НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО НАЗНАЧЕНИЮ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

МОСКВА–1986

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Утверждены
директором НИИЖБ
23 июня 1986 г.

Москва 1986

УДК 624.012.45.046

Печатаются по решению секции железобетонных конструкций НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 30 мая 1986 г.

Рекомендации по назначению передаточной прочности бетона предварительно напряженных железобетонных конструкций.- М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1986, с. 17.

Содержат основные положения по переводу типовых предварительно напряженных конструкций на пониженные уровни передаточной прочности при их изготовлении.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников заводов железобетонных конструкций и проектных организаций.

Табл.6, илл.2.

© Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона Госстроя СССР, 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рекомендации имеют целью установить условия перевода типовых преднапряженных конструкций, изготовляемых заводами ЖБИ с нормированными уровнями передаточной прочности 0,7-0,8 от класса (марки) бетона, на изготовление конструкций с более низкими (по сравнению с уровнем, принятым в типовых конструкциях) значениями передаточной прочности. Рекомендации содержат некоторые предложения, которые могут быть учтены при проектировании новых преднапряженных конструкций массового применения.

Результаты исследований позволили определить критерии назначения передаточной прочности при проектировании новых преднапряженных конструкций согласно СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции" и "Пособию по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого и легкого бетонов" (М., ЦИТП, 1986). При этом, если максимальная величина передаточной прочности не ограничена, то минимальная передаточная прочность должна быть, как это отмечено в СНиП 2.03.01-84, не менее 50 % от проектного класса (марки) бетона.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн. наук проф. Н.А.Маркаров, канд.техн.наук М.П.Рябцева).

В целях определения научно-технической эффективности в результате применения настоящих Рекомендаций дирекция НИИЖБ просит выслать Справку по форме, указанной в прил.2.

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Целью настоящих Рекомендаций является перевод типовых конструкций массового изготовления с нормируемых уровней передаточной прочности бетона, принимаемых согласно СНиП П-21-75 "Бетонные и железобетонные конструкции" равными 0,8-0,7 от проектной марки, на пониженные уровни прочности 0,7-0,5 от класса (марки) бетона.

I.2. Передаточная прочность бетона R_{bp} назначается на основании расчета, но должна быть не менее II МПа. В соответствии с ГОСТ 25192-82 (прил.3) средняя прочность бетона при коэффициенте вариации V = I3,5 % равна

$$\bar{R} = \frac{B}{0{,}098\ (I-I{,}64\,v)} = \frac{II}{0{,}098\ (I-I{,}64.0{,}I35)} =$$

$$= I40 \text{ кгс/см}^2.$$

I.3. При использовании стержневой арматуры класса А-УI, арматурных канатов класса К-7 и К-I9, а также проволочной арматуры без высаженных головок передаточная прочность должна быть не менее I5,5 МПа. Средняя прочность бетона при том же коэффициенте вариации равна 200 кгс/см^2. Передаточная прочность должна составлять не менее 50 % принятого класса (марки) бетона.

I.4. Рекомендации распространяются на изготовление типовых предварительно напряженных конструкций на заводах ЖБИ по агрегатно-поточной и стендовой технологиям при воздействии температурных перепадов при нагреве (Δt) и охлаждении ($\Delta t'$) в диапазоне 20-I00 °С, а также на проектирование новых преднапряженных конструкций.

I.5. Перевод типовых конструкций на пониженные уровни передаточной прочности бетона, изготовляемых на заводах ЖБИ, возможен при условии проведения многовариантных расчетов конструкций, анализа особенностей технологии изготовления изделий на соответствующем заводе, внедрения методов статистического контроля по ГОСТ I8I05.0-80, согласования новых уровней R_{bp} с авторами проекта, а также при положительных результатах испытания конструкций с пониженными уровнями передаточной прочности бетона по ГОСТ 8829-85.

I.6. Перевод конструкций на пониженные уровни R_{bp} рекомендуется в случаях:

если завод ЖБИ по тем или иным причинам не может получить в

нормируемые сроки проектную передаточную прочность бетона;

если отсутствует цемент необходимой марки (активности);

при удлиненном цикле твердения бетона и при двух-трехсменной работе, требующей сокращенного цикла тепловлажностной обработки (ТВО) бетона.

I.7. Перевод типовых преднапряженных конструкций на пониженные уровни передаточной прочности бетона позволяет экономить расход цемента и использовать цементы пониженной активности. Снижение уровня передаточной прочности позволяет сократить цикл ТВО бетона (на 4-6 ч) и увеличить оборачиваемость форм; экономический эффект от снижения $R_{бр}$ может составить 0,9-I,4 руб./м^3.

2. СНИЖЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ НА ЗАВОДАХ ЖБИ

2.I. Перевод конструкций на пониженную передаточную прочность бетона рекомендуется выполнять на основе многовариантных расчетов преднапряженных конструкций по двум предельным состояниям согласно СНиП 2.03.0I-84.

При расчете конструкций по второй группе предельных состояний перебор комбинаций варьирования параметров $R_{бр}$ необходимо начинать с минимальных уровней, рекомендуемых табл.I в зависимости от класса (марки) бетона.

Таблица I. Минимально возможные уровни передаточной прочности для проектирования преднапряженных конструкций

Класс (марка) бетона по прочности на сжатие	Уровень передаточной прочности $R_{бр}$ / B
B15 (M200)	Не ниже 0,7 от класса бетона
B20 (M250)	Не ниже 0,55 от класса бетона
B25 (M350) B30 (M400) B35 (M450)	0,5, но не выше 0,65 от класса бетона
B40 (M550) и более	0,5, но не выше 0,7 от класса бетона

При выборе оптимального значения $R_{вр}$ необходимо учитывать:

предельную величину относительного обжатия бетона $\sigma_{вр} / R_{вр}$ согласно табл.7 СНиП 2.03.01-84;

прочность конструкций при воздействии усилия обжатия P;

трещиностойкость, деформативность и ширину раскрытия трещин, определяемых при расчете конструкций по второй группе предельных состояний, т.е. при соблюдении условий

$$M_r \leq M_{crc}\ ; \quad f_m \leq |f_m|\ ; \quad a_{crc} \leq |a_{crc}|\ .$$

2.2. Для многовариантных расчетов при выборе оптимального значения передаточной прочности бетона преднапряженных конструкций рекомендуется использовать универсальные программы для ЭВМ. При этом применяется алгоритм расчета с включением специального блока определения минимальной величины $R_{вр}$ (рис.1), который позволяет провести перебор возможных комбинаций и выбрать из полученных результатов перебора вариант, отвечающий всем предельным состояниям. Оптимальные значения $R_{вр}$ должны удовлетворять условиям, приведенным в п.2.1 настоящих Рекомендаций. Многовариантные расчеты производятся с привлечением проектной организации или собственными силами при обязательном последующем согласовании разработанных рекомендаций по снижению передаточной прочности с авторами проекта.

2.3. В целях недопущения перерасхода цемента при нормируемом цикле тепловой обработки изделий (13-15 ч) рекомендуется назначать передаточную прочность тяжелого бетона в долях от принятого класса (марки) в соответствии с табл.1. В случае недостаточности уровня $R_{вр}$, значения, приведенные в табл.1, должны быть увеличены согласно рис.2.

При расчете действующих типовых конструкций с целью перевода их на пониженную передаточную прочность бетона рекомендуется пользоваться данными табл.2, которая позволяет назначать уровень $R_{вр}$ в зависимости от имеющегося на заводе цемента. При этом следует провести оценку полученных данных и установить целесообразность и экономичность перевода на сниженный уровень передаточной прочности или увеличения цикла ТВО без снижения $R_{вр}$ (см.разд.4 настоящих Рекомендаций, пример 2).

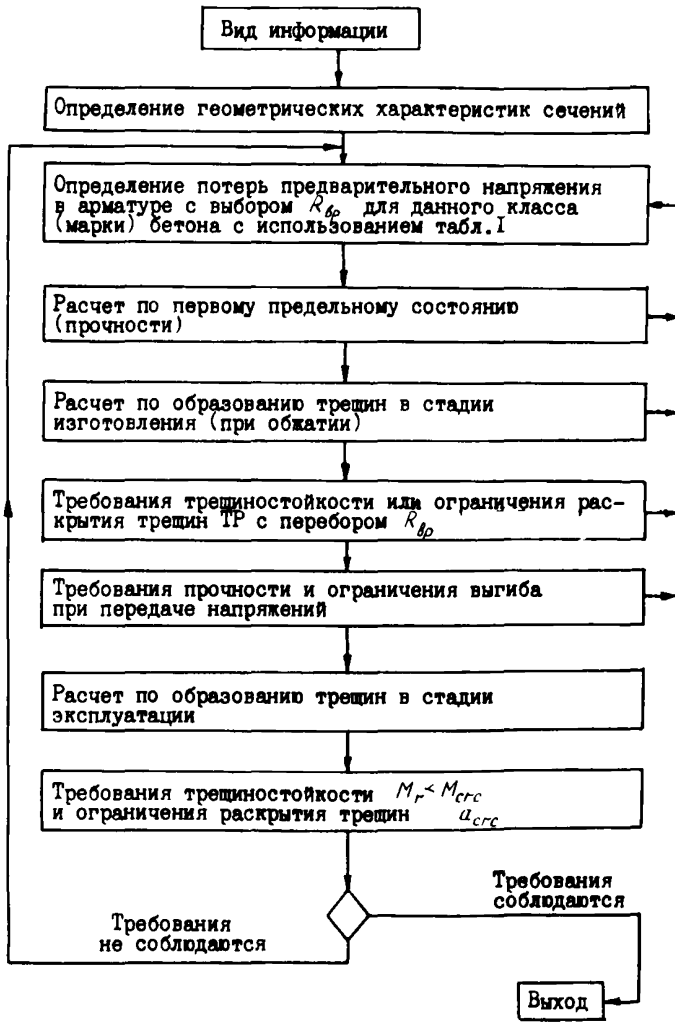


Рис.I. Алгоритм оптимизации передаточной прочности бетона

Таблица 2. Данные для перевода типовых конструкций на пониженную передаточную прочность

Класс (марка) бетона по прочности на сжатие	Уровень передаточной прочности $R_{вр}$ / B	Расход цемента, кг/м^3, при марке цемента				
		350	400	500	550	600
B15 (M200)	Не ниже 0,7 от класса бетона	290	265	245	Недопустимо использование	Недопустимо использование
B20 (M250)	Не ниже 0,55 от класса бетона	310	270	240	То же	То же
B25 (M350)	0,5, но не выше 0,65 от класса бетона	Перерасход цемента	350	325	"	"
B30 (M400)	То же	То же	Перерасход цемента	370	360	335
B35 (M450)	"	"	То же	415	400	350
B40 (M550) и более	Не выше 0,7 от класса бетона	"	"	Перерасход цемента	480	455

Примечания: 1. Приведенные данные распространяются на цикл ТВО в пределах 13–15 ч.

2. Уровень передаточной прочности в каждом конкретном случае определяется расчетом по предельным состояниям.

3. В настоящей таблице приведен максимальный нормируемый расход цемента для данного класса (марки) бетона согласно СНиП 5.01.23-83 "Типовые нормы расхода цемента для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных, железобетонных изделий и конструкций".

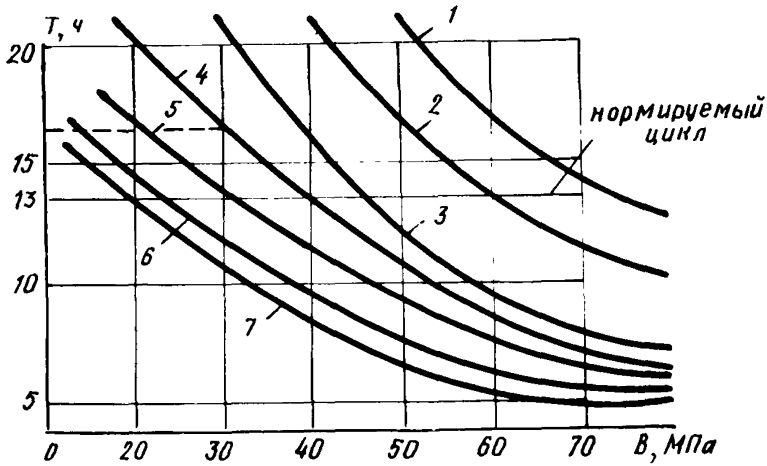


Рис.2. Зависимость передаточной прочности бетона от продолжительности цикла ТВО и класса бетона

I,2,3,4,5,6,7 - кривые уровней передаточной прочности бетона соответственно 0,8; 0,75; 0,7; 0,65; 0,6; 0,55; 0,5 от класса бетона

2.4. При переводе типовых конструкций на пониженную передаточную прочность рекомендуется передачу усилия обжатия на бетон осуществлять плавно, например, с помощью газокислородной сварки с предварительным нагревом свободных участков арматуры или с помощью специальных устройств и т.д. Мгновенная обрезка канатной , а также стержневой арматуры класса А-УI и выше при пониженных значениях передаточной прочности запрещена.

2.5. При передаче усилия обжатия при изготовлении преднапряженных конструкций с пониженной, по сравнению с проектной передаточной прочностью необходимо периодически осуществлять контроль величины втягивания арматуры в торцевой зоне бетона и проводить сравнение с данными табл.47 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций" (М., Стройиздат, I975). В торцевых зонах и на боковых участках конструкции (вдоль арматуры) не допускается появление продольных трещин.

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕВОДУ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОНИЖЕННЫЕ УРОВНИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

3.1. Перед переводом завода на выпуск преднапряженных конструкций с пониженной передаточной прочностью необходимо выполнить следующие мероприятия:

внедрить статистический контроль определения прочности бетона согласно требованиям ГОСТ 18105.0–80, в том числе при оценке передаточной прочности бетона;

осуществить организационные мероприятия по внедрению плавного отпуска преднапряжения;

провести испытания конструкций, изготовленных с пониженной передаточной прочностью бетона по ГОСТ 8829–85.

3.2. Перевод завода на выпуск изделий с пониженной передаточной прочностью начинают с анализа особенностей заводской технологии, установления коэффициента вариации прочности бетона, наличия трещин в опорных и торцевых зонах выпускаемых конструкций, способов передачи усилия обжатия. Далее производят оценку типовых чертежей с целью выявления запасов по прочности, трещиностойкости и деформативности с помощью многовариантных расчетов с использованием ЭВМ в соответствии с алгоритмом, приведенным на рис.1.

3.3. Многовариантные расчеты преднапряженных конструкций в каждом конкретном случае имеют целью определение возможности снижения передаточной прочности. Если на заводе не внедрен статистический контроль определения прочности бетона по ГОСТ 18105.0–80, то перед переводом на изготовление конструкций с пониженным уровнем передаточной прочности производится внедрение ГОСТ 18105.0–80, в том числе и при определении передаточной прочности бетона.

3.4. Снижение уровня передаточной прочности бетона для некоторых типовых преднапряженных конструкций позволяет сократить на заводе расход цемента в среднем до 20–50 кг на 1 $м^3$ бетонной смеси.

3.5. Экономия энергозатрат при выпуске на заводах конструкций с пониженной передаточной прочностью составляет до 0,25 т усл.топл на 1 т цемента.

4. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример I. Преднапряженная ферма серии ПК 0I-I29 (размер сечения нижнего пояса 25х20 см, бетон класса В25, R_{bp} = I7,5 МПа, напрягаемая арматура класса А-IУ (E_s = 0,2.10^6 МПа), площадь A_s = 7,69 $см^2$ (5Ø14); натяжение производится на упоры стенда механическим способом. Бетон подвергается пропариванию. Продольная растягивающая сила в нижнем поясе P = 280 кН, изгибающий момент M_r = II,3 кН.м. Определить возможность снижения проектной передаточной прочности бетона с 70 % от класса до минимальной.

Решение. Расчет производят на ЭВМ сначала по первой группе предельных состояний. Расчет по второй группе предельных состояний производят с перебором передаточной прочности бетона, начиная с минимально возможной, равной 50 % от класса бетона .

Так как во всех случаях (табл.3) $M_{crc} > M_r$ (II,9 > II,3), то для фермы минимальной передаточной прочностью бетона может быть R_{bp} = 0,5 от класса бетона (В25).

Таблица 3. Результаты расчетов

Вычисляемые величины	Единица измерения	Значения величин в зависимости от уровня передаточной прочности бетона		
		0,5	0,6	0,65
a	-	8,78	7,9	7,55
A_{red}	$см^2$	568	560	558
σ_{bp_1}	МПа	5,55	5,63	5,65
σ_{bp} / R_{bp}	-	0,44	0,373	0,348
σ_{sp}	МПа	395	397	398
P_1	кН	304	305	306
σ_{bp_2}	МПа	5,4	5,4	5,5
σ_g	МПа	49	42	39
σ_{sp_2}	МПа	315	324	328
P_2	кН	242	249	252
r	см	2,93	2,98	2,99
M_{crc}	кН.м	II,9	I2,2	I2,3

При пересчете конструкции по СНиП 2.03.01-84 необходимо провести проверку прочности наклонного сечения согласно пп. 3.29-3.31 СНиП 2.03.01-84.

Пример 2. Преднапряженная ферма серии ПК 01-129 из бетона класса В25 изготовляется с передаточной прочностью $R_{вр}$ = 70 % от класса бетона с применением цемента марки 350. Определить, что экономичнее - снизить уровень передаточной прочности и соответственно расход цемента или, оставив $R_{вр}$ неизменной, увеличить цикл ТВО.

Решение. По табл.2 $R_{вр}$ для данного класса бетона назначается не выше 65 % (при цикле ТВО 13-15 ч). Используя цемент марки 350, завод перерасходует цемент. Произведя перерасчет фермы (см. пример 1), принимаем $R_{вр}$ = 50 % от класса бетона. По рис.2 устанавливаем, что при цементе марки 400 указанная передаточная прочность будет получена за 10,5 ч. Имея в наличии цемент марки 350 и снижая $R_{вр}$ до 0,5 В, цикл ТВО увеличится. Вместе с тем, выпуская в настоящее время фермы с прочностью $R_{вр}$ = 70 % от класса бетона при наличии цемента марки 350, завод идет на перерасход цемента и вынужден увеличивать цикл ТВО больше 21 ч (см.рис.2). Следовательно, целесообразнее снижать $R_{вр}$ с 70 % до 50 % от класса, что дает экономию цемента до 30 кг/м^3. Увеличение цикла ТВО на 1 ч приводит к перерасходу условного топлива на 20 кг на 1 м^3 бетона.

Некоторые справочные данные приведены в табл. 4, 5, 6.

Таблица 4. Данные об экономической эффективности при переводе фермы серии ПК 01-129 на пониженные значения $R_{вр}$

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		Экономия
		эталон $R_{вр}$=70 %	новая техника $R_{вр}$=50 %	
1	2	3	4	5
Вид бетона	-	Тяжелый	Тяжелый	-
Объем бетона	м^3	2,3	2,3	-
Марка бетона	-	М 350	М 350	-
Расход цемента на 1 м^3 бетона конструкции	т	0,585	0,555	0,03
Марка цемента	-	400	400	-
Технология изготовления	-	Стендовая	Стендовая	

Продолжение табл.4

I	2	3	4	5
Время тепловлажностной обработки, включая I ч выдержки	ч	2I	I0	II
Расход пара на технологические цели на I м^3 бетона	т	0,84	0,7I5	0,I25
Себестоимость изготовления I м^3 фермы	руб.	I54,46	I46,58	7,88
Удельные капитальные вложения, скорректированные на нормативный коэффициент ($E_{н.к}$), на I м^3 фермы	руб.	3,77	3,45	0,32
Приведенные затраты на I м^3 фермы	руб.	I58,23	I50,03	8,2
Экономия энергозатрат в народном хозяйстве (цемент + пар) на I м^3 фермы	т усл. топл.	-	-	0,025

Таблица 5. Расчетная себестоимость изготовления I м^3 фермы серии ПК 0I-I29

Показатель	Значение показателя, руб.	
	эталон $R_{вр}$ =70 %	новая техника $R_{вр}$ =50 %
I	2	3
Стоимость материалов,	58,I5	56,65
в том числе:		
бетон	2I,64	20,I35
арматура, включая закладные части, закладные детали	36,5I	36,5I
топливо и пар (стоимость пара 6,I8 руб.)	5,I9	4,42
6,I8.0,84 = 5,I9		
6,I8.0,7I5 = 4,42		
Основная заработная плата производственных рабочих	9,29	9,29
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	0,49	0,49
Отчисления на соцстрах	0,58	0,58
Прочие производственные расходы	I,07	I,07

Продолжение табл.5

I	2	3
Потери от брака	3,I3	3,I3
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	52,06	48,43
Цеховые расходы	I4,47	I3,32
Общезаводские расходы	9,2I	8,40
Итого: заводская себестоимость	I53,64	I45,78
Внепроизводственные расходы	0,82	0,80
Полная стоимость	I54,46	I46,58

Примечание. Настоящую таблицу следует смотреть совместно с табл.4.

Таблица 6. Удельные капитальные вложения

Обоснование	Вид капитальных вложений	Норматив на единицу	Эталон R_{ep} =70 %	Новая техника R_{ep} =50 %
"Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций" (М., НИИЖБ, I98I)	Производство цемента	43 руб/т	25,I6 (43.0,585)	23 (43.0,535)
На I м^3 фермы, руб.	-	-	25,I6	23,0
То же, скорректированное на нормативный коэффициент эффективности К = 0,I5 руб/м^3	-	-	3,77	3,45

Расчет экономии энергозатрат в народном хозяйстве

I. Экономия пара на технологические цели

0,I4 . 0,I25 = 0,0I75 т усл.топл.

2. Экономия пара при производстве цемента

0,25 . 0,030 = 0,0075 т усл.топл.

3. Экономия энергозатрат в народном хозяйстве

0,0I75 + 0,0075 = 0,025 т усл.топл.

Приложение I

ОБРАЗЕЦ ПИСЬМА О СОГЛАСОВАНИИ СНИЖЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ

Главному инженеру завода

Копия: НИИЖБ Госстроя СССР

О передаточной прочности
балок серии I.462-I

Рассмотрев предложение завода о снижении передаточной прочности железобетонных балок 2БОI2-4АIУ и 2БПI2-4АIУ серии I.462-I до 50 % от проектной прочности (по серии 70 %), а также представленные расчеты, институт считает возможным принять это предложение, так как оно отвечает требованиям СНиП 2.03.0I-84 и подтверждено расчетом, согласованным с НИИЖБ Госстроя СССР.

Главный инженер
проектного института

Приложение 2

Штамп предприятия,
ведомственная принадлежность,
адрес, реквизиты
"____" _____ 198 г.

НИИЖБ Госстроя СССР,
ОНТИ
109389, Москва,
2-я Институтская, 6

С П Р А В К А

об использовании научно-технического достижения (НТД) по "Рекомендациям по назначению передаточной прочности бетона предварительно напряженных железобетонных конструкций".

1. Наименование НТД _____
(указать вид продукции, технологический процесс или проект с использованием НТД)
2. Название объекта _____
(указывается стройка, предприятие, где применены конструкции, технология или проект с использованием НТД)
3. Реквизиты договора о сотрудничестве с НИИЖБ (если имеются) _____
4. Применение НТД по сравнению с _____
(указать аналог)
позволило снизить на единицу продукции (объекта):

сметную стоимость		руб., %
затраты труды		чел.-дн., %
расход:	бетона	$м^3$, %
	цемента	кг, %
	металла	кг, %
	энергии	кг усл.топл., %

5. Годовой объем производства (использования) продукции _____
6. Годовой эффект по приведенным затратам _____
(тыс.руб.)
7. Планируемый объем на _____ год (период)

Руководитель организации

Примечание. Справка не предполагает каких-либо финансовых отношений с НИИЖБ и не является основанием для получения вознаграждения авторами Рекомендаций.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения и область применения	4
2. Снижение передаточной прочности бетона при проектировании типовых конструкций и их изготовлении на заводах ЖБИ	5
3. Мероприятия по переводу типовых конструкций на пониженные уровни передаточной прочности бетона	I0
4. Примеры расчета	II
Приложение I. Образец письма о согласовании снижения передаточной прочности	I5
Приложение 2. Справка об использовании НТД по настоящим Рекомендациям	I6

Рекомендации по назначению передаточной прочности бетона предварительно напряженных железобетонных конструкций

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Л - 97727 Подписано в печать 19.08.86 Заказ № 1218
Формат 60х84/I6. Ротапринт. Усл.кр.-отт.I,0. Уч.-изд.л.I,0.
Тираж I000 экз. Цена I5 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25

gost.e-ecolog.ru