МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА РСФСР

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ПРАВИЛА

ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава VIII

КОНТРОЛЬ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ВСН 34/VIII-82

МИНТРАНСТРОЙ

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА РСФСР

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ПРАВИЛА

ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава VIII

КОНТРОЛЬ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ВСН 34/VIII-82

Минтрансстрой

Утверждены

Министерством транспортного строительства, Министерством Морского флота, Министерством рыбного хозяйства СССР, Министерством судостроительной промышленности, Министерством речного флота РСФСР, Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР в 1981 г.

Согласовано

Госстроем СССР от 27 июня 1980 г., № НК-3313-1

ВПТИТРАНССТРОЙ

Москва 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

Указания настоящей главы предназначены для руководства при осуществлении сплошного или выборочного контроля трещиностойкости предварительно-напряженных железобетонных элементов в процессе их изготовления.

Глава составлена с учетом опыта изготовления на заводах ЖБК трестов «Севзапморгидрострой», «Мурманскморстрой», «Балтморгидрострой», Ильичевского завода ЖБК предварительно-напряженных призматических свай, шпунта и свай-оболочек, контроль за трещиностойкостью которых осуществлялся неразрушающим способом.

Глава разработана Ленморниипроектом в соответствии с решением секции строительства портовых гидротехнических сооружений и секции технологии сборного железобетона и строительных деталей Технического совета Министерства транспортного строительства.

Неразрушающий метод контроля трещиностойкости бетона разработан канд. техн. наук А. А. Долинским.

Обобщение материалов, составление текста главы и приложений 4, 5, 6, 8, 9 произведены канд. техн. наук А. А. Долинским. Приложения 1, 2 составлены инженерами А. В. Никоновым и В. В. Соловьевой. Приложение 3 составлено инж. Б. М. Вульфсоном, приложение 7—инж. Д. В. Рахмилевичем.

Контрольно-измерительная аппаратура визуального контроля разработана канд. техн. наук А. А. Долинским, инженерами Н. И. Бедризовым, Д. В. Рахмилевичем, автоматического контроля—канд. техн. наук А. А. Долинским, инженерами В. Г. Гореликом, А. М. Райнусом.

Во внедрении метода контроля трещиностойкости принимали участие инженеры Е. С. Князев (Ленморниипроект), А. Я. Балибардин, А. С. Заруцкий, А. Ф. Рыбалко, О. В. Храповицкий (трест «Севзапморгидрострой»), канд. техн. наук А. С. Бакланов (трест «Мурманскморстрой»), инж. Л. Э. Левин (Ильичевский завод железобетонных конструкций), канд. техн. наук Н. И. Бурин, инж. В. М. Степаненко (трест «Балтморгидрострой»).

Настоящая глава рассмотрена и одобрена гидротехнической секцией НТС Ленморниипроекта, техническими советами Ленгипроречтранса, Ленгипрорыбпрома, треста «Севзапморгидрострой», секцией строительства портовых и гидротехнических сооружений и секцией технологии сборного железобетона и строительных деталей Технического совета Министерства транспортного строительства.

Технический эксперт Галлер Л. Н.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: 198035, Ленинград, Л-35, Межевой канал, д. 3, корп. 2, Ленморниипроект.

Директор Ленморниипроекта А. Ф. ПАРФЕНОВ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящая глава предусматривает осуществление сплошного или выборочного контроля трещиностойкости предварительно-напряженных железобетонных элементов портовых гидротехнических сооружений, армированных симметричной арматурой, предварительное натяжение которой производится на упоры.

1.2. Контроль и оценка трещиностойкости элементов производится статистическим методом в целях обеспечения соответствия среднего момента трещинообразования требуемому. Средний и требуемый на производстве моменты трещинообразования определяются в соответствии с пп. 3.2 и 3.3 настоящей главы ВСН.

1.3. Частные значения момента трещинообразования, необходимые для осуществления статистического контроля, определяются по величинам эффективного напряжения в арматуре по номограммам, помещенным в приложениях 1, 2.

Примечание. В приложениях 1, 2 помещены номограммы для призматических свай, шпунта и свай-оболочек. Номограммы для элементов, армированных симметричной арматурой иных сечений, могут быть построены в соответствии с методикой, изложенной в приложении 3.

Внесены Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта ММФ и Главморстроем Минтрансстроя	Утверждены Министерством транспортного строительства, Министерством морского флота, Министерством рыбного хозяйства СССР, Министерством судостроительной промышленности, Министерством речного флота РСФСР, Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР в 1981 г.	Срок введения в действие 1 июня 1982 г.

1.4. За эффективное напряжение σ_0 принимается среднее значение установившегося напряжения в арматуре после всех потерь, происходящих до обжатия бетона, определяемое с помощью аппаратуры контроля по технологической карте.

1.5. Технологические карты служат основанием для составления паспорта на железобетонные предварительно-напряженные элементы (приложение 4).

1.6. В целях предотвращения появления продольных трещин в железобетонных элементах рекомендуется осуществлять контроль за степенью обжатия бетона.

1.7. За степень обжатия бетона принимается отношение эффективного обжатия $\sigma_{б.п}$ к передаточной прочности бетона R_0, определяемой к моменту передачи усилия натяжения арматуры на бетон по результатам испытаний образцов в соответствии с ГОСТ 10180—74.

1.8. Эффективная величина обжатия бетона определяется по формуле

$$\sigma_{б.п} = \frac{\mu}{1 + n\mu}\sigma_0, \qquad (1)$$

где μ—коэффициент армирования, равный отношению площадей поперечного сечения напряженной арматуры и бетона;

n—отношение соответствующих модулей упругости арматуры $E_а$ и бетона $E_б$, определяемое на момент передачи усилия натяжения арматуры на бетон.

1.9. Модуль упругости бетона допускается определять по графику, приведенному на рис. 1.1, по величине прочности бетона, определяемой испытанием стандартных кубов. Модуль упругости арматуры E из стали класса А-III, А-IIIв и А-IV принимается равным $2 \cdot 10^5$ МПа ($2 \cdot 10^6$ кгс/см^2).

1.10. На стендах, оборудованных клиновыми устройствами для плавной передачи усилия натяжения арматуры на бетон, модуль упругости бетона на сжатие рекомендуется определять по формуле

$$E_б = \mu\left(\frac{\sigma_0}{\varepsilon} - E_а\right), \qquad (2)$$

где ε — относительная деформация элемента, измеренная деформометрами клиновых устройств в момент передачи усилия напряженной арматуры на бетон (приложение 7).

1.11. Сжимающие напряжения в бетоне в стадии предварительного обжатия не должны превышать величин (в долях от передаточной прочности бетона R_0), указанных в табл. 6 главы СНиП II-21—75, а для элементов, погружаемых в грунт забивкой, степень обжатия бетона не должна превышать 0,4.

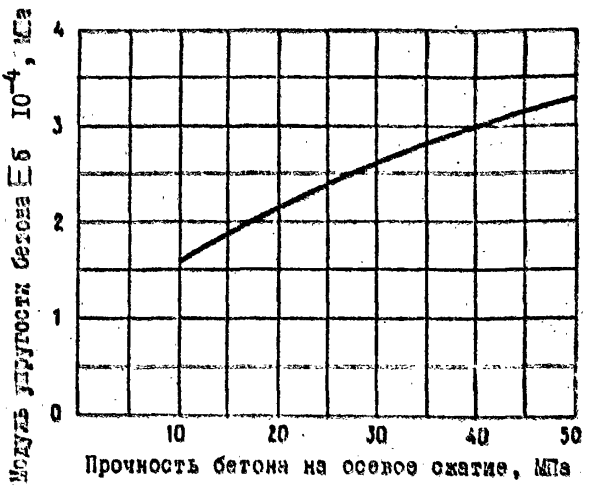


Рис. 1.1. График зависимости модуля упругости бетона от его прочности на осевое сжатие

1.12. В целях избежания образования продольных трещин в элементах передачу усилия натяжения арматуры на бетон рекомендуется осуществлять ступенями по мере нарастания его прочности в период твердения; при этом минимальное значение передаточной прочности бетона R_0 назначается не ниже 40% от проектной марки, а степень обжатия бетона для этой и каждой последующей ступени не должна превышать значений, указанных в табл. 6 главы СНиП II-21—75.

Примечание. Номенклатура изделий, для которых допускается передача усилия натяжения арматуры на бетон в процессе его твердения, должна быть согласована с проектной организацией.

1.13. Прочность бетона на момент отпуска изделий с завода должна определяться по результатам испытания стандартных образцов на сжатие.

1.14. Количество изделий, подвергаемых контролю по трещиностойкости, определяется в соответствии с п. 3.5 настоящей главы.

1.15. Приемка и паспортизация предварительно-напряженных элементов со стержневой арматурой осуществляется ОТК и заказчиком (или заводской инспекцией) с составлением ведомостей на испытания элементов и паспортов на партию изделий (см. приложение 4).

1.16. К работе с аппаратурой контроля допускаются работники ОТК, мастера, производители работ, начальники цехов и участков только после сдачи техминимума.

2. ПОРЯДОК ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО УПРОЧНЕНИЯ И НАТЯЖЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1. Натяжение рабочих стержней контролируется непосредственным измерением напряжений в стержнях приборами (приложение 5). Отклонение среднего значения напряжения арматуры от заданного проектом должно быть не более $\pm 5\%$, а отклонения напряжения отдельных стержней от среднего значения не более $\pm 10\%$.

2.2. Упрочнение и натяжение стержневой арматуры класса А-III рекомендуется производить групповым способом в каркасах. Процесс упрочнения и натяжения арматуры должен включать:

групповое натяжение рабочих стержней в каркасе до напряжения, равного 0,1—0,15 от нормативного сопротивления $R_a^н$ арматуры, при котором выравнивают усилия в стержнях гайками тяговых болтов, установленных на опорной диафрагме;

контрольную вытяжку стержней до напряжения, равного 0,4—0,5 от нормативного сопротивления, для обмятия в захватах высадных головок и выпрямления погнутых стержней;

отпуск натяжения до напряжения, равного $(0{,}1—0{,}2)R_a^н$, и основное выравнивание усилий в стержнях до тех пор, пока отклонение от среднего значения не будет менее 10%;

групповое упрочнение и рабочее натяжение арматуры, при этом контроль ведется по датчику, усилие в котором равно или незначительно отличается от среднего значения.

Примечание. В случае применения индивидуально-группового способа натяжения арматуры операции по предварительному выравниванию усилий в стержнях не производятся.

2.3. По данным аппаратуры контроля составляются технологические карты, в которых записываются величины предварительного, рабочего и окончательного напряжений в арматурных стержнях $\sigma_{пр}$, σ_0^* и σ_0' (см. приложение 4).

Необходимо также производить запись напряжений в арматуре в процессе выдержки бетонной смеси, тепловой обработки и остывания бетона.

Примечание. При автоматической регистрации в цифровой форме истинных величин напряжений в стержнях арматуры и среднеарифметического значения напряжений для стержней, входящих в одно изделие, а также значений температуры, построение технологических карт не производится.

2.4. В процессе тепловой обработки и остывания бетона запись напряжений в стержнях, в целях установления величины σ_0, производится с интервалом в 1—2 часа в зависимости от режима обработки изделий.

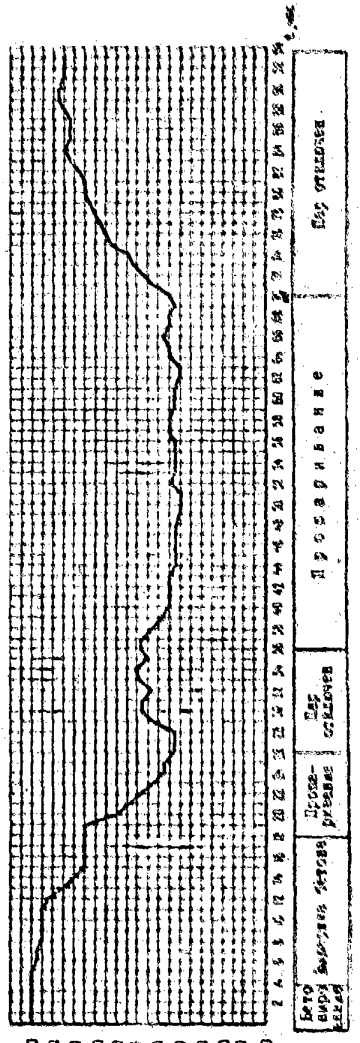


Рис. 2.1. Изменение среднего значения напряжений в арматуре в процессе тепловой обработки изделия

Примечание. В целях наглядности рекомендуется составление графиков, на которых также указываются этапы технологии изготовления изделий (рис. 2.1).

3. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

3.1. При оценке трещиностойкости изделий статистическим методом подлежат установлению требуемый на производстве $\overline{M}_{\text{т}}^{\text{т}}$ и средний $\overline{M}_{\text{т}}$ моменты трещинообразования, а также минимальное значение в процентах требуемого момента относительно нормируемого момента трещинообразования $M_{\text{т}}^{\text{т}}$.

3.2. Требуемый момент трещинообразования определяется по формуле

$$\overline{M}_{\text{т}}^{\text{т}} = \frac{M_{\text{т}}}{(1 - t\upsilon)m_{\text{т}}}, \qquad (3)$$

где $M_{\text{т}}$—момент, воспринимаемый сечением, нормальным к продольной оси элемента, при образовании трещин и определяемый в соответствии с главой СНиП II-56—77 по проектированию бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, величина которого указывается в проекте;

υ—изменчивость (коэффициент вариации) момента трещинообразования в контролируемой партии;

$m_{\text{т}}$—коэффициент условий работы, характеризующий точность натяжения арматуры;

t—полуширина доверительного интервала, выраженного в долях средней квадратичной ошибки, равная 1,64 для доверительной вероятности 0,95.

3.3. Коэффициент вариации υ вычисляется по формуле

$$\upsilon = \frac{\sqrt{\dfrac{\sum_{1}^{n} (M_{\text{т}i} - \overline{M}_{\text{т}})^2}{n-1}}}{\overline{M}_{\text{т}}}, \qquad (4)$$

где $\overline{M}_{\text{т}}$—среднее значение момента трещинообразования, определяемое по формуле

$$\overline{M}_{\text{т}} = \frac{M_{\text{т}1} + M_{\text{т}2} + M_{\text{т}3} + \ldots + M_{\text{т}i} + \ldots + M_{\text{т}n}}{n}, \qquad (5)$$

где $M_{т1}, M_{т2} \ldots M_{тi} \ldots M_{тn}$ — частные значения момента трещинообразования, полученные с помощью аппаратуры контроля и номограмм;

n — число испытаний.

3.4. Коэффициент условий работы вычисляется по формуле

$$m_т = \frac{\sum_1^n \frac{\bar{\sigma}_{0(min)i}}{\bar{\sigma}_{0i}}}{n}, \qquad (6)$$

где $\bar{\sigma}_{0(min)i}$ — наименьшее из средних значений напряжений в арматуре, расположенной у рабочих граней элемента;

$\bar{\sigma}_{0i}$ — среднее значение напряжения во всей рабочей арматуре.

3.5. Необходимое число испытаний n, гарантирующее определение момента трещинообразования $\bar{M}_т$ с обеспеченностью (доверительной вероятностью) 0,95 и заданной точностью, вычисляют по формуле

$$n = \frac{t^2 v^2 N}{\rho^2 N + t^2 v^2}, \qquad (7)$$

где N — число изделий в партии;

ρ — точность определения момента трещинообразования, равная для основных сооружений первого класса 0,03, второго 0,04 и третьего класса 0,05.

Примечание. Таблица для определения числа необходимых испытаний изделий по трещиностойкости в зависимости от заданной точности и числа изделий в партии для доверительного интервала, равного 1,64, соответствующего обеспеченности 0,95, приведена в приложении 8.

3.6. Нормируемый момент трещинообразования $M_т^н$ определяется по формуле (3), в которой принимаются равными $t = 1{,}64$; $v = 0{,}135$ и $m_т = 0{,}9$ в соответствии с главами СНиП I 11-21-75 и СНиП I 11-56-77.

3.7. Требуемый на производстве момент трещинообразования $\bar{M}_т^т$, выраженный в долях от нормируемого момента $M_т^н$, указанного в проекте, не должен быть менее значения, определяемого по табл. 1 в зависимости от партионного коэффициента вариации и числа испытываемых в партии изделий.

3.8. В случаях, когда контроль трещиностойкости изделий

Таблица 1

Требуемый момент трещинообразования в партии в долях от нормируемого

Партионный коэффициент вариации v	$\bar{M}_1^T/M_T^T$ при n, равном			
	4	6	10	30 и более
0,05	0,83	0,83	0,82	0,81
0,06	0,85	0,85	0,84	0,83
0,07	0,87	0,87	0,86	0,85
0,08	0,90	0,89	0,89	0,87
0,09	0,92	0,92	0,91	0,89
0,10	0,95	0,94	0,94	0,91
0,11	0,98	0,97	0,96	0,93
0,12	1,01	1,00	0,99	0,96
0,13	1,04	1,03	1,02	0,99
0,14	1,07	1,06	1,05	1,02
0,15	1,11	1,10	1,08	1,05

производится без применения статистического метода, оценка трещиностойкости должна осуществляться в соответствии с ГОСТ 8829—77.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ И ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

4.1. Контроль и оценка однородности и прочности бетона при сжатии должны производиться с применением предусмотренного ГОСТ 18105—72 статистического метода в целях достижения постоянства принятой при расчете изделий обеспеченности нормативных сопротивлений бетона по прочности при сжатии. Изготовление и испытание контрольных образцов производятся по ГОСТ 10180—78.

4.2. Наряду с разрушающими методами определения прочности бетона могут применяться неразрушающие методы испытания бетона в конструкциях (элементах).

4.3. Допускается определение прочности в изделиях ультразвуковым импульсным методом в соответствии с ГОСТ 17624—78 и методом, позволяющим автоматизировать процесс измерения, основанным на определении статического модуля упругости по измеренным упругопластическим деформациям бетона, возникающим в момент передачи контролируемого усилия натяжения арматуры N_0 на бетон.

НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ И ШПУНТА

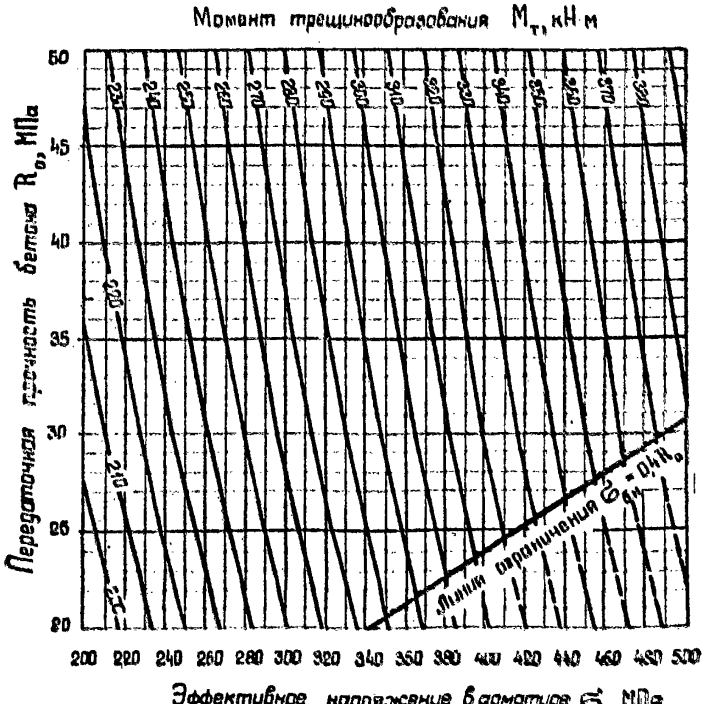


Рис. п. 1.1. Номограмма № 1 для шпунта сечением 45×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 28 мм из стали класса А-IIIв

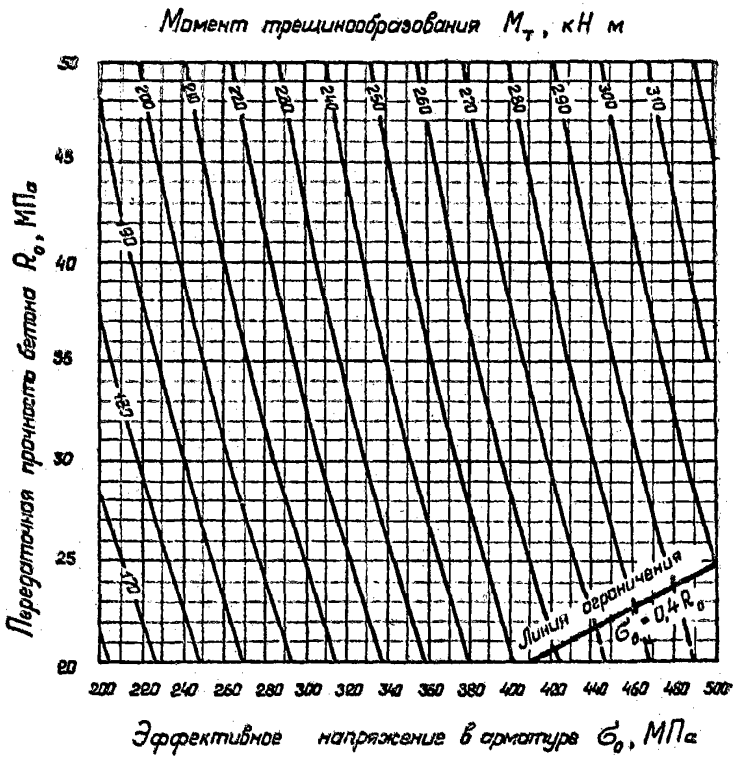


Рис. п. 1.2. Номограмма № 2 для шпунта сечением 45×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

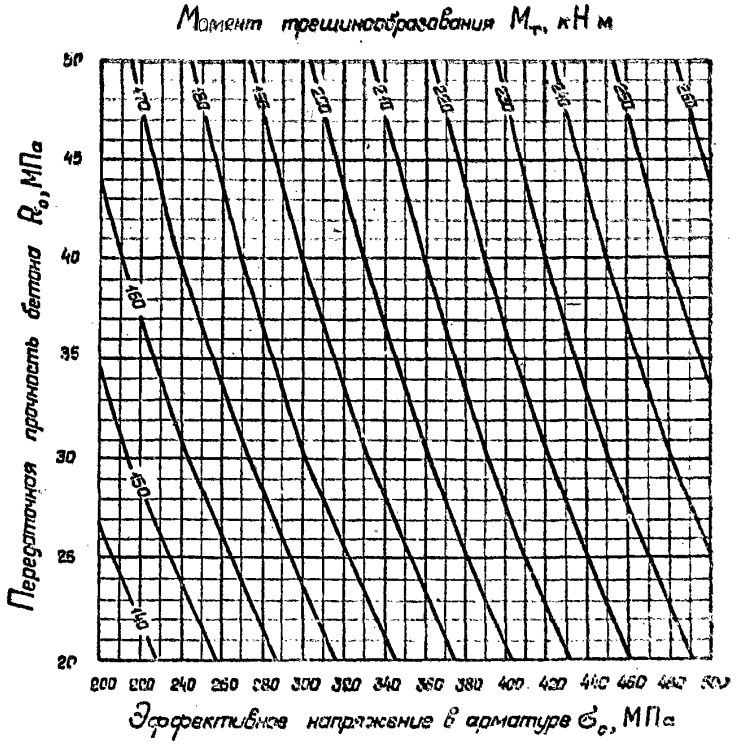


Рис. п. 1.3. Номограмма № 3 для шпунта сечением 45×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

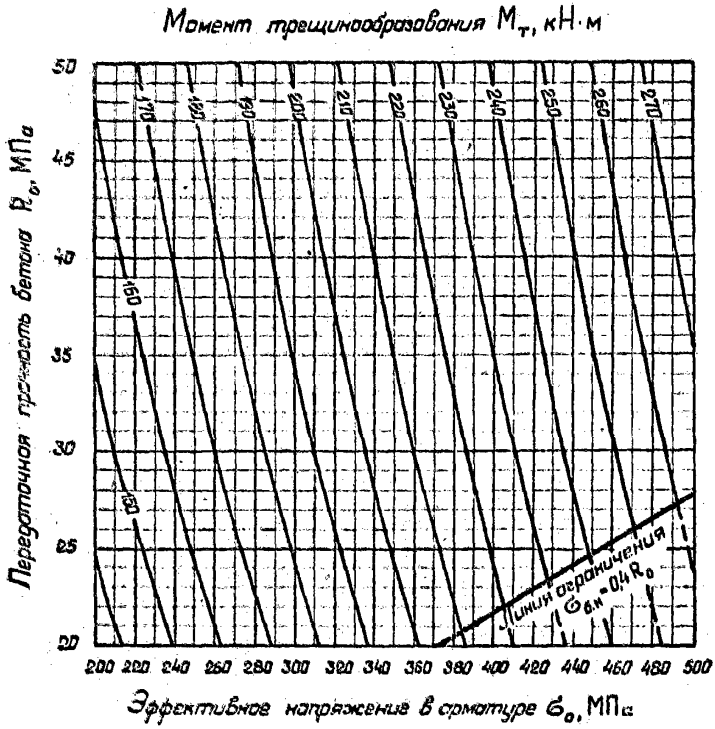


Рис. п. 1.4. Номограмма № 4 для шпунта сечением 40×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

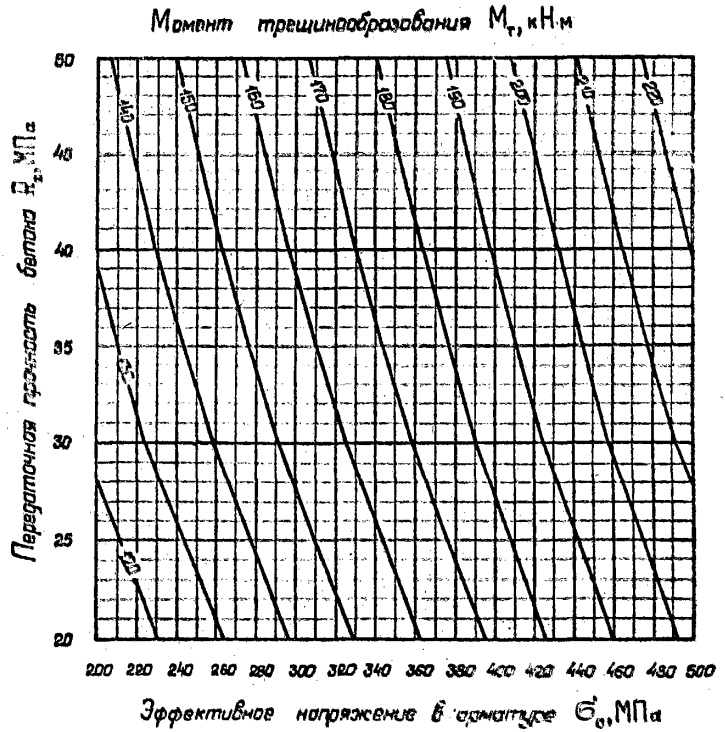


Рис. п. 1.5. Номограмма № 5 для шпунта сечением 40×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

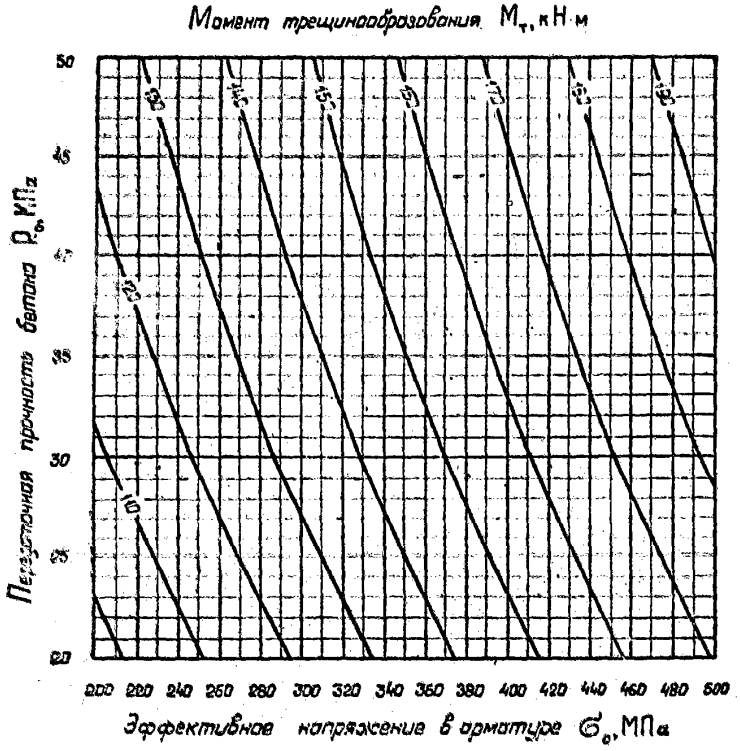


Рис. п. 1.6. Номограмма № 6 для щита сечением 40×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

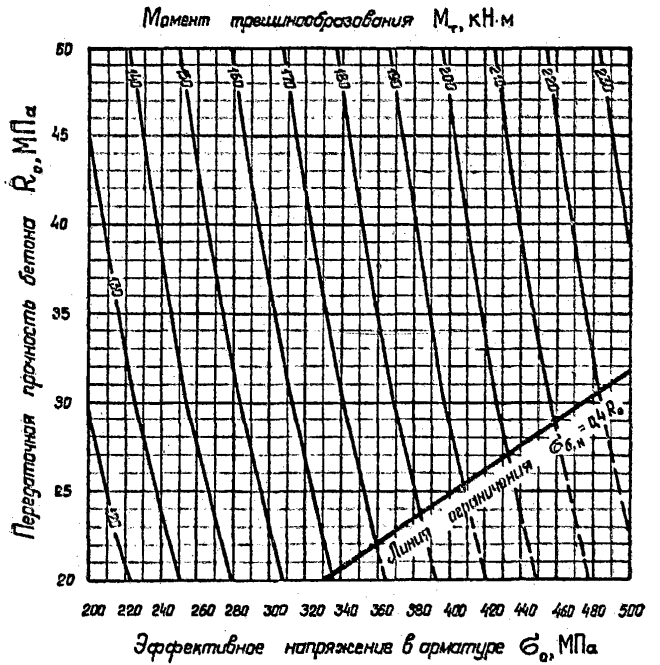


Рис. п. 1.7. Номограмма № 7 для шпунта сечением 35×30 см, армированного десятью стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

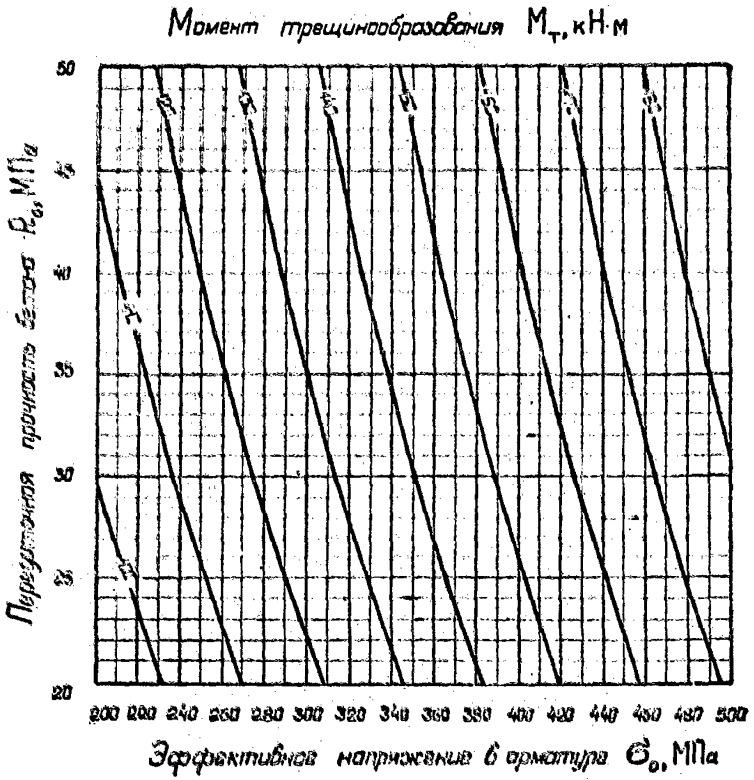


Рис. п. 1.8. Номограмма № 8 для шпунта сечением 35×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

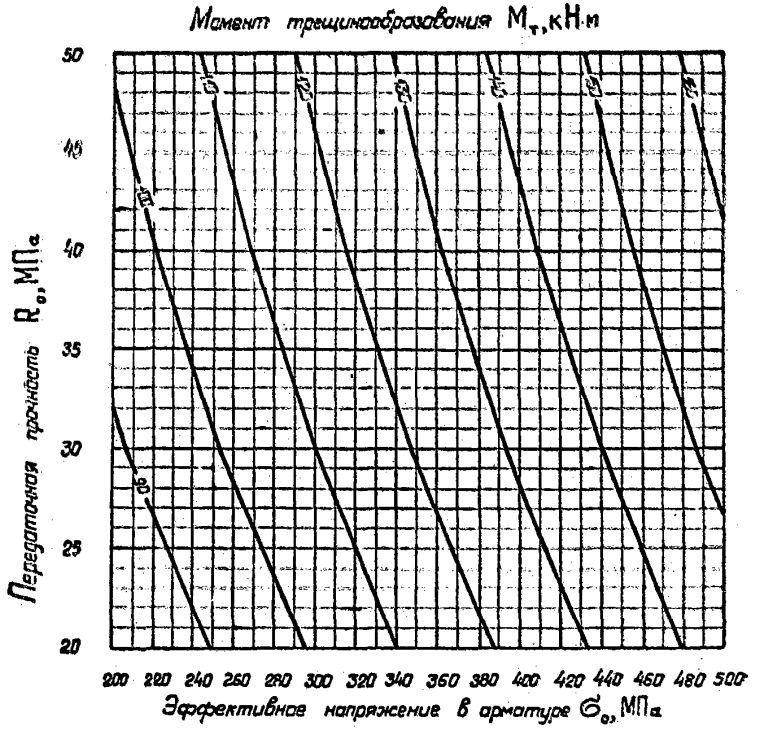


Рис. п. 1.9. Номограмма № 9 для шпунта сечением 35×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

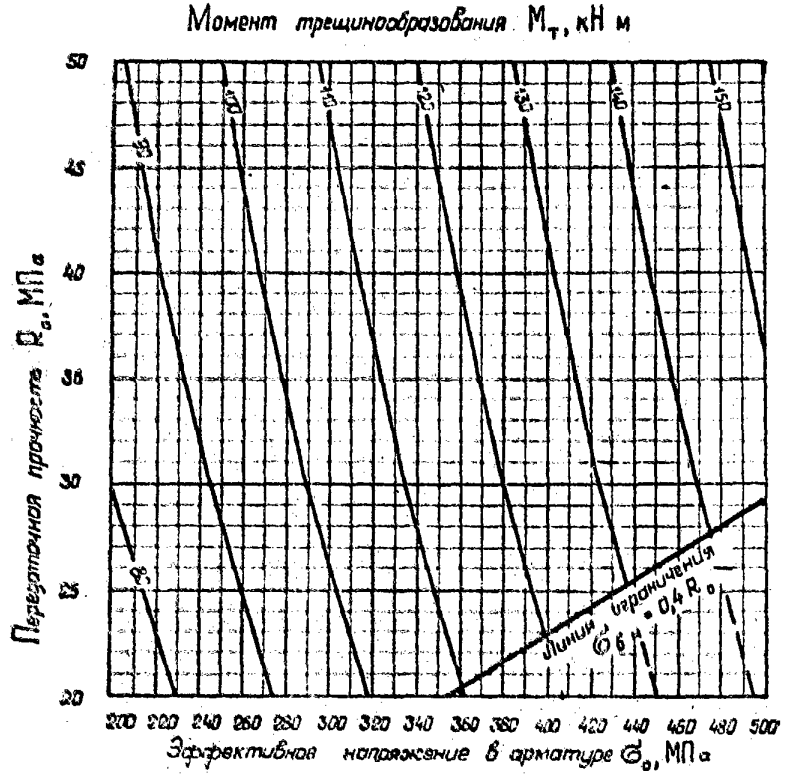


Рис. п. 1.10. Номограмма № 10 для изгиба сечением 30×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

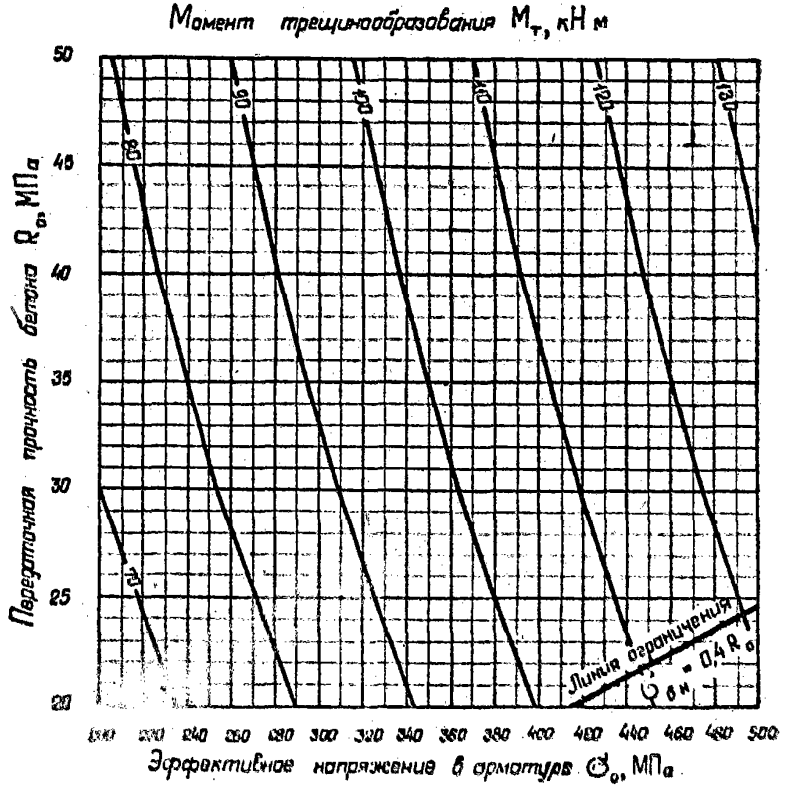


Рис. п. 1.11. Номограмма № 11 для шпунта сечением 30×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

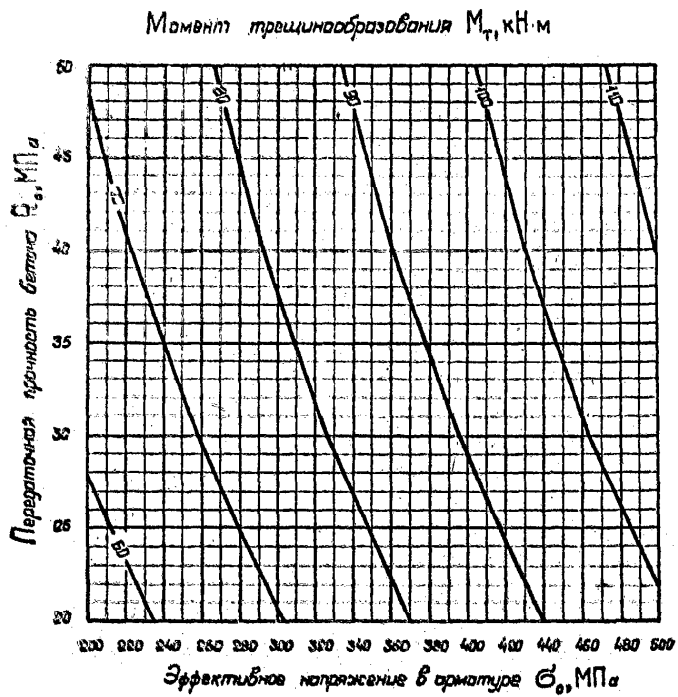


Рис. п. 1.12. Номограмма № 12 для шпунта сечением 30×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

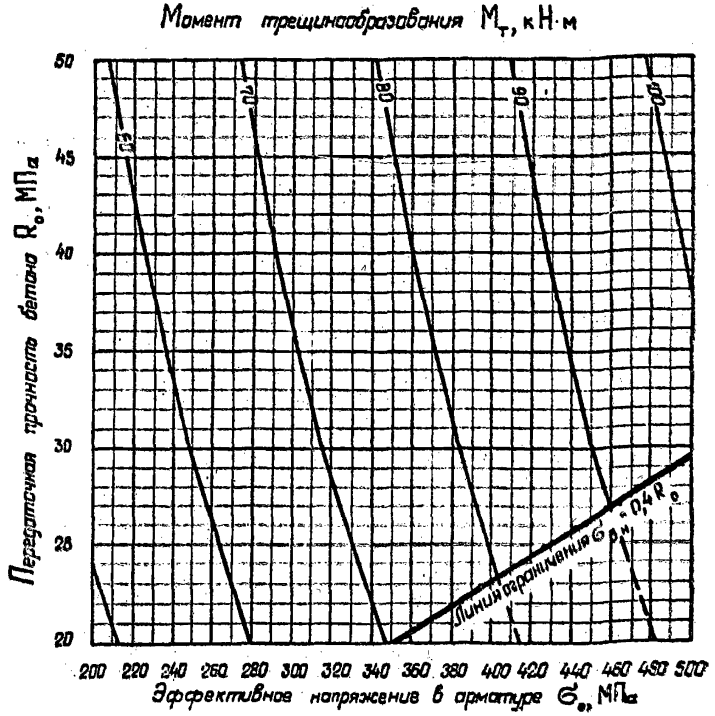


Рис. п. 1.13. Номограмма № 13 для шпунта сечением 25×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

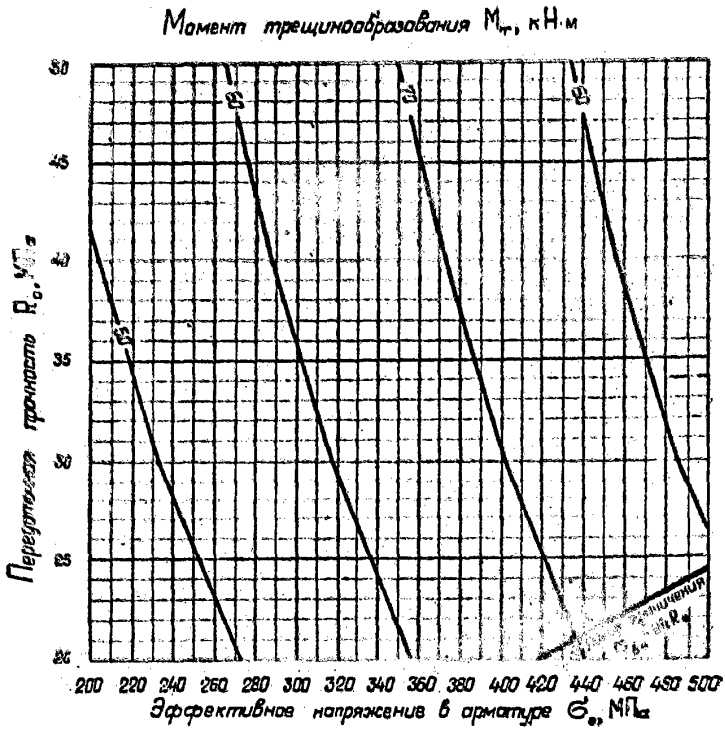


Рис. п. 1.14. Номограмма № 14 для шпунта сечением 25×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

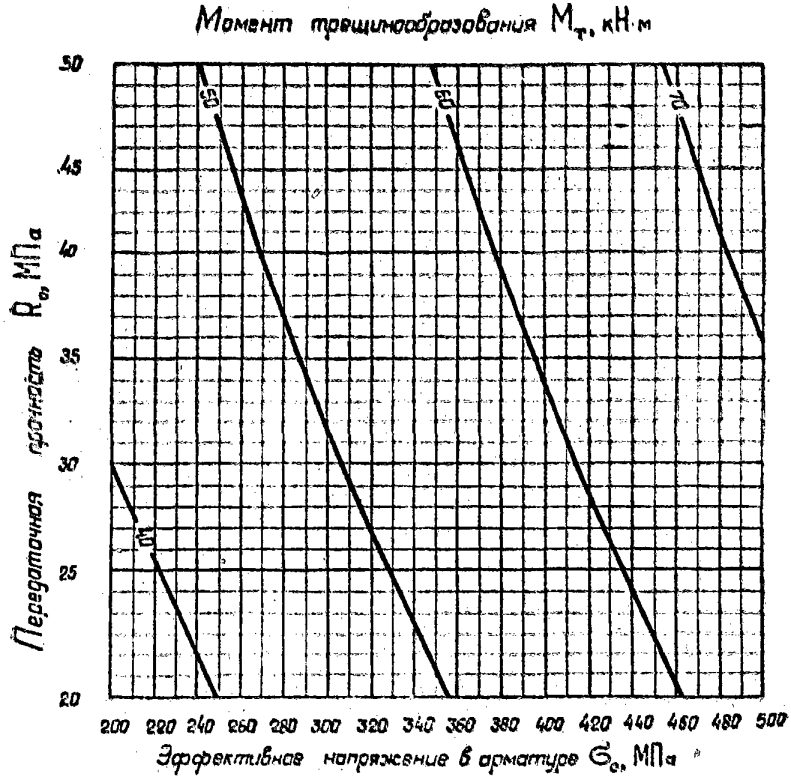


Рис. п. 1.15. Номограмма № 15 для шпунта сечением 25×50 см, армированного десятью стержнями диаметром 16 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

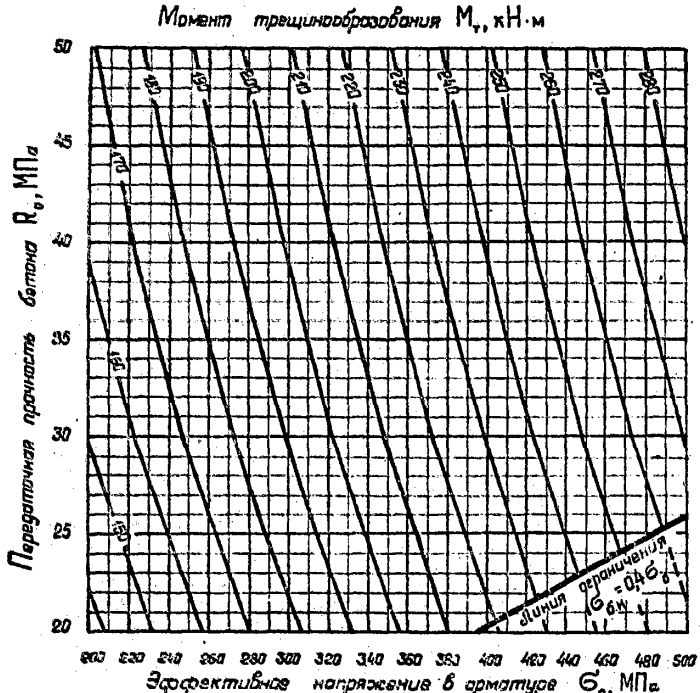


Рис. п. 1.16. Номограмма № 16 для свай сечением 45×45 см, армированной восемью стержнями диаметром 28 мм из стали класса А-IIIв

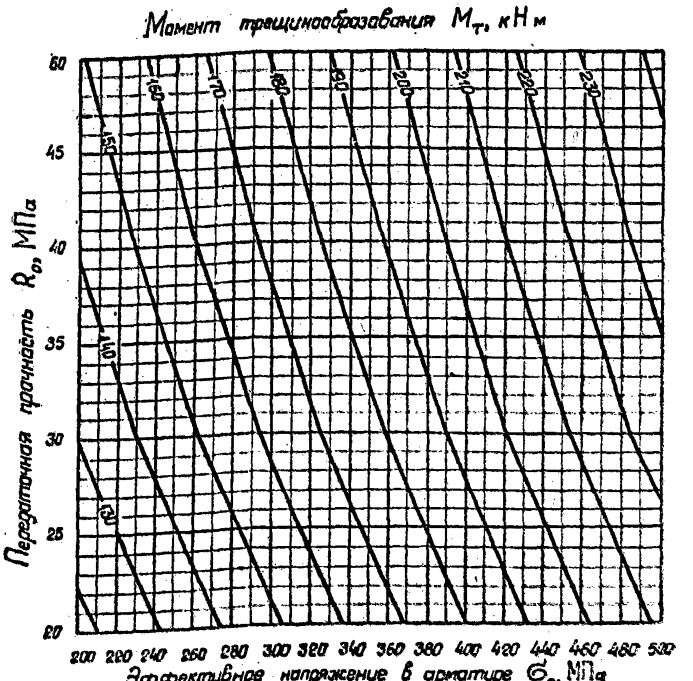


Рис. п. 1.17. Номограмма № 17 для свай сечением 45×45 см, армированной восемью стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

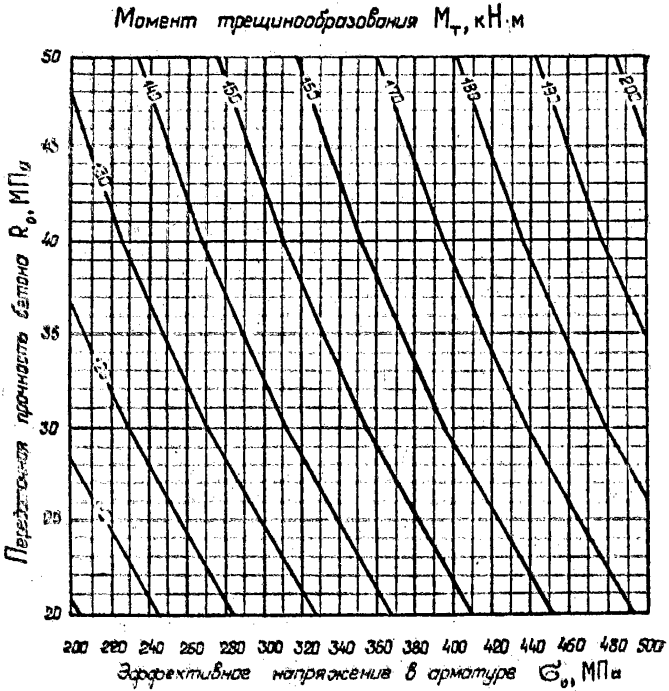


Рис. п. 1.18. Номограмма № 18 для свай сечением 45×45 см, армированной восемью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

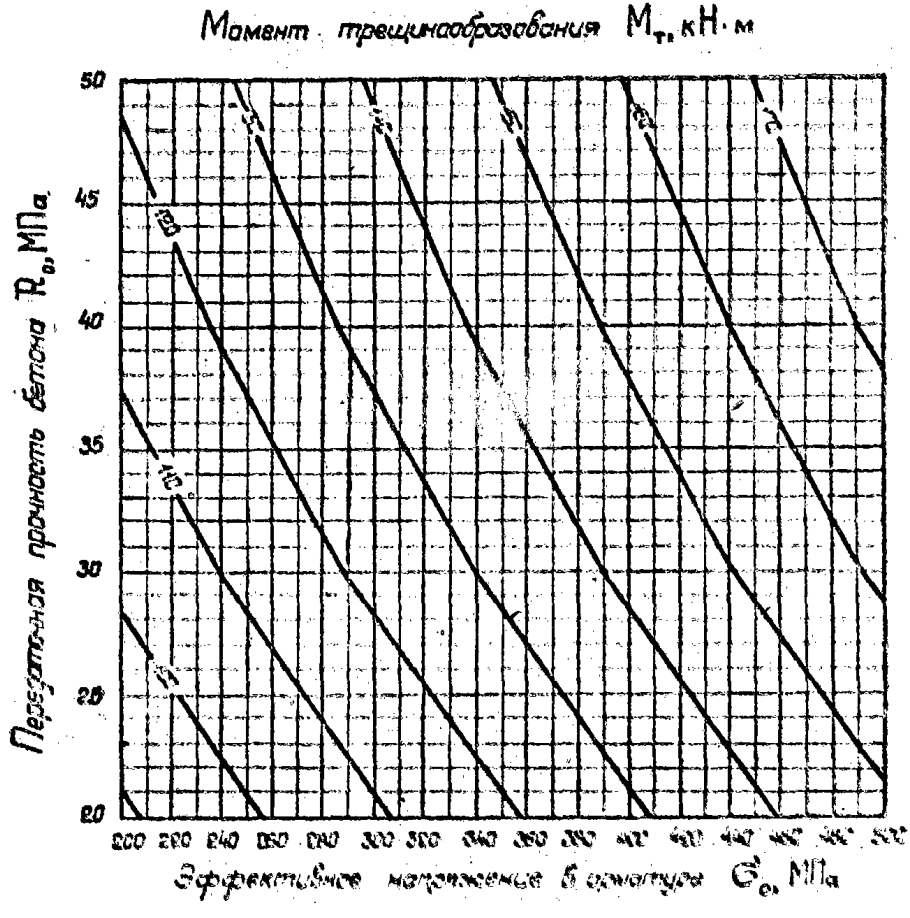


Рис. п. 1.19. Номограмма № 19 для свай сечением 45×45 см, армированной восемью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

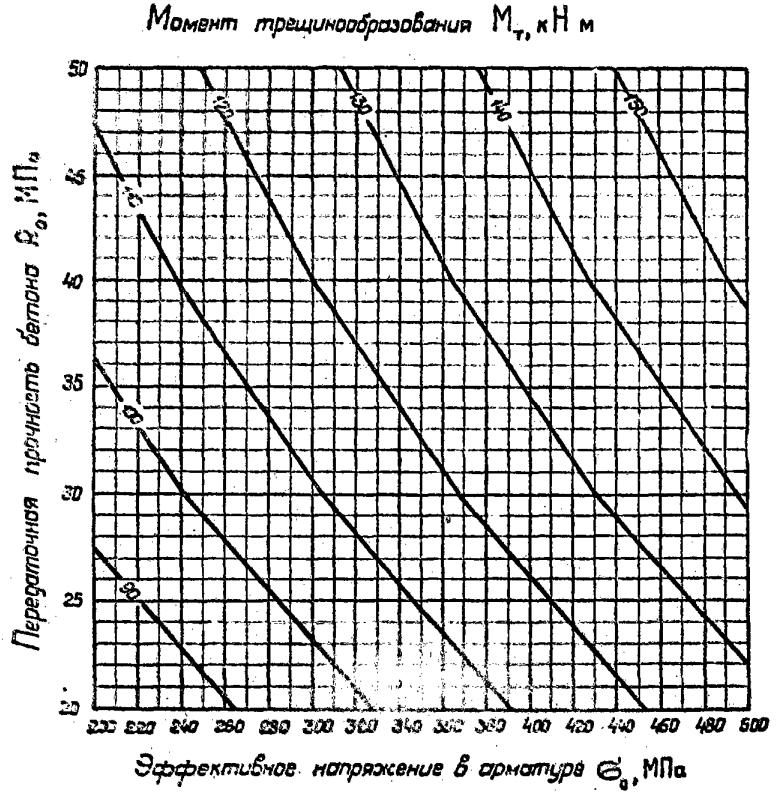


Рис. п. 1.20. Номограмма № 20 для свай сечением 45×45 см, армированной восемью стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

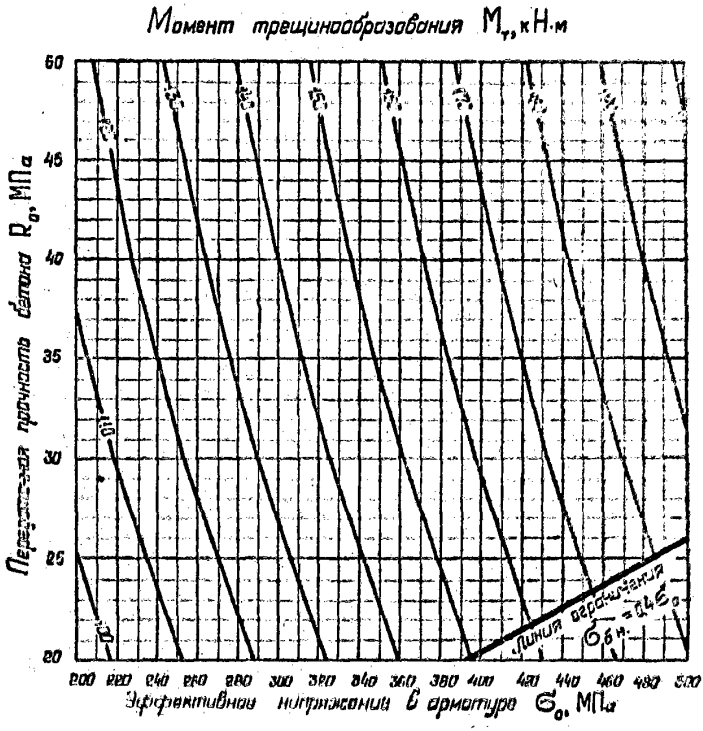


Рис. п. 1.21. Номограмма № 21 для свай сечением 40×40 см, армированной восемью стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

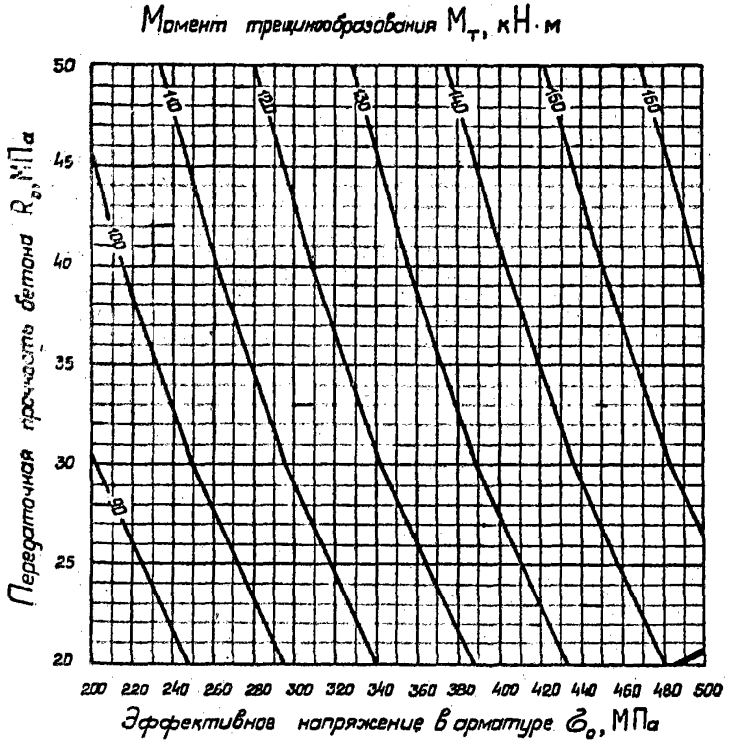


Рис. п. 1.22. Номограмма № 22 для свай сечением 40×40 см, армированной восемью стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

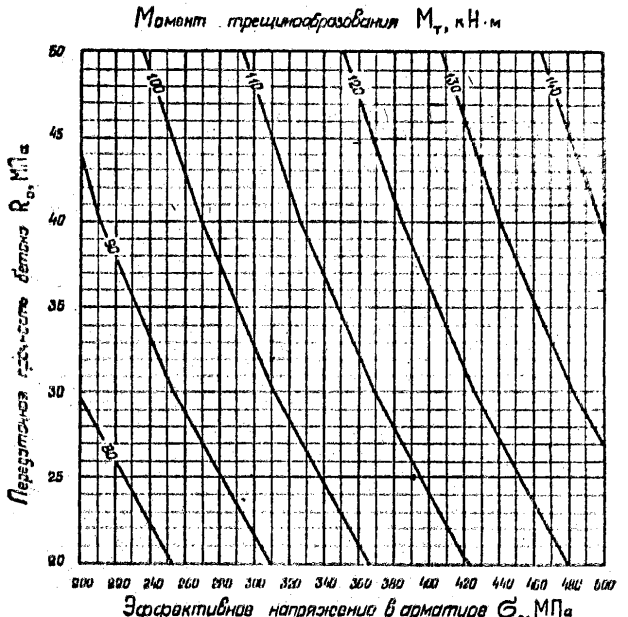


Рис. п. 1.23. Номограмма № 23 для сеток сечением 40×40 см, армированной восемью стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

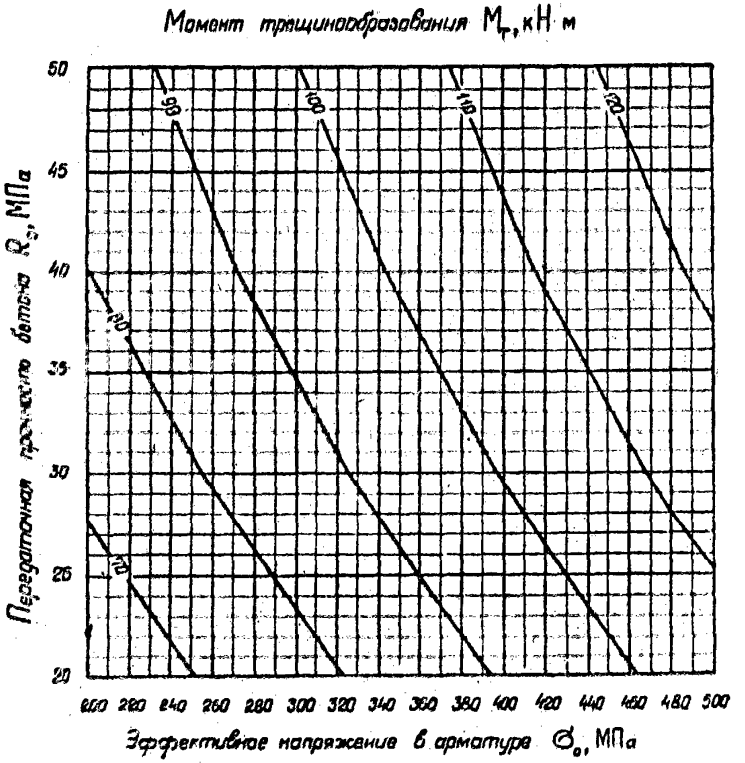


Рис. п. 1.24. Номограмма № 24 для свай сечением 40×40 см, армированной восемью стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

НОМОГРАММЫ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК

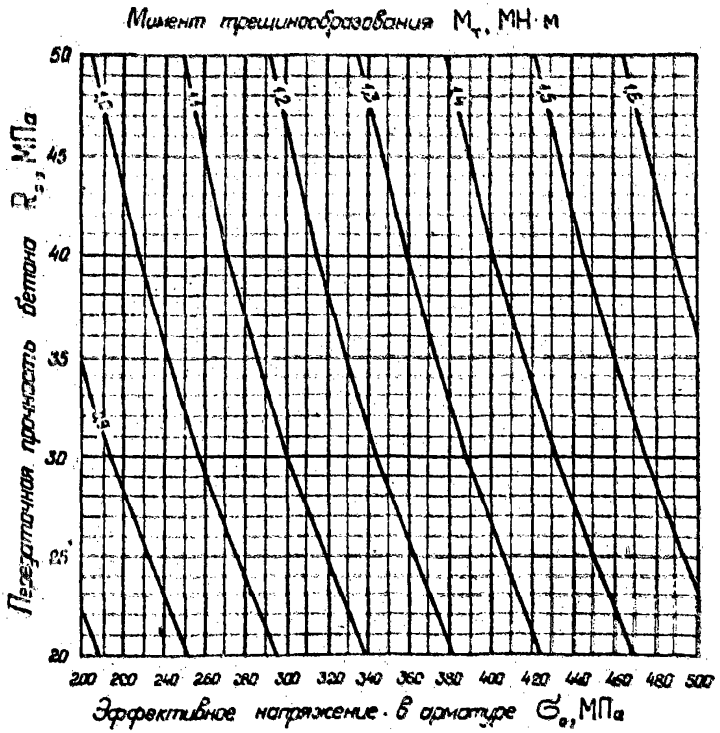


Рис. п. 2.1. Номограмма № 25 для свай-оболочки диаметром 1,2 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

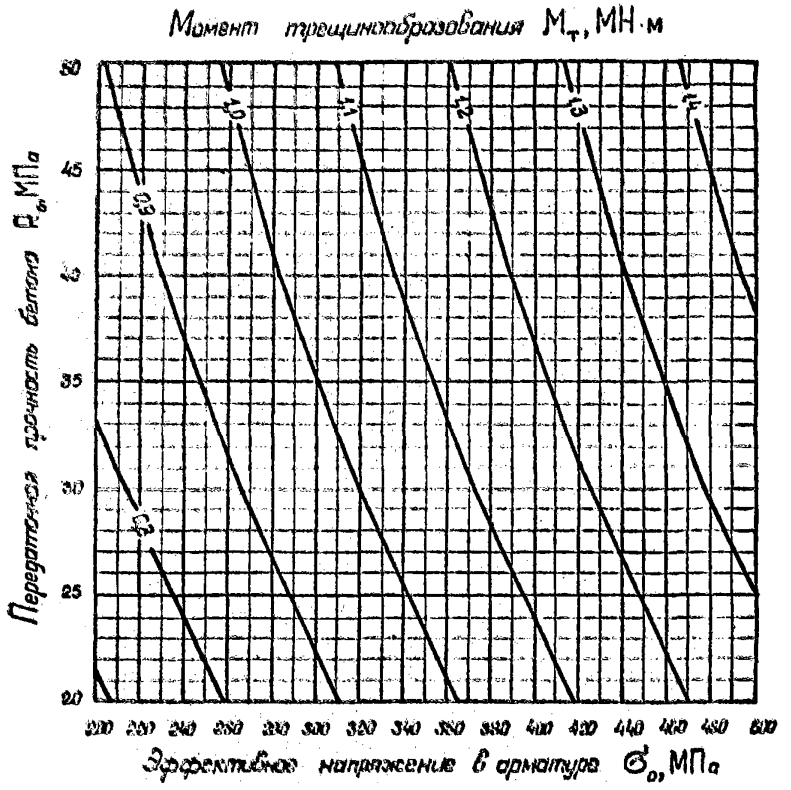


Рис. п. 2.2. Номограмма № 26 для свай-оболочки диаметром 1,2 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

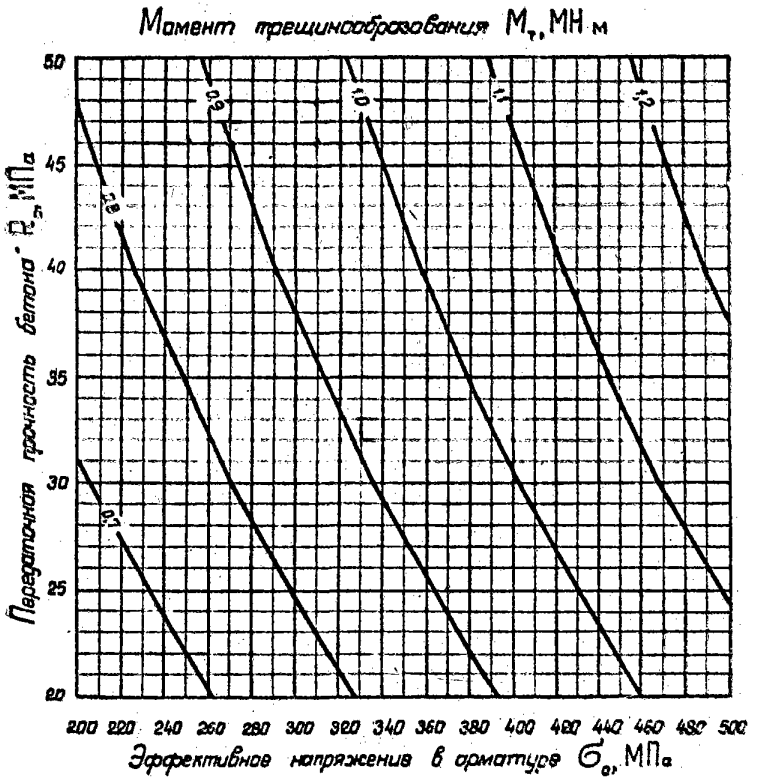


Рис. п. 2.3. Номограмма № 27 для свай-оболочки диаметром 1,2 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

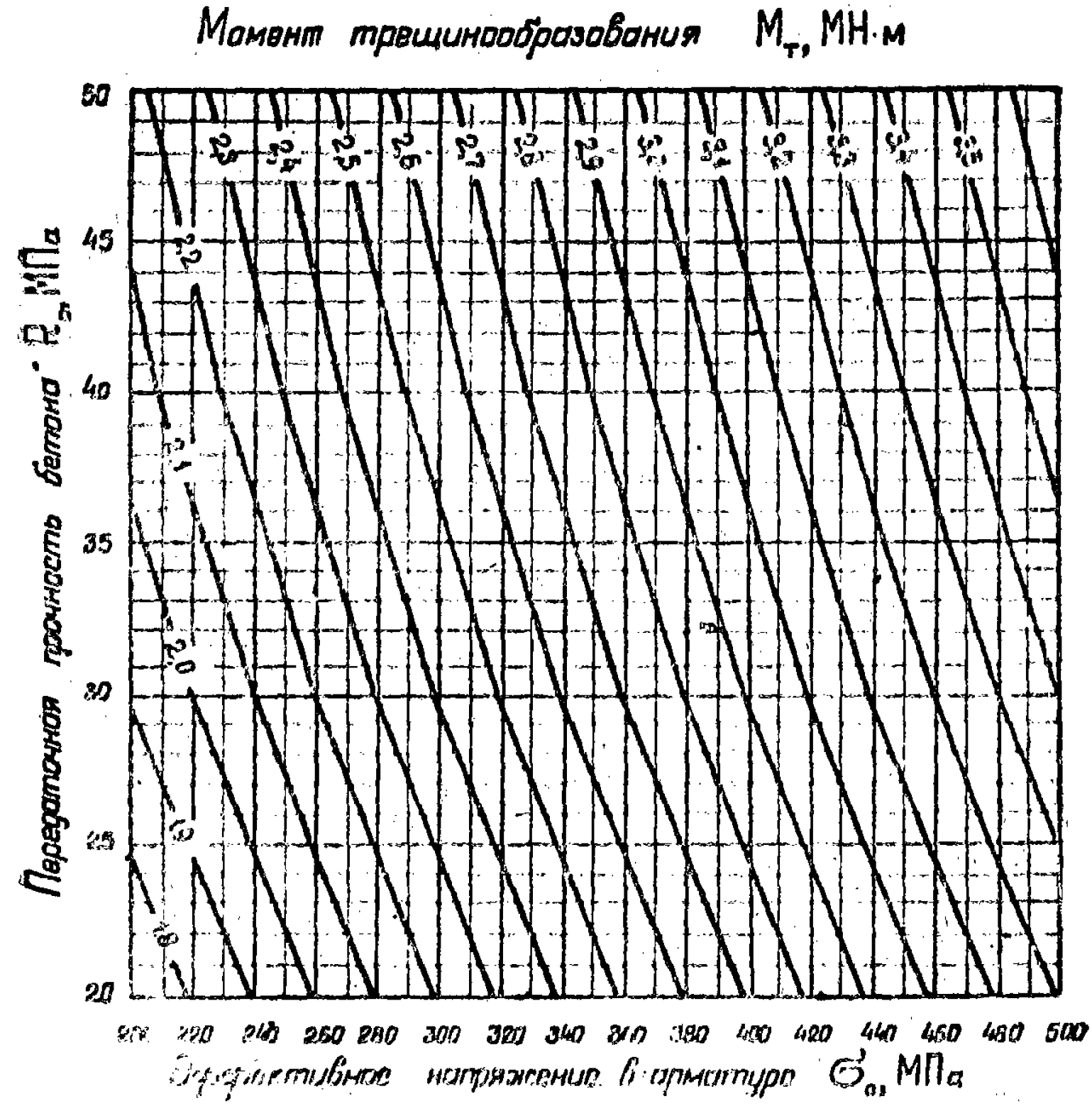


Рис. п. 2.4. Номограмма № 28 для сваи-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 28 мм из стали класса А-IIIв

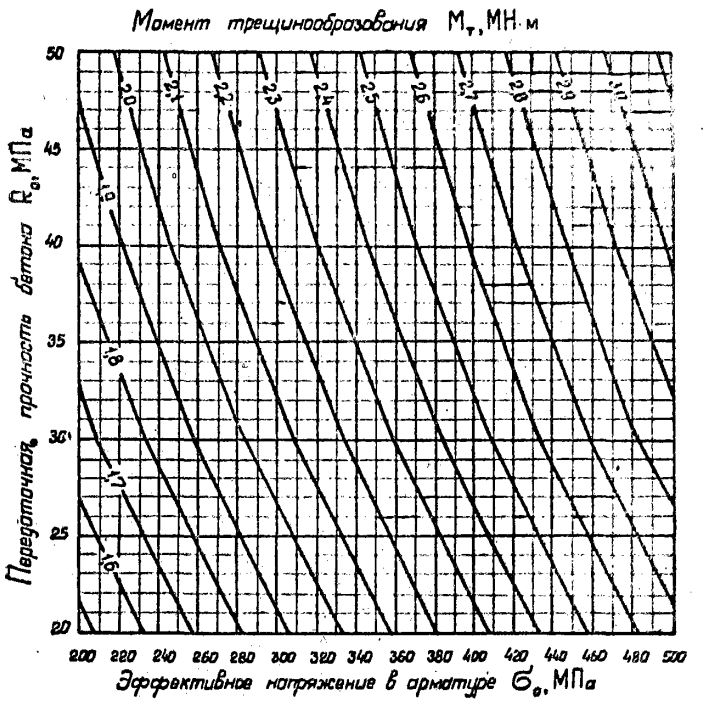


Рис. п. 2.5. Номограмма № 29 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

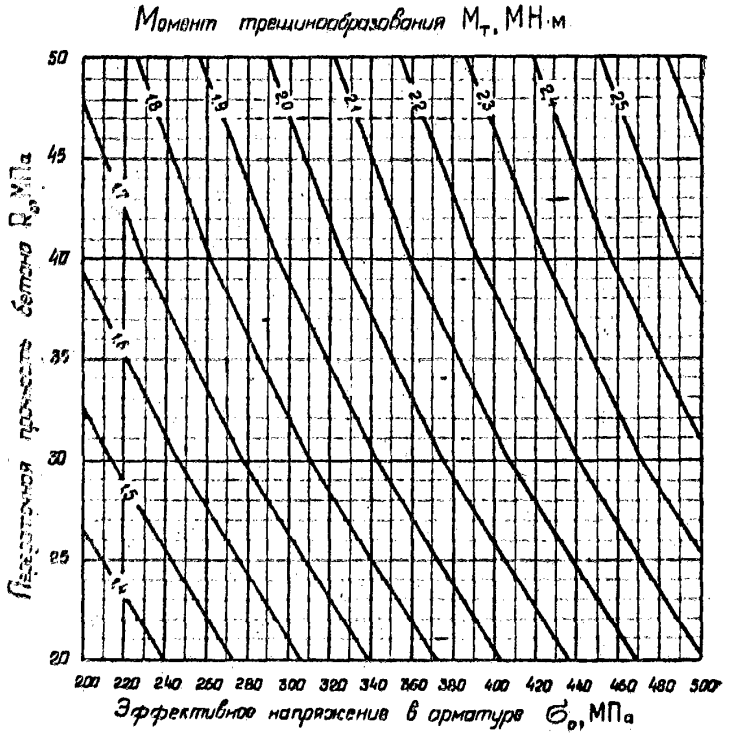


Рис. п. 2.6. Номограмма № 30 для сваи-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 22 м из стали класса А-IIIв или А-IV

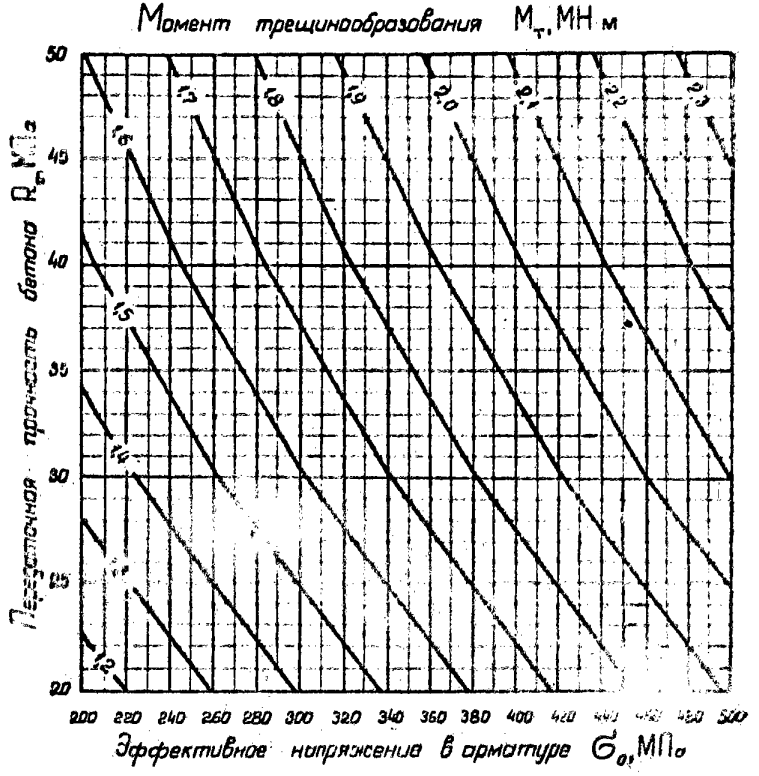


Рис. п. 2.7. Номограмма № 31 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

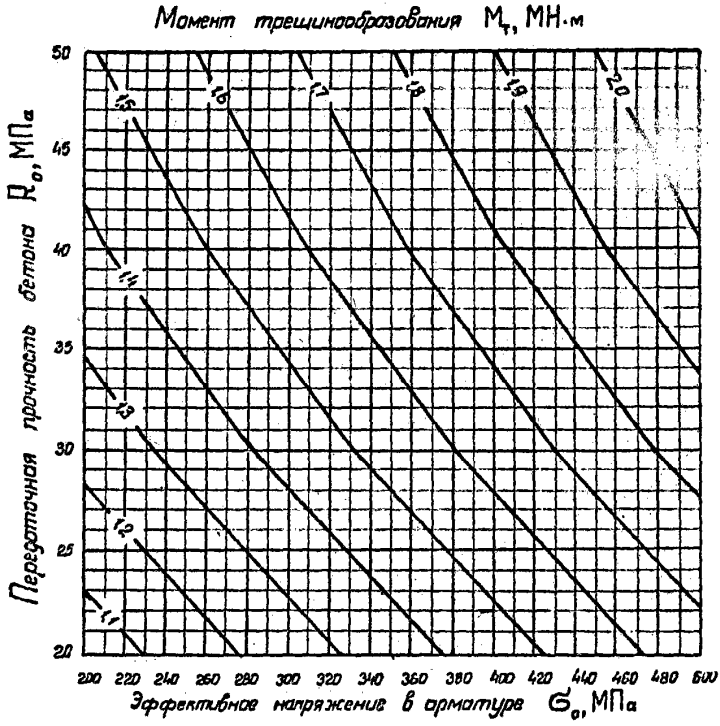


Рис. п. 2.8. Номограмма № 32 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

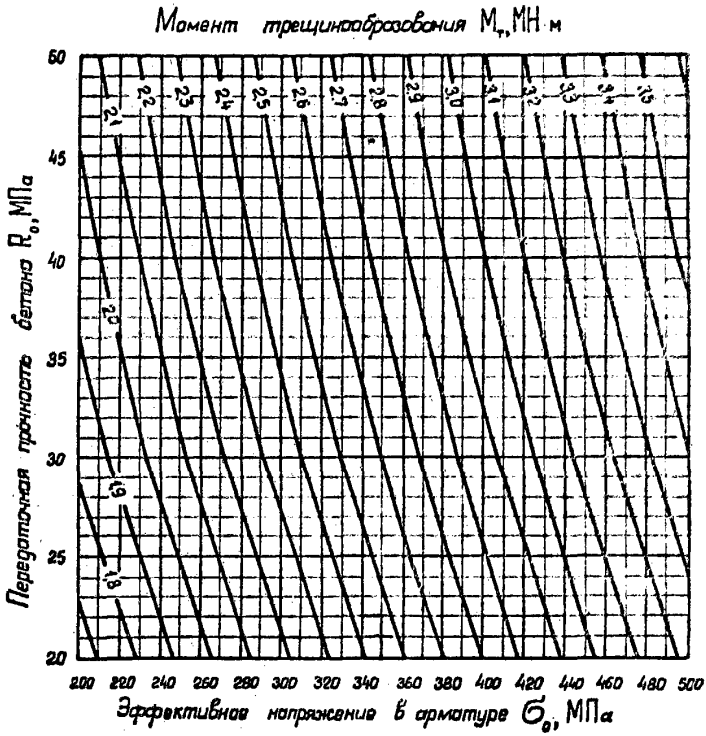


Рис. п. 2.9. Номограмма № 33 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 28 мм из стали класса А-IIIв

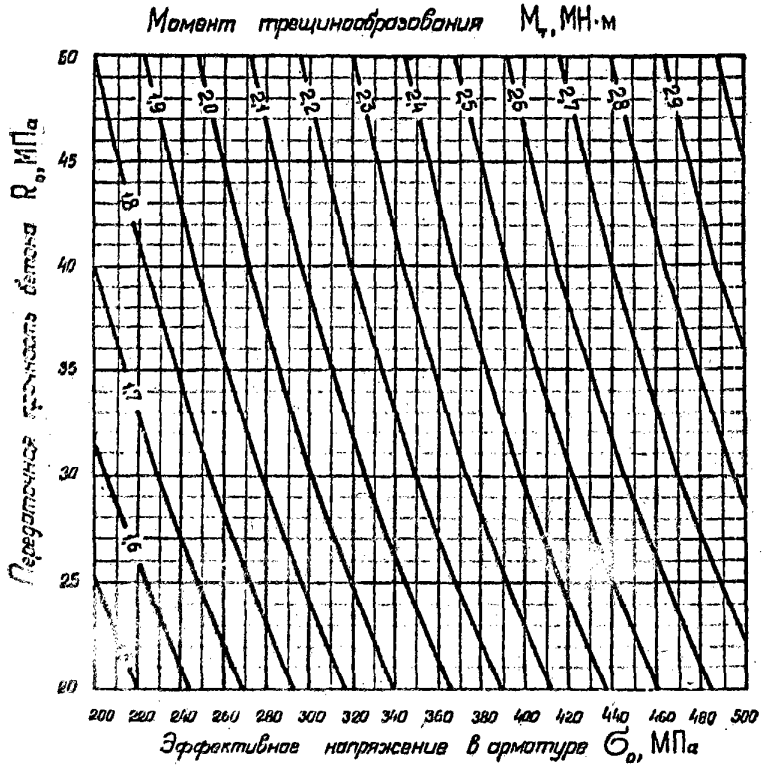


Рис. п. 2.10. Номограмма № 34 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 25 мм из стали класса А-IIIв

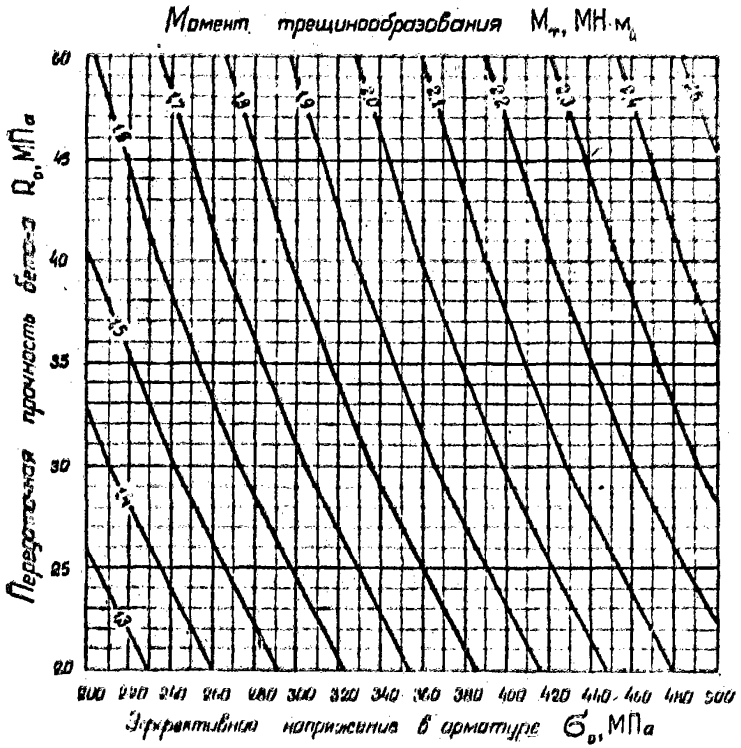


Рис. п. 2.11. Номограмма № 35 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 22 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

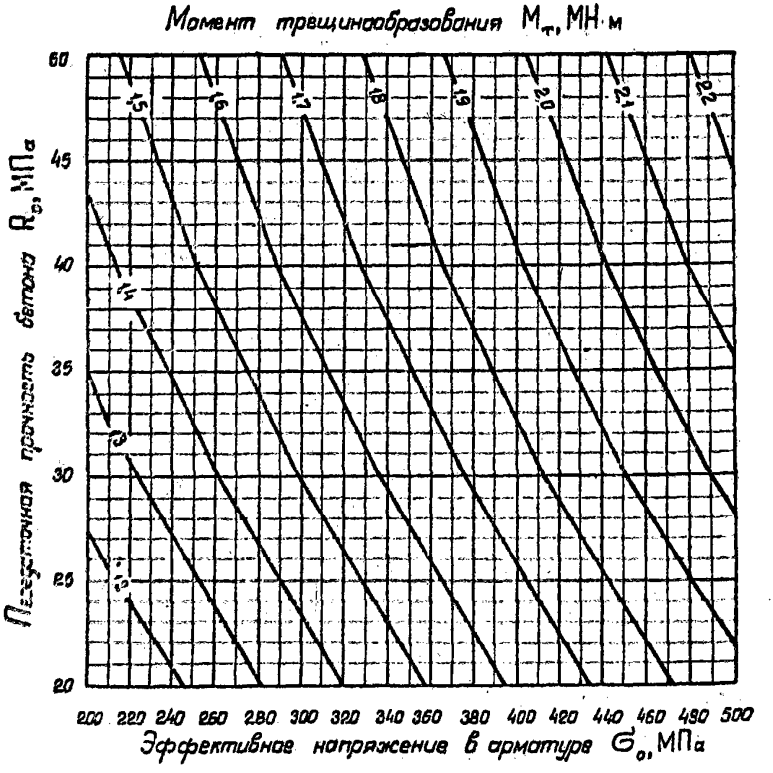


Рис. п. 2.12. Номограмма № 36 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 20 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

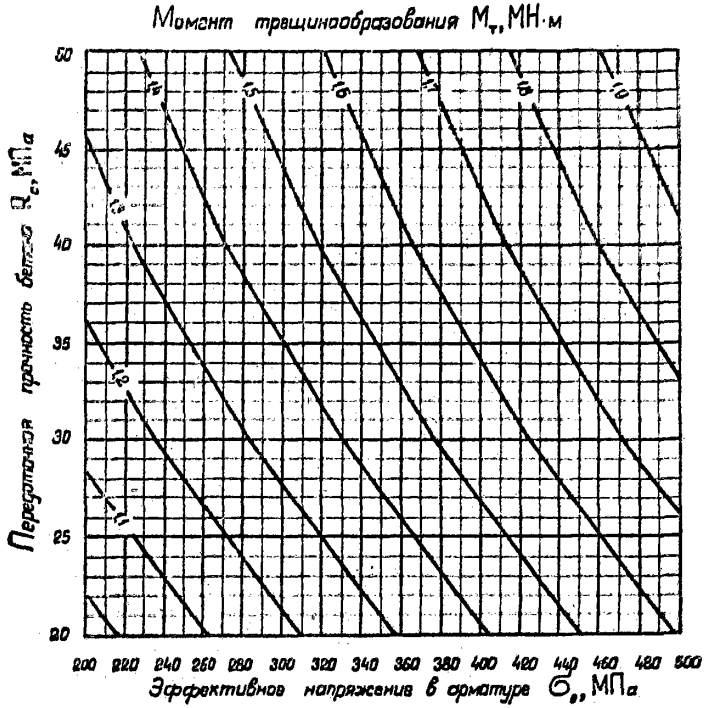


Рис. п. 2.13. Номограмма № 37 для свай-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 12 см, армированной 24 стержнями диаметром 18 мм из стали класса А-IIIв или А-IV

Приложение 3
Справочное

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ НОМОГРАММ

Для построения номограмм, помещенных в приложениях 1 и 2, используется формула (55) главы СНиП II-56—77, которая для элементов прямоугольного и кольцевого сечений соответственно с симметричной и равномерно распределенной по кольцу арматурой приведена к виду

$$M_т = m_h \gamma R_p W_п + \frac{\mu}{1 + n\mu} \sigma_0 W_п, \qquad (1)$$

где σ_0—эффективное напряжение в арматуре, определяемое в соответствии с п. 1.4 настоящих ВСН;

$R_p = 1{,}4R_{pII}$, а все остальные обозначения приняты в соответствии с главой СНиП II-56—77.

Для удобства построения номограмм формула (1) приводится к виду

$$\sigma_0 = \frac{1 + n\mu}{\mu}\left(\frac{M_т}{W_п} - 1{,}4R_{pII} m_h \gamma\right) \qquad (2)$$

Момент сопротивления приведенного сечения определяется по формуле

$$W_п = \frac{I_п}{h - y_c}, \qquad (3)$$

где $I_п$—момент инерции приведенного сечения;

h—высота сечения элемента;

y_c—расстояние от центра тяжести приведенного сечения до сжатой грани.

Для кольцевого сечения (оболочек) с равномерно распределенной по периметру арматурой при отношении $\frac{d}{D} \geqslant 0{,}8$

$$W_п = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}(1 + n\mu), \qquad (4)$$

где D, d—соответственно внешний и внутренний диаметры кольца.

Для квадратных сечений (свай) с симметричным армированием 8 стержнями

$$W_п = h^3\left[\frac{1}{6} + \frac{3}{8} n\mu(1 - 2\delta)^2\right], \qquad (5)$$

где $\delta = \frac{a}{h}$ (a—расстояние от центра тяжести арматуры до грани сечения).

Для прямоугольных сечений с пазом (шпунт) с симметричной арматурой, расположенной в один ряд,

$$W_п = bh^2\left[\frac{1}{6} + \frac{1}{2} n\mu(1-2\delta)^2\right] - \frac{b_п h_п^2}{6h}, \qquad (6)$$

где $b_п$, $h_п$—соответственно глубина и средняя ширина паза.

Пример построения номограммы для сваи-оболочки диаметром 1,6 м с толщиной стенки 15 см, армированной 24 стержнями диаметром 28 мм из арматурной стали класса А-IIIв:

$$F_а = 24 \times 6{,}16 = 147{,}8 \text{ см}^2;$$

$$F_б = 0{,}785(160^2 - 130^2) - 147{,}8 = 6681{,}7 \text{ см}^2;$$

$$\mu = \frac{F_а}{F_б} = \frac{147{,}8}{6681{,}7} = 0{,}022.$$

Для построения номограммы используются формулы:

$$a_0 = \frac{1+n\mu}{\mu}\left(\frac{M_т}{W_п} - m_h \gamma 1{,}4R_{pII}\right) = \frac{1+0{,}022n}{0{,}022}\left(\frac{M_т}{W_п} - 1{,}4R_{p(II)} m_h \gamma\right)$$

$$W_п = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}(1 + n\mu) = \frac{\pi(1{,}6^4 - 1{,}3^4)}{32 \times 1{,}6}(1 + 0{,}022n) = 0{,}226(1 + 0{,}022n),$$

$$m_h = 0{,}9 + \frac{10}{D} = 0{,}9 + \frac{10}{160} = 0{,}9625;$$

$$\gamma = 2 - 0{,}4\frac{d}{D} = 2 - 0{,}4\frac{130}{160} = 1{,}675.$$

Задаваясь маркой бетона, получаем формулы для определения a_0 в зависимости от $M_т$.

Например, для марки бетона «300»

$$R_p = 1{,}4R_{pII} = 1{,}4 \times 1{,}5 = 2{,}1 \text{ МПа } (21 \text{ кгс/см}^2) \quad n = 7{,}69,$$

$$W_п = 0{,}226(1 + 0{,}022 \times 7{,}69) = 0{,}264,$$

$$a_0 = \frac{1 + 0{,}022 \times 7{,}69}{0{,}022}\left(\frac{M_т}{0{,}264} + 0{,}9625 \times 1{,}675 \times 2{,}100\right) =$$

$$= 53{,}14\left(\frac{M_т}{0{,}264} - 3{,}386\right).$$

Задаваясь значениями $M_т$ через определенный интервал, например, 0,1 МН·м (10 тс·м), определяются значения σ_0, и на графике в осях R_0 и σ_0 откладываются точки соответствующих им значений $M_т$.

Например, при моментах трещинообразования 2,0; 2,1; 2,2; 2,3 МН·м (200; 210; 220; 230 тс·м) значения эффективных напряжений в арматуре соответственно равны 223; 243; 263; 283 МПа (2230; 2430; 2630; 2830 кгс/см²).

Аналогичным образом определяются значения σ_0 при других значениях момента трещинообразования и марок бетона.

Соединяя точки с одинаковыми значениями $M_т$, получаем требуемую номограмму.

На полученной номограмме наносим линию, ограничивающую зону образования продольных микротрещин.

Построение этой линии производится на основе уравнения

$$\sigma_{б.п} = \frac{\mu}{1+n\mu}\sigma_0,$$

откуда, решая его относительно σ_0, получаем

$$\sigma_0 = \frac{1+n\mu}{\mu}\sigma_{б.п}.$$

Принимая значения $\sigma_{б.п}=0{,}4R_0$ (верхняя зона области образования микротрещин) в пределах необходимого интервала марок бетона, находим значения соответствующих:

марке бетона «200» ($n=9{,}30$) соответствует $\sigma_0=438$ МПа (4380 кгс/см²);

марке бетона «300» ($n=7{,}69$) соответствует $\sigma_0=638$ МПа (6380 кгс/см²).

Нанеся полученные точки на график, соединяем их прямой линией.

ФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Технологическая карта

изготовления предварительно-напряженного шпунта сечением 30×45 см, длиной 22 м, армированного 10 стержнями Ø 28 из стали класса А-IIIв

№ арматурных стержней	Натяжение арматуры, МПа			Выдержка арматуры		Бетонирование		Выдержка бетона		Пропаривание								Остывание	
	σ_{tp}	σ_0''	σ_0'			начало	конец												
Время	15—00	15—30	16—00	17—00	18—00	19—00	19—40	20—00	21—00	22—00	24—00	2—00	4—00	6—00	8—00	10—00	12—00	13—00	14—00
1	80	525	530	515	518	523	512	515	510	500	495	490	475	470	465	451	452	460	475
2	120	575	575	560	570	575	570	570	568	557	535	515	505	475	465	469	480	490	505
3	130	580	575	565	570	575	565	563	555	553	550	535	525	510	510	499	495	502	515
4	100	555	550	535	540	550	542	545	535	530	520	500	485	460	445	443	450	470	485
5	110	580	570	555	558	560	550	545	540	530	530	520	513	500	500	495	490	500	510
6	115	565	500	485	485	485	485	485	480	480	450	440	435	430	430	430	420	420	440
7	120	555	545	530	530	535	528	525	522	520	475	470	465	460	460	458	446	448	470
8	110	550	540	520	525	525	515	508	508	500	465	470	463	465	457	445	445	440	465
9	100	520	500	495	490	493	487	482	43	474	446	450	450	450	450	441	420	425	450
10	115	525	510	500	488	487	487	480	40	466	452	452	455	455	455	448	430	418	445
	110	553	540	526	527	530	524	521	506	511	505	484	475	467	465	459	453	458	466

Примечание. За эффективное напряжение в арматуре σ_0 в соответствии с п. 1.4, принимается среднее значение установившегося напряжения в арматуре, определенное за период с 10 до 13 часов и равное $\frac{459+453+458}{3}$ = 457 МПа (4570 кгс/см²).

Ведомость

на испытания предварительно-напряженных свай сечением 45×50 см, длиной 22 м, армированных 10 стержнями Ø 28 мм, объект строительства—причал № 72 Ленинградского морского порта

№ сван	Дата изготовления	Марка стали	R_0, МПа	$\frac{n}{1+n\mu}$	$E_б \cdot 10^{-4}$, МПа	n	Напряжения в арматуре, МПа		$\sigma_{б.п}$, МПа	$M_т$, кН·м	$\frac{\sigma_{б.п}}{R_0}$	Примечание
							Окончательное σ'_0	Эффективное σ_0				
1—2	13.02.79	35ГС	23,9	0,0239	2,35	8,51	486	406	9,7	305	0,40	
6—7	14.02.79	35ГС	23,9	0,0239	2,35	8,51	486	406	9,7	305	0,40	
14—15	16.02.79	35ГС	24,8	0,0240	2,40	8,33	518	410	9,84	308	0,40	
20—21	19.02.79	35ГС	24,8	0,0240	2,40	8,33	518	410	9,84	308	0,40	
29—30	22.02.79	35ГС	23,9	0,0239	2,35	8,51	471	385	9,2	294	0,38	
31—32	26.02.79	35ГС	23,9	0,0239	3,35	8,51	471	385	9,2	294	0,38	
38—39	28.02.79	35ГС	21,7	0,0236	2,22	9,01	532	436	10,29	321	0,47	
43—44	2.03.79	35ГС	21,7	0,0236	2,22	9,01	532	436	10,29	321	0,47	
49—50	9.03.79	35ГС	23,9	0,0239	2,35	8,51	509	394	9,41	297	0,39	
61—62	16.03.79	35ГС	23,9	0,0239	2,35	8,51	509	394	9,41	297	0,39	
72—73	22.03.79	35ГС	26,2	0,0241	2,44	8,20	525	440	10,59	326	0,40	
83—84	29.03.79	25Г2С	21,7	0,0236	2,22	9,01	517	373	8,8	284	0,40	
88—89	4.04.79	25Г2С	32,4	0,0246	2,72	7,35	542	431,5	10,6	328	0,33	
91—92	11.04.79	25Г2С	28,0	0,0242	2,53	7,90	552	440,5	10,68	328	0,38	
94—95	13.04.79	25Г2С	23,0	0,0238	2,30	8,70	566	426	10,13	314	0,44	
99—100	26.04.79	25Г2С	27,0	0,0241	2,48	8,06	558	457	11,04	336	0,40	
Среднее значение				0,0239			518,2	414,4	9,92	310	0,40	

Трест «Союзморгидрострой»

ЗАВОД ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

192282, Ленинград, Турухтанный о-в, д. 1-а

Паспорт №

на железобетонный предварительно-напряженный шпунт сечением 45×50 см, длиной 20,6 м, изготовленный в цехе с 13.02.81 г. по 23.04.81 г.

1. Количество в партии—100.
2. Партия № 4.
3. Проектная марка бетона на осевое сжатие—М300.
4. Изделие армировано десятью стержнями согласно ТУ, стали класса А-IIIв.
5. Объем уложенного в одно изделие бетона 4,2 м³.
6. Состав бетона—1 : 1,97 : 3,18.
7. Вид и активность цемента—портландцемент завода Пунане-Кунда.
8. Заполнители:

песок (карьер) «Усть-Луга»;

щебень (карьер) «Возрождение».

9. Водоцементное отношение 0,37.
10. Количество воды на 1 м³ бетона в литрах—168.
11. Осадка конуса (показатель удобоукладываемости) 2—3 см.
12. Проектная величина рабочего натяжения арматуры—540 МПа (5400 кгс/см²).
13. Передаточная прочность бетона не менее 70% прочности проектной марки.
14. Средняя величина эффективного обжатия бетона—9,92 МПа (99,2 кгс/см²), степень обжатия 0,4.
15. Моменты трещинообразования, кН·м:

нормируемый $M_т^н$ — 321 (32,1 тс·м);

фактический среднеарифметический в партии $M_т$ — 320 (32,0 тс·м);

требуемый для данной партии $\bar{M}_т^т$, при партионном коэффициенте вариации 0,047, коэффициенте условий работы 0,961 и обеспеченности 0,95 — 254 (25,4 тс·м);

минимальное значение требуемого момента $\bar{M}_т^т$ относительно нормируемого момента—260 (26,0 тс·м).

16. Прочность бетона к моменту отпуска изделий не менее 30 МПа (300 кгс/см²).
17. Морозостойкость бетона к моменту отпуска изделий—200.
18. Режим термовлажностного ухода за изделием—тепловая обработка с дожданием.

Начальник ОТК

Дата заполнения паспорта—24.04.81 г.

Изделия, поименованные в паспорте, в количестве 100 шт. отпущены СУ-414 для объекта строительства причала № 72 Ленинградского морского порта.

Дата отгрузки—20.04.81 г.

Зав. складом

АППАРАТУРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

5.1. Аппаратура визуального контроля

Аппаратура визуального контроля предварительного натяжения арматуры разработана Ленинградским отделением Государственного проектно-конструкторского и научно-исследовательского института морского транспорта (Ленморниипроект)

В состав аппаратуры входят пульт (рис. п. 5.1.1) и датчики контроля натяжения арматуры

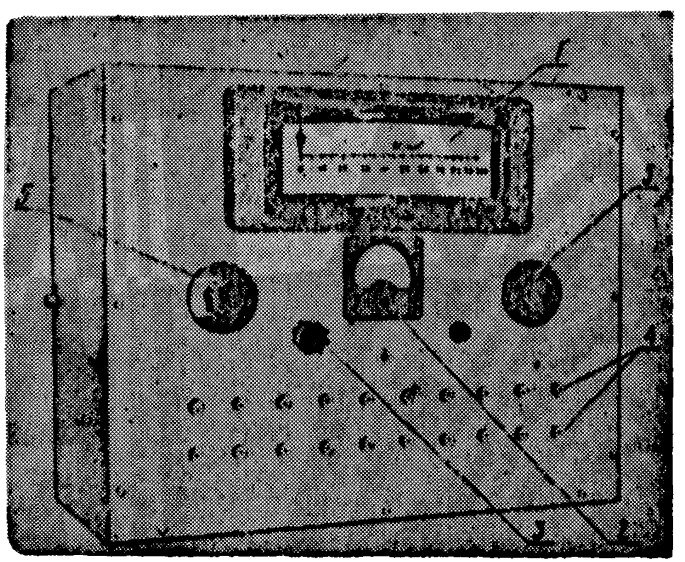


Рис. п. 5.1.1. **Пульт дистанционного контроля усилий натяжения арматуры**

Пульт представляет собой безусилительное электротензометрическое устройство, в состав которого входят: пирометрический милливольтметр *1* типа МПЦПр-54, изготавливаемый Ереванским заводом электроизмерительных приборов, амперметр *2* типа М4200 на токи до одного ампера, реостат *3* для регулировки тока питания типа ППБ-50-Г сопротивлением 22 Ом, мощностью 50 Вт. Для установки нулей датчиков применяются потенциометры *4* типа ППЗ-11 сопротивлением 47 Ом. Для обеспечения плавности регулировки последовательно потенциометрам со стороны клемм питания включаются постоянные сопротивления МЛТ мощностью 1 Вт.

Переключение милливольтметра и тока питания осуществляется двадцатиточечным переключателем 5 типа ПМТ-20.

К основным достоинствам безусилительного тензорезисторного устройства относится простота электрической схемы, включающей в себя помимо полного моста, собранного из низкоомных проволочных тензорезисторов, лишь органы балансировки и коммутации. Питание схемы осуществляется от сети переменного тока через электромагнитный стабилизатор напряжения С-0,5 и выпрямитель ВСА-111Б.

Наиболее ответственным звеном безусилительной схемы является ее проволочный низкоомный тензопреобразователь сопротивления 4,5 Ома, к которому предъявляются более жесткие требования, чем к обычному тензопреобразователю, а именно: полное исключение дрейфа нуля схемы и более высокая надежность и стабильность работы преобразователей в течение нескольких лет.

Датчик контроля натяжения арматуры состоит из стальной втулки, опорных шайб, защитного кожуха и тубуса для крепления штепсельного разъема.

Усилие от напряженного стержня воспринимается непосредственно рабочей втулкой, на наружной поверхности которой наклеиваются тензопреобразователи. Втулка выполняется из стали 40Х.

Толщина стенки втулки подбирается так, чтобы напряжение в ней не превышало 500 МПа (5000 кгс/см²).

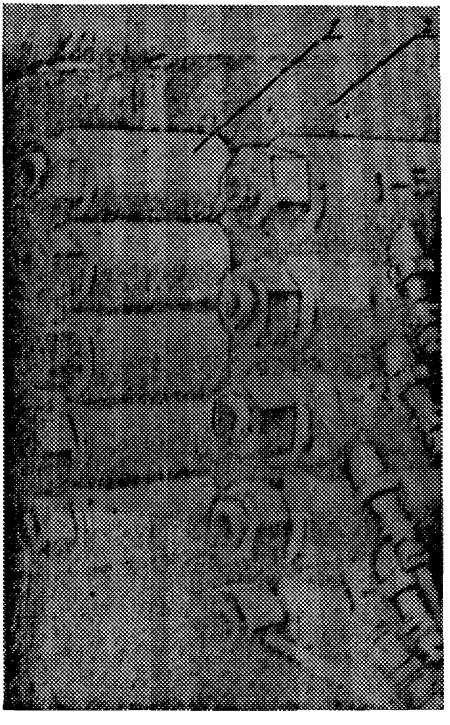


Рис. п. 5.1.2. *Датчики контроля усилий натяжения арматуры, установленные на опорной диафрагме стенда*

При применении стендовой технологии датчики *1* устанавливаются на опорных диафрагмах *2* со стороны, противоположной натяжным устройствам (рис. п. 5.1.2); при применении поточно-агрегатной технологии – на опорных фланцах форм (рис. п. 5.1.3).

Датчик контроля натяжения арматуры тарируется на специальном тарировочном прессе, оборудованном образцовым динамометром типа ОД-50, класс точности которого 0,5.

Тарировочный пресс (рис. п. 5.1.4) состоит из станины *1*, гидравлического домкрата ГД 100, устанавливаемого на станину, колонн *2*, траверсы *3*, рамы *4* и образцового динамометра *5* на усилие 500 кН ($5 \cdot 10^4$ кгс).

Тарирование датчиков производится следующим образом:

датчик контроли *6* надевается на тягу, соединенную с динамометром, и закрепляется на тяге гайкой *7*;

производится подключение датчика к пульту контроля, при этом номер канала пульта должен соответствовать номеру датчика;

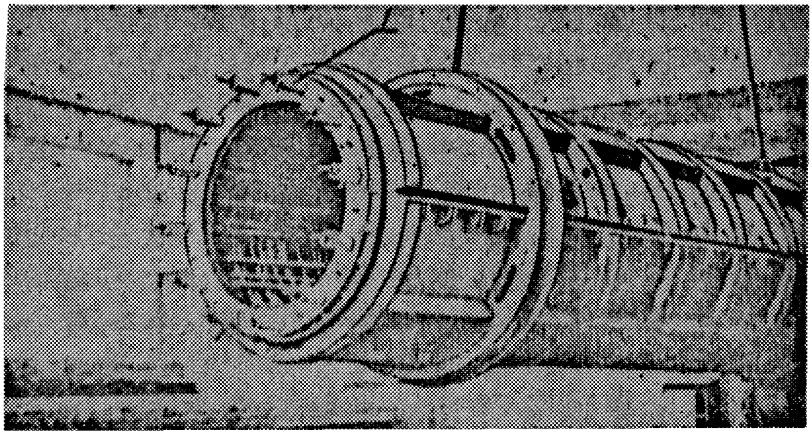
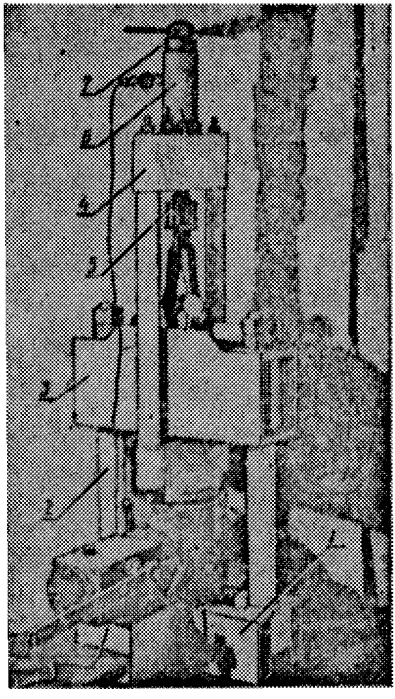


Рис. п. 5.1.3. Датчики контроля усилий натяжения арматуры, установленные на опорном фланце формы



создается масляная подушка под поршнем домкрата, для чего поршень выдвигается на $^1/_5$—$^1/_6$ своего хода, при этом следят за тем, чтобы стрелка индикатора на динамометре показывала нуль отсчета;

осуществляется подъем давления в цилиндре домкрата ступенями, соответствующими ступеням сжимающего усилия в упругом элементе датчика в 50 кН (5,0 тс);

с помощью потенциометров ППЗ-11 сопротивлением 33 Ом, которые подключаются последовательно к гальванометру в канал, соответствующий номеру тарируемого датчика, согласовывается чувствительность датчика со шкалой гальванометра, отградуированной в единицах механического напряжения.

На этом тарировка датчика заканчивается.

Рис. п. 5.1.4. Оборудование для тарировки датчиков контроля усилий натяжения арматуры

С помощью аппаратуры контроля может быть проведена тарировка гидравлических домкратов или машин для натяжения арматуры при работе их на стенде.

Порядок тарировки следующий:

производится опрессовка насосной установки манометра и домкрата под давлением, превышающим на 10% максимальное давление, указанное в паспорте к домкрату и насосной установке;

создается масляная подушка под поршнем домкрата;

производится упрочнение стержней в каркасе, до напряжения 550—600 МПа (5500—6000 кгс/см²), отпуск и отдых арматуры и рабочее натяжение до контролируемого по манометру напряжения $\sigma_0^{II} = 495$—540 МПа (4950—5400 кгс/см²), при этом производится запись показаний датчиков контроля и выбирается датчик, показания которого равны среднему значению напряжения в арматуре;

при включенном датчике осуществляется подъем давления в цилиндрах домкратов ступенями величиной порядка 0,1 от номинального давления и строится тарировочный график зависимости между показаниями манометра и средними значениями усилий, полученными с помощью аппаратуры контроля натяжения арматуры.

5.2. Аппаратура автоматического контроля

Предназначена для осуществления сплошного контроля трещиностойкости преднапряженных конструкций с симметричной рабочей арматурой в процессе их изготовления на заводских стендах.

Аппаратура обеспечивает автоматическую регистрацию в цифровой форме истинных величин напряжений в стержнях арматуры и среднеарифметического значения напряжений для стержней, входящих в одно изделие, а также значений температур для контроля за температурным режимом формования изделий.

Техническая характеристика

Диапазон регистрируемых напряжений	0—900 МПа (0—9000 кгс/см²)
дискретность регистрации	10 МПа (100 кгс/см²)
Диапазон регистрируемых температур	0—99°С
дискретность регистрации	1°С
Максимальное число датчиков напряжения	40
Максимальное число датчиков температуры	24
Тип датчика напряжения	ЭТД 50/50
Тип датчика температуры	Термометр сопротивления ТСМ-239
Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	400 В·А

Аппаратура состоит из пульта управления (рис. п. 5.2.1) и шкафа электронных блоков.

Аппаратура оснащена двусторонней громкоговорящей связью между пультом управления и станцией напряжения арматуры.

Аппаратура «Причал-1» разработана Балтийским ЦПКБ ММФ по техническому заданию Ленморниипроекта. Экспериментальный образец аппаратуры изготовлен опытным заводом Балтийского ЦПКБ по заказу завода железобетонных конструкций треста «Севзапморгидрострой».

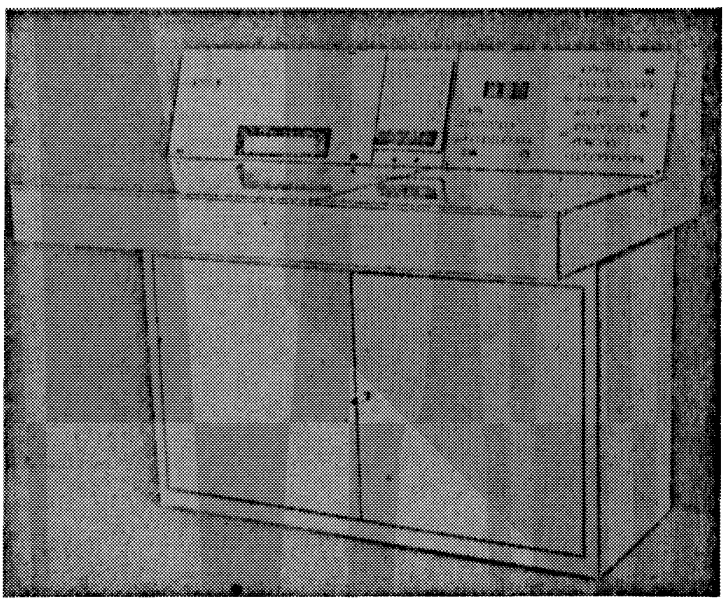


Рис. п. 5.2.1. Пульт автоматического контроля усилий натяжения арматуры

Датчики ЭТД 50/50 изготавливаются Харьковским ПТП Укрэнергомеханизации треста «Укрэнергочермет» Министерства черной металлургии Украинской ССР (*6. завод* специзделий СЦБ треста «Транссигналстрой» Министерства транспортного строительства).

Датчики температуры ТСМ-239 изготавливаются Луцким приборостроительным заводом.

За дополнительной информацией обращаться по адресу: 198035, г. Ленинград, Л-35, ул. Гапсальская, 12. Балтийское ЦПКБ.

Приложение 6
Справочное

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПУНТОВ СЕЧЕНИЕМ 50×45 см, АРМИРОВАННЫХ ДЕСЯТЬЮ СТЕРЖНЯМИ ДИАМЕТРОМ 28 мм ИЗ СТАЛИ КЛАССА А-IIIв

1. Исходные данные

1.1. $M_т$—момент, воспринимаемый сечением, нормальным к продольной оси элемента, при образовании трещин, величина которого указана в проекте, равен 225 кН·м (22,5 тс·м).

1.2. Нормируемый момент трещинообразования $M_т^н$, определенный по формуле (3), при значениях t, v и $m_т$, соответственно равных 1,64; 0,135 и 0,9, равен 321 кН·м (32,1 тс·м).

1.3. Статистические данные испытаний, необходимые для определения среднего значения момента трещинообразования $\overline{M}_т$ и изменчивости, приведены в табл. 1, а коэффициента условий работы $m_т$ в табл. 2.

Таблица 1

№ пп	$M_{тi}$, кН·м	$M_{тi} - \overline{M}_т$	$(M_{тi} - \overline{M}_т)^2$	№ пп	$M_{тi}$, кН·м	$M_{тi} - M_т$	$(M_{тi} - M_т)^2$
1	328	8	64	22	331	11	121
2	330	10	100	23	314	-6	36
3	326	6	36	24	314	—6	36
4	334	14	196	25	320	0	0
5	325	5	25	26	320	0	0
6	298	—22	484	27	334	14	196
7	326	6	36	28	291	-29	841
8	285	—35	1225	29	327	7	49
9	314	—6	36	30	297	—23	529
10	325	5	25	31	297	-23	529
11	325	5	25	32	323	3	9
12	321	1	1	33	346	26	676
13	313	—7	49	34	329	9	81
14	313	—7	49	35	314	—6	36
15	343	23	529	36	300	—20	400
16	342	22	484	37	313	—7	49
17	336	16	256	38	336	16	256
18	320	0	0	39	311	—9	81
19	335	15	225	40	338	18	324
20	323	3	9	41	292	—28	784
21	326	6	36	42	339	19	361
					13474		9284

Таблица 2

№ п/п	№ свай	$\bar{\sigma}_{(1-5)}$, МПа	$\bar{\sigma}_{(6-10)}$, МПа	$\bar{\sigma}_{(1-10)}$, МПа	$m_t = \frac{\bar{\sigma}_{min}}{\bar{\sigma}_{(1-10)}}$
1	91	484	420	455	$\frac{426}{455}$ =0,936
2	92—93	390	353	373	0,947
3	100—101	386	336	359	0,925
4	106—107	433	400	417	0,960
5	114—115	424	362	393	0,919
6	112—113	400	374	387	0,907
7	116—117	444	419	431,5	0,908
8	127—128	476	468	472	0,992
9	124—125	474	440	457	0,937
10	122—123	432	420	426	0,986
11	118—119	453	428	440,5	0,972
12	132—133	452	404	428	0,958
13	94—95	371	373	372	0,995
14	106—107	466	428	447	0,955
15	110—111	419	389	404	0,963
16	114—115	410	410	410	1,000
17	136—137	448	414	431	0,962
18	25—26	450	404	427	0,947
19	5—6	454	414	434	0,954
20	7—8	463	459	461	0,989
21	11—12	400	388	394	0,985
22	126—127	400	386	393	0,983
23	141—142	452	438	445	0,985
24	147—148	430	410	420	0,977
25	155—156	500	488	494	0,988
26	166—167	458	402	430	0,935
27	171—172	463	475	469	0,988
					25,953

2. Оценка трещиностойкости изделий статистическим методом

2.1. По данным табл. 1 определяем среднее значение момента трещинообразования

$$\bar{M}_т = \frac{13474}{42} = 320 \text{ кН·м } (32{,}0 \text{ тс·м}).$$

2.2. Коэффициент вариации v определяем по формуле (4), используя данные этой же таблицы

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma (M_{Ti} - \overline{M}_T)^2}{n-1}}}{\overline{M}_T} = \frac{\sqrt{\frac{9284}{41}}}{320} = 0{,}047.$$

2.3. Коэффициент условий работы m_T определяем по формуле (6), используя данные табл. 2.

В третьем и четвертом столбцах таблицы помещены средние значения эффективных напряжений в арматуре, расположенной у рабочих граней шпунтовых свай (номера стержней в группах 1—5, 6—10).

В пятом столбце таблицы помещены средние значения эффективных напряжений во всей рабочей арматуре, в шестом столбце—отношения средних минимальных напряжений к средним во всей напряженной арматуре:

$$m_T = \frac{25{,}953}{27} = 0{,}961.$$

2.4. В соответствии с таблицей, помещенной в приложении 8, для числа изделий в партии, равного 100, изменчивости, равной 0,05, и заданной проектом точности, равной 3%, получаем, что необходимое число испытаний равно 7, что значительно меньше числа испытаний, реализованных для оценки $\overline{M}_T$, v и m_T.

2.5. В соответствии с формулой (3) определяем требуемое значение момента трещинообразования

$$\overline{M}_T^T = \frac{M_T}{(1 - t\,v)\,m_T} = \frac{225}{(1 - 1{,}64 \times 0{,}047)\,0{,}961} = 254 \text{ кН} \cdot \text{м } (25{,}4 \text{ тс} \cdot \text{м}).$$

2.6. Производим сравнение требуемого среднего момента трещинообразования в процентах от нормируемого со значением, указанным в табл. 2 и п. 3.7 для v, равном 0,05, и числе испытаний более 30.

$$\frac{\overline{M}_T^T}{M_T^T} 100 = \frac{254}{321} \times 100 = 79\%.$$

В связи с тем, что требуемое значение в процентах получилось меньше аналогичного значения, указанного в табл. 1 для v, равного 0,05, то минимальное значение M_T^T принимаем равным 81% от нормируемого, т. е. $321 \times 0{,}81 = 260$ кН·м (26,0 тс·м).

2.7. Окончательную оценку пригодности изделий по трещиностойкости производим по результатам сравнения требуемого и среднего моментов трещинообразования

$$\overline{M}_T^T < \overline{M}_T. \qquad (8)$$

Так как неравенство (8) удовлетворяется (260 кН·м<320 кН·м), партия шпунта, подвергнутая статистическому контролю по трещиностойкости, считается выдержавшей испытания.

Приложение 7

Справочное

КЛИНОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТПУСКА НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

Клиновое устройство разработано Ленинградским отделением государственного проектно-конструкторского и научно-исследовательского института морского транспорта (Ленморниипроект) совместно с Проектно-конструкторским бюро (ПКБ) треста «Севзапморгидрострой» Главморречстроя.

Устройство предназначено для плавного отпуска усилия натяжения арматуры на бетон и измерения усилий и деформаций в предварительно-напряженных железобетонных элементах, необходимых для определения начального модуля упругости и конструктивной прочности бетона.

Конструкция клинового устройства (рис. ц. 7.1—ц. 7.3) предназначена для использования на заводе ЖБК треста «Севзапморгидрострой» и выполнена в виде самостоятельного навесного узла, устанавливаемого на упорную балку стенда для изготовления прямоугольных свай и шпунта сечением от 35×50 до 45×50 см, армированных двумя вертикальными симметрично расположенными рядами стержневой арматуры класса А-IIIв, общим сечением до 61,6 см².

В состав устройства входят:

привод, установленный на раме *1* и состоящий из электродвигателя *2*, муфты предельного момента *3*, редуктора *4*, зубчатой конической пары *5*, штурвала *6* и кулачковой муфты *7*;

командоаппарат, состоящий из сменной цилиндрической пары *8*, подшипника *9*, сменного кулачкового диска *10* и конечного выключателя *11*;

силовой исполнительный механизм, состоящий из винтового вала *12*, упорного самоустанавливающегося подшипника *13*, клина *14*, подвижной траверсы *15* и переходных штанг *16* с тензорезисторными датчиками *17* и арматурными захватами *18*, заключенными в корпус, образованный несущей рамой *19*, упорной Г-образной плитой *20* и соединительными балками *21*.

Редуктор *4* имеет на тихоходной ступени два выходных вала, один из которых используется для передачи вращения винтовому валу *12* и перемещения клина *14*, а другой — для приведения в действие командоаппарата.

Устройство устанавливается на упорной балке стенда по оси изготовляемого изделия.

Управление клиновым устройством — дистанционное, с центрального пульта контроля за натяжением арматуры и обжатием бетона. При отказе работы дистанционного управления устройство допускает местное ручное управление, которое осуществляется вращением штурвала *6*.

Передача усилия натяжения арматуры на бетон при дистанционном управлении обеспечивается включением электродвигателя *2*, который через ряд промежуточных элементов создает вертикальное перемещение клина *14*.

Перед началом отпуска арматуры клин *14* находится в нижнем положении; плавное перемещение клина *14* в верхнее положение освобождает подвижную траверсу *15* со штангами *16*, которая, перемещаясь под действием натяжения арматуры, обеспечивает ее отпуск и плавно нагружает (обжимает) бетон изделия.

Вертикальное перемещение клина *14* в процессе отпуска контролируется командоаппаратом, кулачковый диск *10* которого имеет жесткую кинематическую связь с клином *14*. Взаимодействие кулачкового диска *10* с ко-

нечным выключателем *11* обеспечивает циклично-ступенчатый отпуск арматуры путем периодического, в функции перемещения клина *14*, отключения электропривода устройства с одновременной передачей электрического сигнала об остановке привода и величине этого перемещения на центральный пульт.

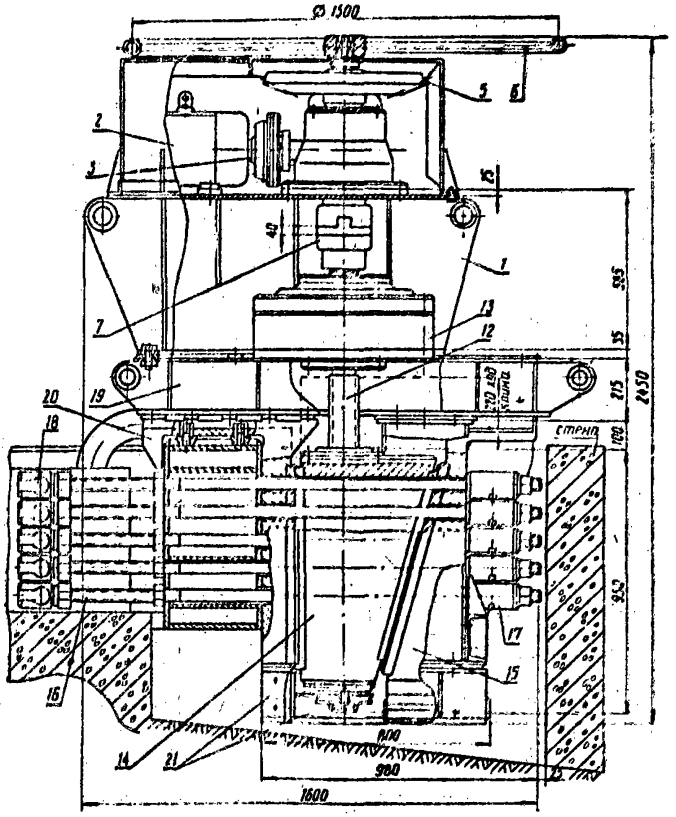


Рис. п. 7.1. Устройство для плавной передачи усилия натяжения арматуры на бетон (вид сбоку)

Наличие в командоаппарате сменных зубчатой пары *8* и кулачкового диска *10* позволяет изменять продолжительность работы электропривода в пределах одной ступени, т. е. в конечном итоге, величину перемещения клина *14* на каждой ступени, что дает возможность использовать клиновое

устройство с этим командоаппаратом на стендах или стационарных силовых формах любой протяженности.

Модуль упругости бетона определяется по формуле:

$$E_б = \mu\left(\frac{\Delta\sigma_0 E_a l_0}{\delta \operatorname{tg}\alpha E_a - \Delta\sigma_a l_a} - E_a\right),$$

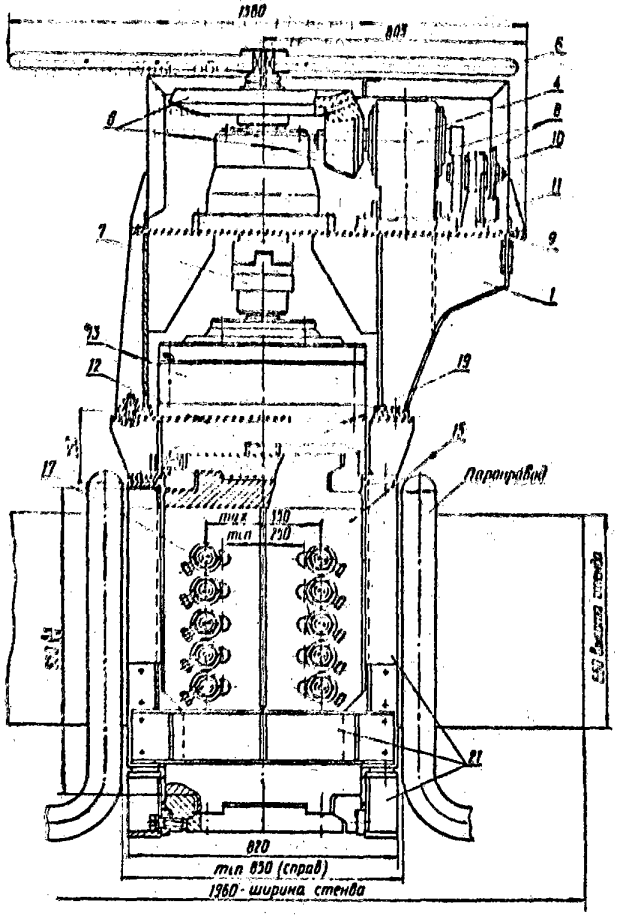


Рис. п. 7.2. Устройство для плавной передачи усилия натяжения арматуры на бетон (вид спереди)

где $\Delta\sigma_0$—среднее значение изменения эффективного напряжения в арматуре, соответствующее величине вертикального перемещения клина δ за ступень обжатия $\Delta\sigma_{б.\,ш}$, не превышающую $0{,}2R^{н}_{пр}$;

$\Delta\sigma_a$—среднее значение изменения напряжения в свободной от бетона арматуре, определяемое по датчикам, соответствующее той же величине обжатия $\Delta\sigma_{б.\,ш}$;

$l_б$—длина предварительного напряженного элемента;

l_a—приведенная длина свободной от бетона арматуры, включающая и длину анкерных штанг;

E_a—модуль упругости арматуры;

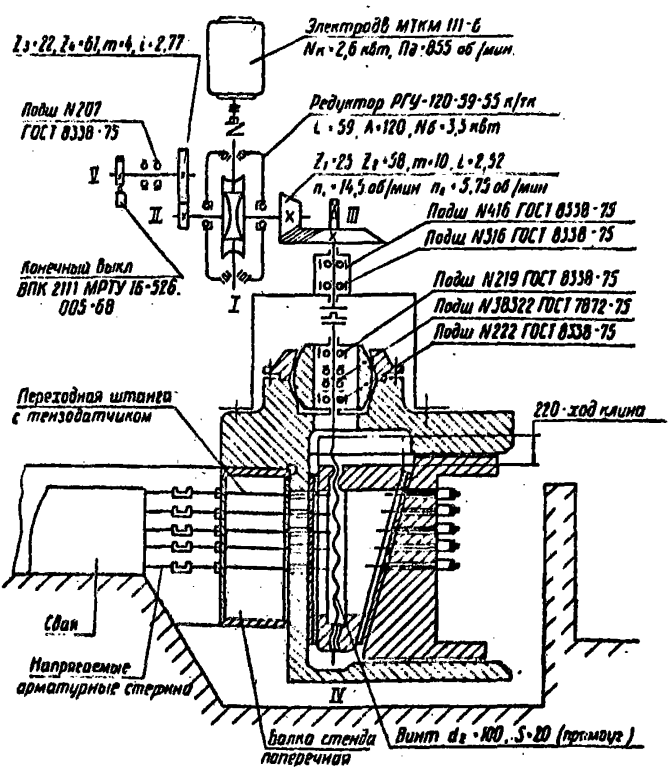


Рис. п. 7.3. Кинематическая схема устройства для плавной передачи усилия натяжения арматуры на бетон:

I—вал редуктора быстроходный; II—вал редуктора тихоходный; III—вал промежуточный; IV—вал винтовой; V—вал измерительного аппарата

α—угол наклона клина, определяемый из уравнения предельного равновесия по формуле

$$\alpha = \arcsin \frac{2f}{1 + f^2},$$

где f—коэффициент трения металла клина по металлу опорной плиты и подвижной траверсы устройства, определенный экспериментальным путем.

Техническая характеристика клинового устройства

Усилие натяжения арматуры, воспринимаемое устройством, кН	3330 ($3{,}3 \cdot 10^5$ кгс)
Осевое усилие извлечения клина, кН:	
при благоприятной смазке	—430 ($-4{,}3 \cdot 10^4$ кгс)
при неблагоприятной смазке	+430 ($+4{,}3 \cdot 10^4$ кгс)
Окружное усилие на штурвале, кН:	
при благоприятной смазке	0,75 (75 кгс)
при неблагоприятной смазке	5,0 (500 кгс)
Ход клина полный, мм	220
Угол скоса клина, град	15
Скорость перемещения клина, мм/мин	115
Число ступеней нагружения	10
Привод:	
тип электродвигателя	МТКМ 111-6
мощность, кВт	2,6
ток	переменный
напряжение, В	220/380
Редуктор	РГУ-120-59-5Бк/Тк
Передаточное отношение	59
Масса устройства, кг	600

Подробные сведения по клиновому устройству для плавного отпуска натяжения арматуры и рабочие чертежи можно получить в Северо-Западном территориальном отделе СКТБ Главморречстроя по адресу: 192123, Ленинград, Д-123, ул. Петра Лаврова, 58.

Приложение 8

Справочное

ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА НЕОБХОДИМЫХ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ ПО ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ И ЧИСЛА ИЗДЕЛИЙ В ПАРТИИ N ДЛЯ ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА $t=1{,}64$

N, шт.	p, %	При изменчивости v										
		0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
25	3	6	8	9	11	12	14	15	16	17	18	18
	4	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15
	5	2	3	4	5	6	8	9	10	11	11	12
50	3	6	9	11	14	16	19	21	23	25	27	29
	4	4	5	7	9	11	13	14	16	18	20	22
	5	3	4	5	6	7	9	10	12	13	15	16
75	3	7	9	12	15	18	21	24	27	30	33	35
	4	4	6	7	9	11	14	16	18	21	23	25
	5	3	4	5	6	8	9	11	13	15	16	18
100	3	7	10	13	16	19	23	27	30	34	37	40
	4	4	6	8	10	12	14	17	19	22	25	27
	5	3	4	5	6	8	10	12	13	15	17	19

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

1. Общие указания 5

2. Порядок осуществления контролируемого упрочнения и натяжения стержневой арматуры предварительно-напряженных элементов 8

3. Контроль и оценка трещиностойкости изделий статистическим методом 10

4. Контроль и оценка однородности и прочности бетона 12

Приложения:

1. Номограммы для определения моментов трещинообразования предварительно-напряженных призматических свай и шпунта 13

2. Номограммы для определения моментов трещинообразования предварительно-напряженных свай-оболочек 37

3. Методика построения номограмм 50

4. Формы технической документации 53

5. Аппаратура для контроля режима изготовления предварительно-напряженных элементов . . . 56

6. Пример обработки данных испытаний предварительно напряженных железобетонных шпунтов сечением 50×45 см, армированных десятью стержнями диаметром 28 мм из стали класса А-III в 61

7. Клиновое устройство для отпуска натяжения арматуры 64

8. Таблица для определения числа необходимых испытаний изделий по трещиностойкости в зависимости от заданной точности и числа изделий в партии №... для доверительного интервала $t=1{,}64$ 69

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
6	11-я снизу	E	E_a
53	4-я снизу	500	516
53	5-я снизу	40	468
53	6-я снизу	43	475
54	12-я снизу	3,35	2,35
63	9-я снизу	M_t^T	$\overline{M}_t^T$
70	2-я снизу	№	N

Зак. 1484. Тир. 800. ВСН-34-VIII-89. Правила производства и приемки работ при возведении морских и речных портовых сооружений.

gost.e-ecolog.ru