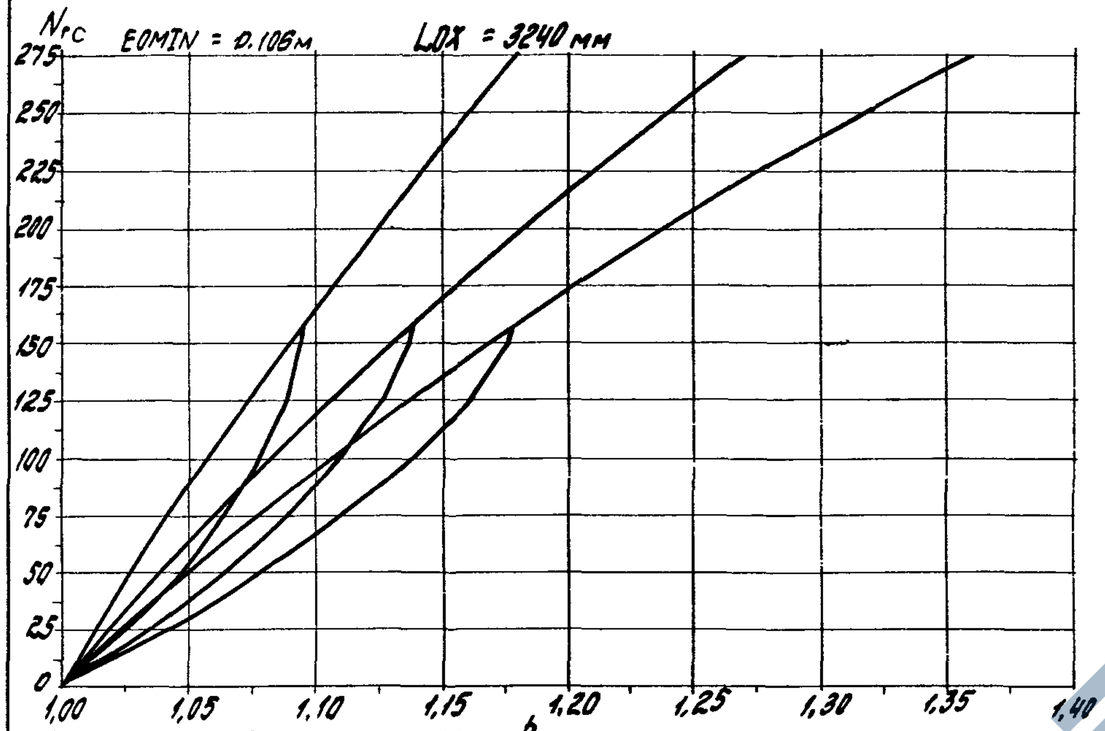
Класс бетона В30,0 (R_B = 15,3 МПа; γ_{B_2} = 0,90)

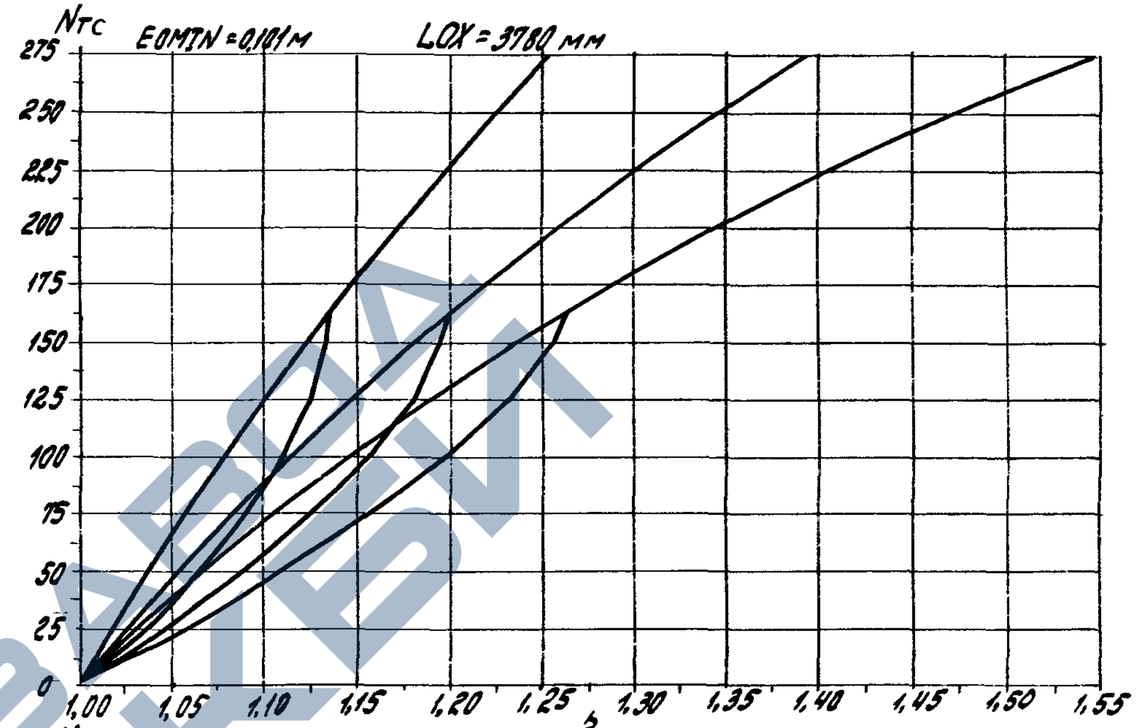
Сталь Ат-IVС

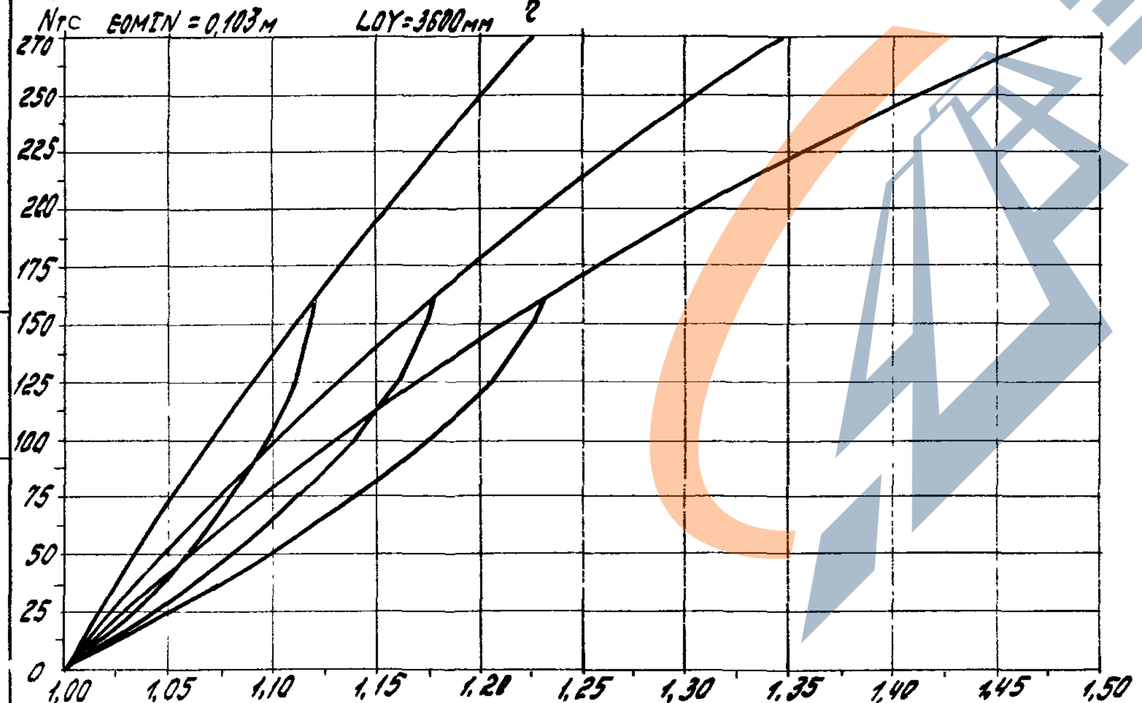
Код сечения -105 б

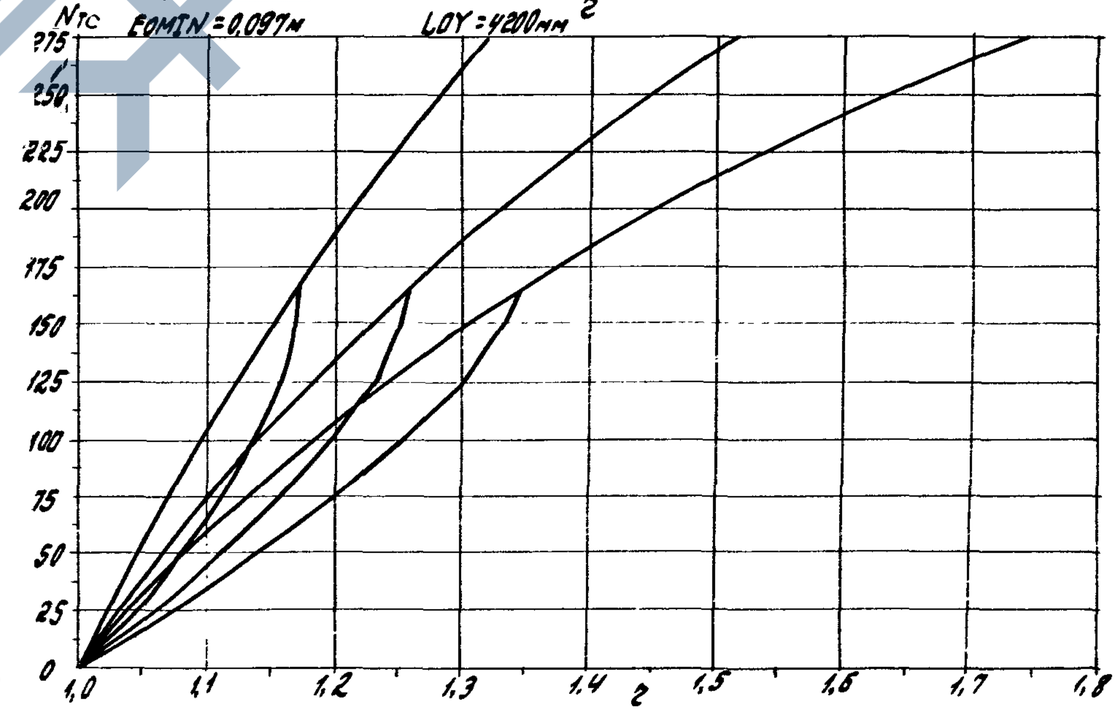
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

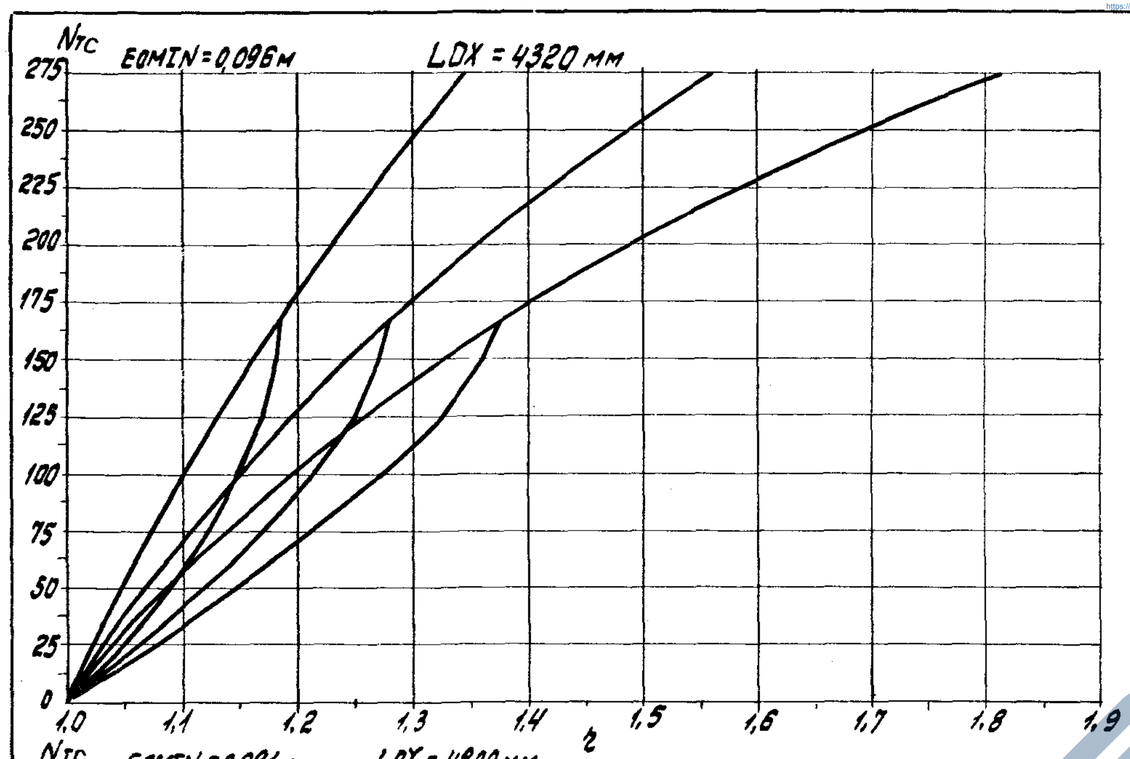
https://zavodjbi.com/

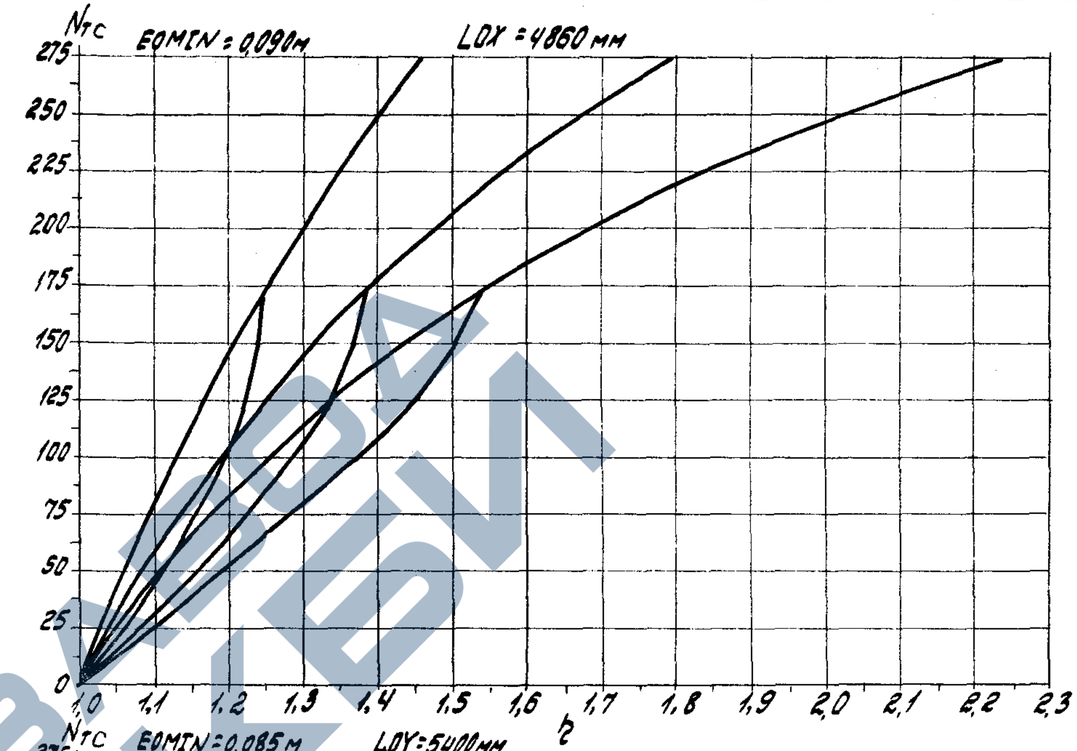

NTC
EOMIN = 0.106м
LOX = 3240 мм
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
1,00
1,05
1,10
1,15
1,20
1,25
1,30
1,35
1,40
ξ

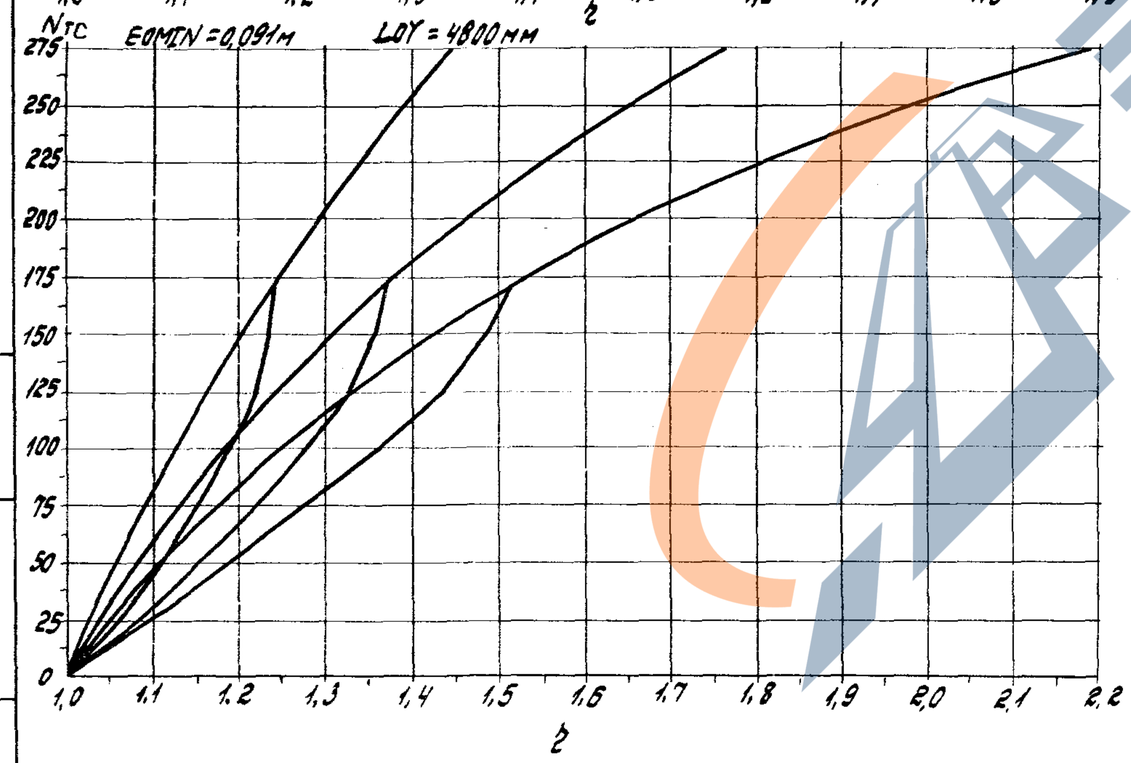

NTC
EOMIN = 0,101м
LOX = 3780 мм
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
1,00
1,05
1,10
1,15
1,20
1,25
1,30
1,35
1,40
1,45
1,50
1,55
ξ

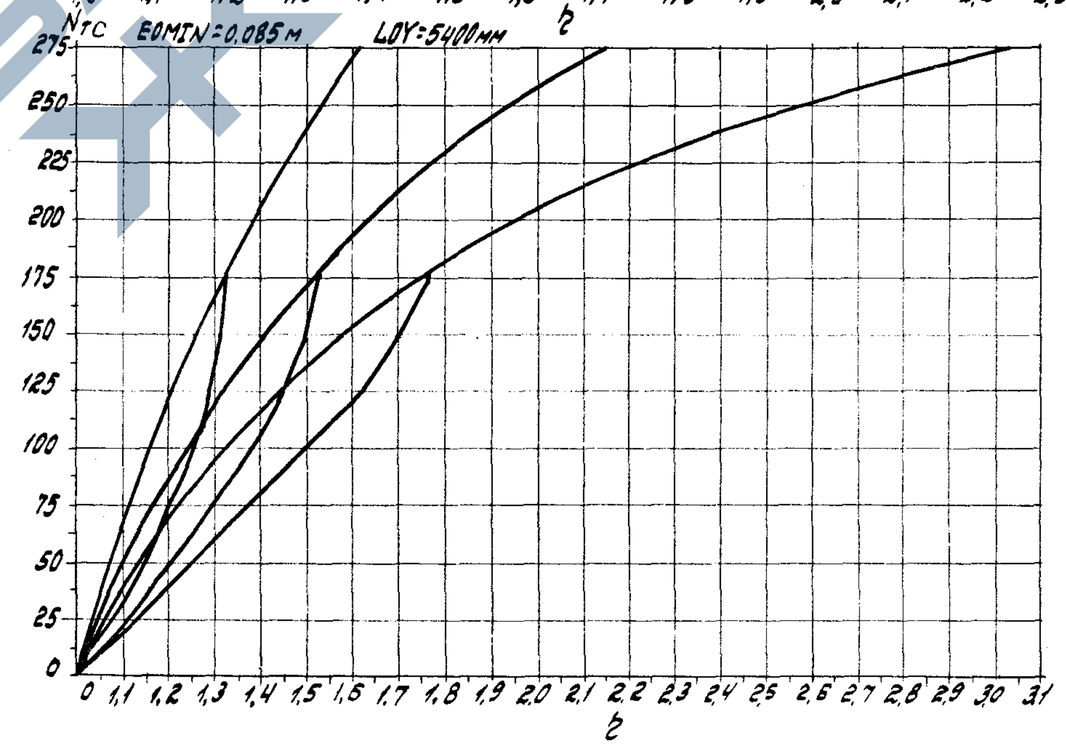

NTC
EOMIN = 0,103м
LOY = 3600мм
270
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
1,00
1,05
1,10
1,15
1,20
1,25
1,30
1,35
1,40
1,45
1,50
ξ


NTC
EOMIN = 0,097м
LOY = 4200мм
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
1,0
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
ξ



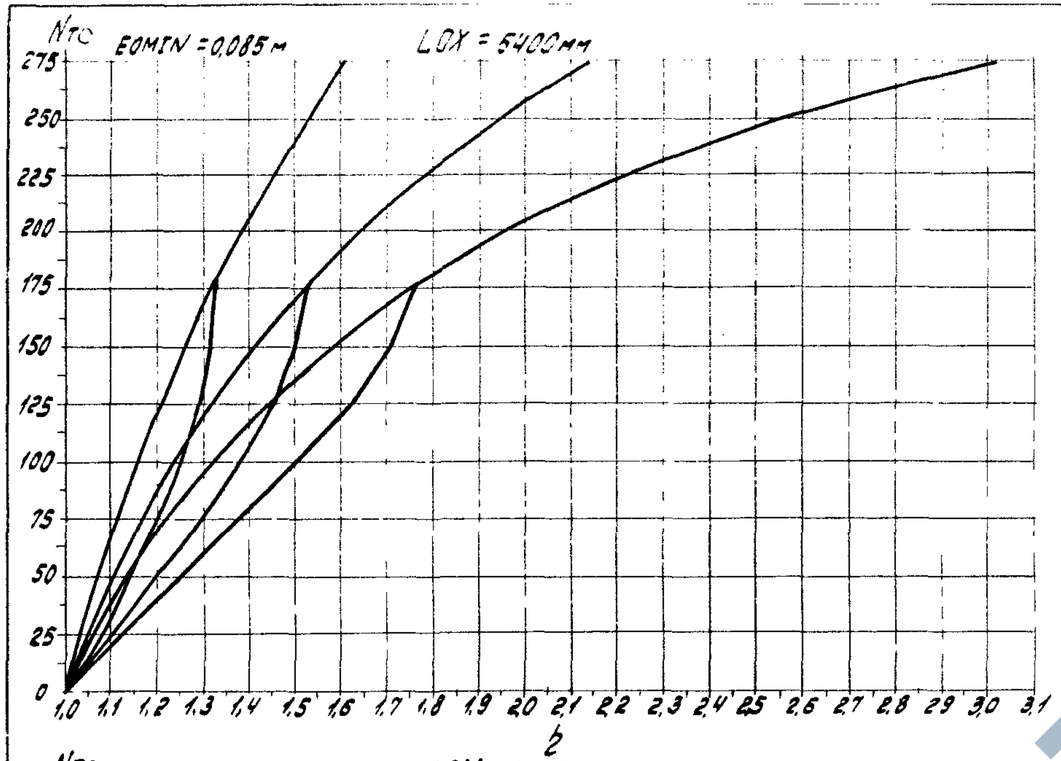


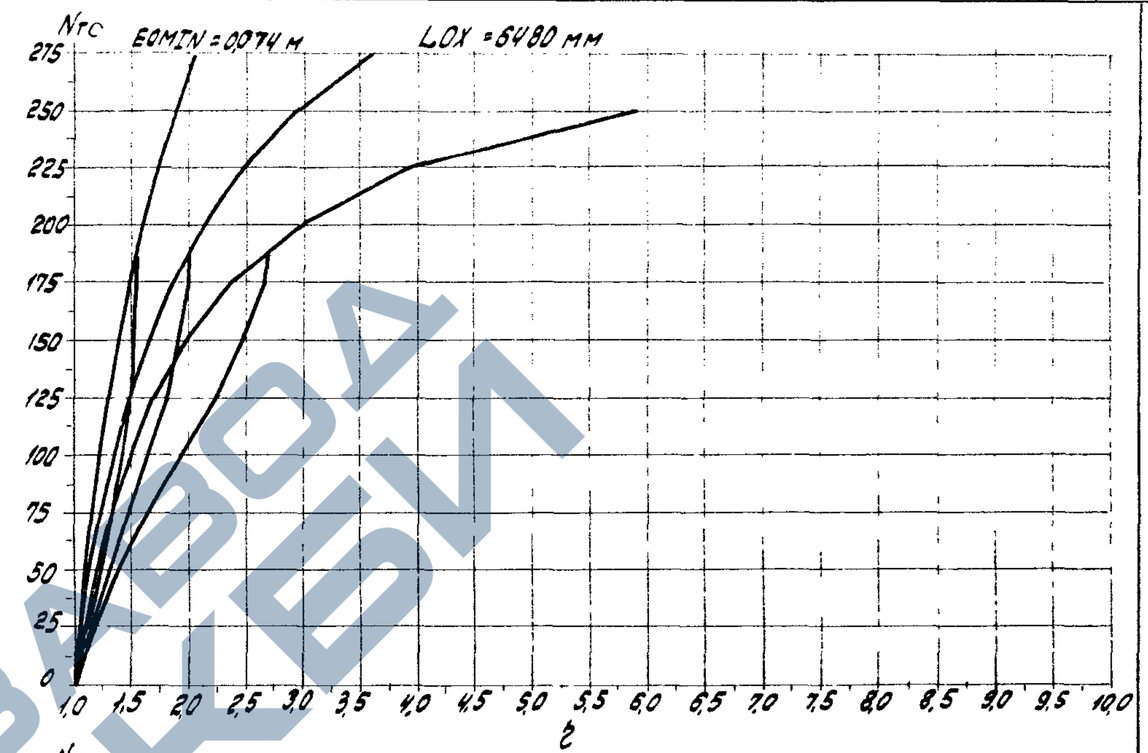


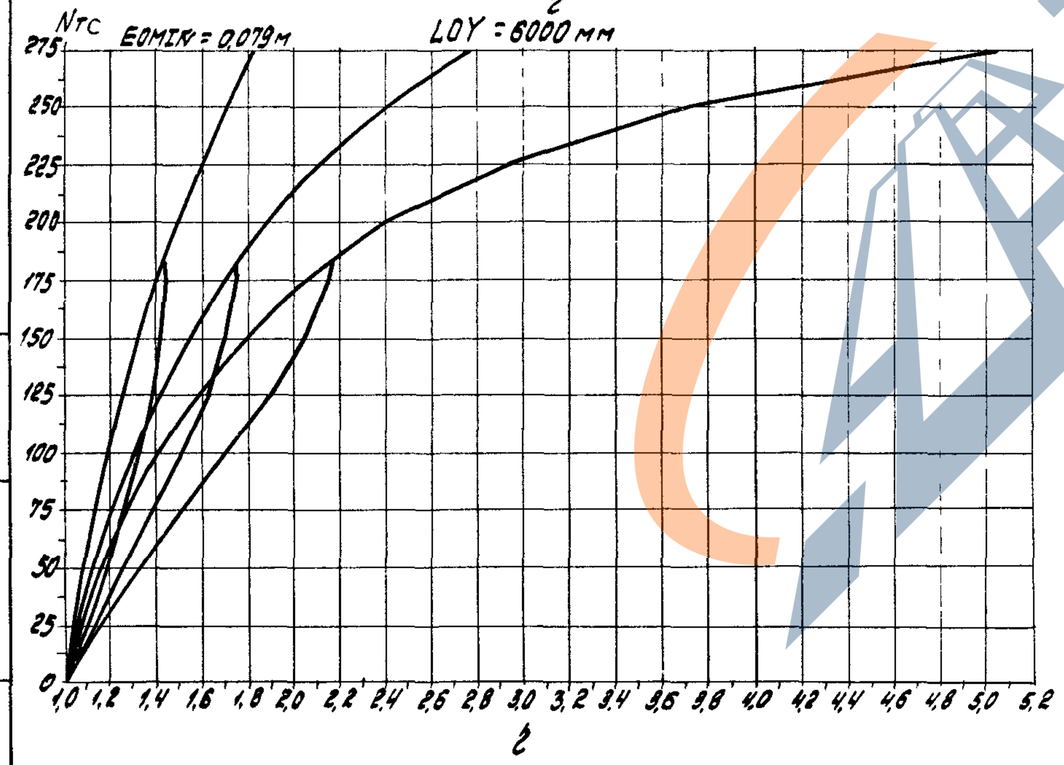


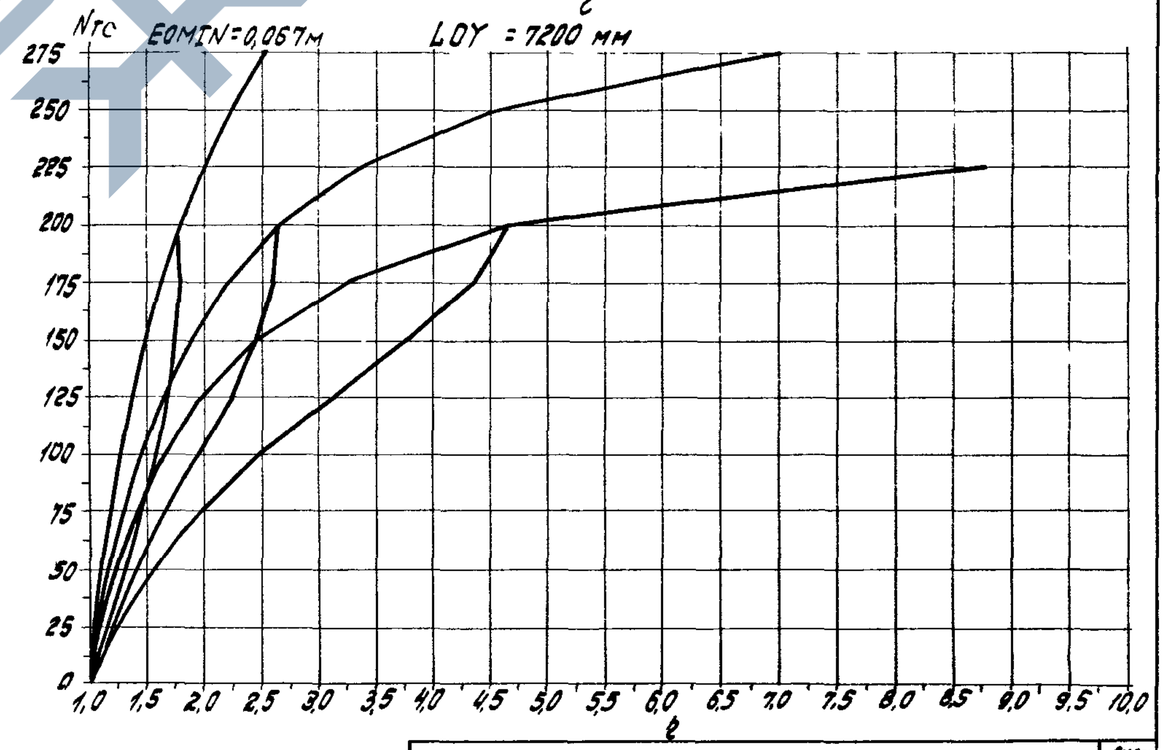
https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





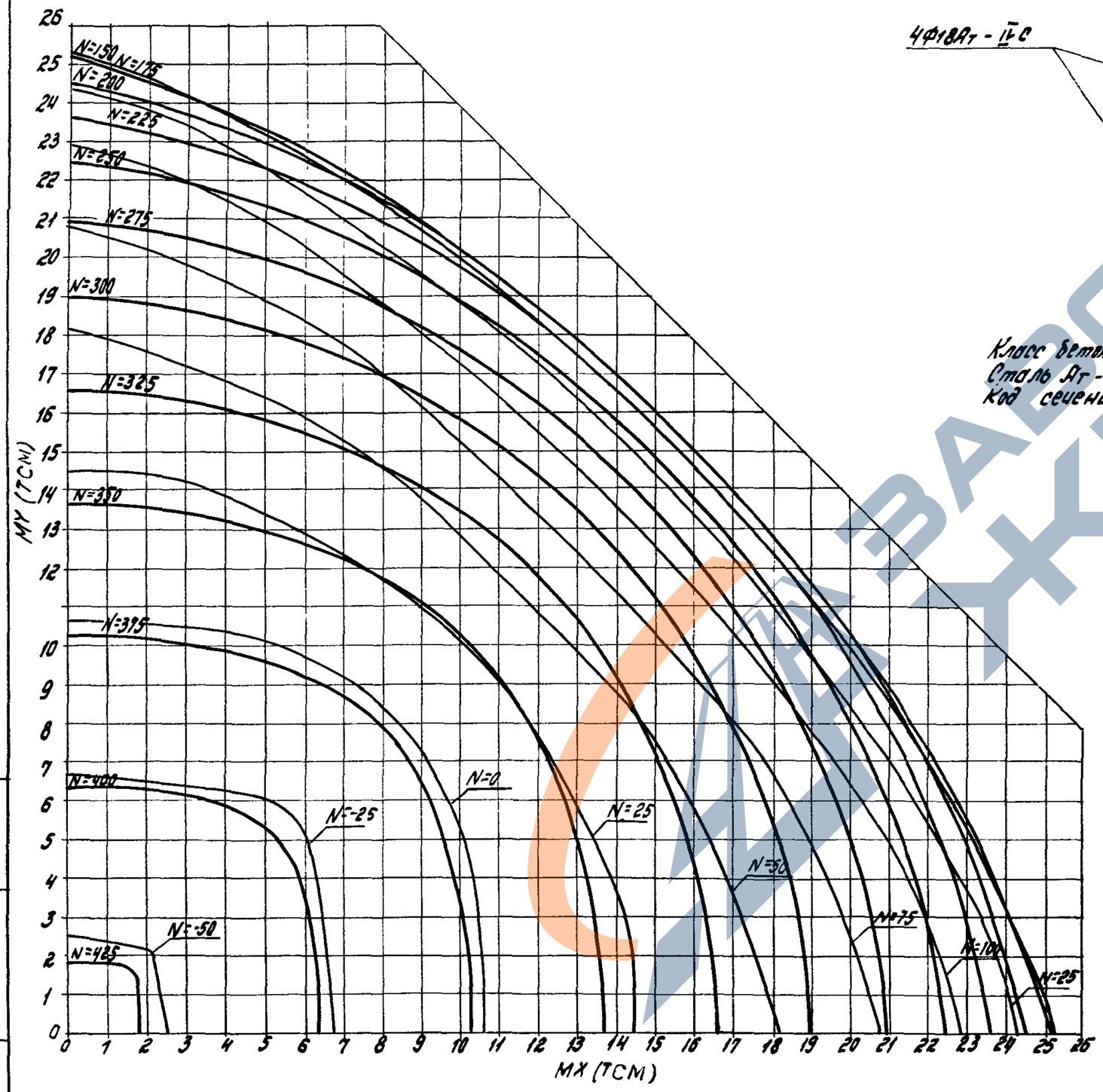


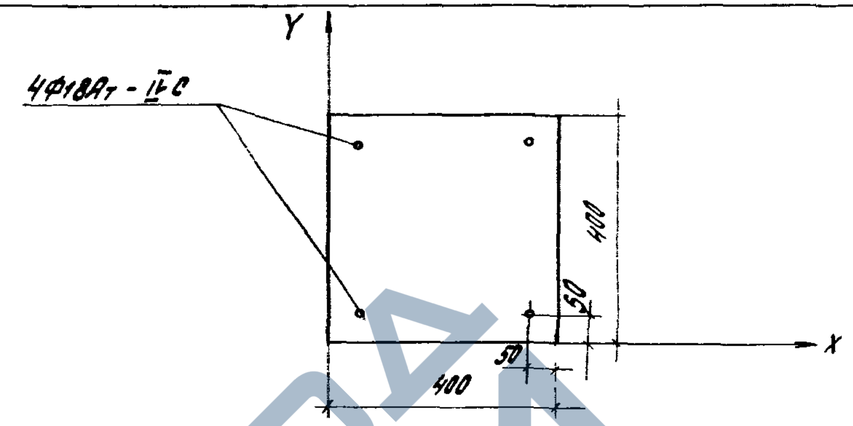


Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N

https://zavodjbi.com/

https://zavodjbi.com/





Класс бетона В40,0 (Rв=24,2МПа при учете γ_{b2} = 1,10)
Сталь Ат-IVС.
Код сечения - 106а

Инв.№подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

https://zavodjbi.com/