



**СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ**

---

**СТАНДАРТ СЭВ  
СТ СЭВ 1406-78**

**КОНСТРУКЦИИ БЕТОННЫЕ  
И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ**

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 6 февраля 1980 г. № 6 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 1406—78 «Конструкции бетонные и железобетонные. Основные положения проектирования» введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР**

**в народном хозяйстве СССР**

**с 01.01 1983 г.**

**в договорно-правовых отношениях по сотрудничеству**

**с 01.01 1981 г.**

<b>СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ</b>	<b>СТАНДАРТ СЭВ</b>	<b>СТ СЭВ 1406—78</b>
	КОНСТРУКЦИИ БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ <i>Основные положения проектирования</i>	Взамен СТ 76—74
		Группа Ж30

Настоящий стандарт СЭВ распространяется на бетонные и железобетонные конструкции жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных, гидротехнических, транспортных и др. зданий и сооружений, выполненных из бетонов различных видов с различного вида армированием, и устанавливает основные положения проектирования этих конструкций.

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Предельные состояния и обеспечение надежности

1.1.1. Бетонные и железобетонные конструкции следует рассчитывать по предельным состояниям, указанным в СТ СЭВ 384—76.

1.1.2. Надежность конструкций должна быть обеспечена одновременным выполнением положений СТ СЭВ 384—76 и конструктивных требований.

1.1.3. Коэффициент надежности по назначению конструкции вводится в расчет как множитель к коэффициентам надежности по нагрузке.

1.1.4. Расчет конструкций следует производить для стадий эксплуатации и производства работ, включая изготовление, транспортирование и возведение.

1.2. Нормативные и расчетные значения нагрузок и сопротивлений материалов

1.2.1. Нормативные значения нагрузок, а также значения коэффициентов надежности по нагрузке и коэффициентов сочетаний, применяемых для определения расчетных (крайних и эксплуатационных) значений нагрузок, следует принимать по СТ СЭВ 1407—78.

1.2.2. Нормативные сопротивления и характеристики деформативности материалов, а также расчетные сопротивле-

ния и коэффициенты надежности по материалу принимаются в соответствии с указаниями подразд. 2.1 и 2.2.

### 1.3. Геометрические данные

1.3.1. Размеры сечений, пролеты и значения других геометрических величин принимаются в расчетах по проектным данным.

1.3.2. Возможность неблагоприятного отклонения геометрических размеров сечений от проектных значений, а также отклонения положения элемента от предусмотренного проектом следует учитывать, вводя в расчет коэффициент условий работы  $m_g$ .

### 1.4. Предварительное напряжение

При расчете предварительно-напряженных конструкций следует принимать величину обжимающего усилия с учетом потерь предварительного напряжения, соответствующих рассматриваемым стадиям работы и наиболее неблагоприятному сочетанию коэффициентов точности предварительного напряжения и точности оценки потерь.

### 1.5. Усилия и перемещения

1.5.1. Усилия в конструкциях, а также перемещения следует определять по расчетным схемам, соответствующим условиям рассматриваемого предельного состояния и стадии работы конструкции. При этом расчетные схемы должны соответствовать принятым конструктивным решениям.

1.5.2. При расчете конструкций по предельным состояниям первой и второй группы усилия и перемещения следует определять с учетом неупругих деформаций бетона и арматуры и наличия трещин, а также с учетом в необходимых случаях деформированного состояния как отдельных элементов, так и конструкции.

Для статически неопределеных конструкций, методика расчета которых с учетом неупругих свойств железобетона не разработана, а также для промежуточных стадий расчета с учетом неупругих свойств железобетона допускается определять усилия в предположении линейной упругости материала.

### 1.6. Требования к расчету конструкций по предельным состояниям первой группы

1.6.1. При расчете конструкций по предельному состоянию разрушения любого характера усилия от крайних значений нагрузок (при расчете на выносливость — от эксплуатационных значений нагрузок) не должны превышать усилий, определяемых в соответствии с принципами, указанными в подразд. 3.3 и 3.4, которые могут быть восприняты сечениями при расчетных сопротивлениях материалов с уч-

том коэффициентов условий работы в соответствии с пп. 2.1.4 и 2.2.4.

Если условия предельного состояния не могут быть выражены через усилия в сечении, то напряжения в отдельных точках элементов от крайних значений нагрузок, вычисленные как для упругого или упруго-пластического тела с учетом возможности наличия трещин, не должны превышать расчетных сопротивлений материалов с учетом коэффициентов условий работы.

1.6.2. При расчете конструкций по предельным состояниям:

- 1) общей потери устойчивости формы;
- 2) перехода в изменяемую систему;

3) качественного изменения конфигурации крайнее значение нагрузки не должно превышать значения одинаковой по схеме распределения нагрузки, вызывающей достижение соответствующего предельного состояния. Если при определении этой последней нагрузки используются прочности материалов, то они принимаются равными расчетным сопротивлениям материалов, умноженным на коэффициенты условий работы.

1.6.3. При расчете конструкций по предельному состоянию устойчивости положения отношение крайних значений нагрузок или вычисленных по ним усилий, благоприятных с точки зрения устойчивости положения конструкции, к нагрузкам или усилиям, неблагоприятным с той же точки зрения, должны быть больше или равно единице. Значение указанного ограничения принимается в зависимости от точности предпосылок расчета.

1.6.4. Расчет конструкций по предельным состояниям, при которых наступает необходимость прекращения эксплуатации в результате текучести материала, сдвига в соединениях, ползучести или чрезмерного раскрытия трещин, как правило, не производится.

1.7. Требования к расчету конструкций по предельным состояниям второй группы

1.7.1. При расчете конструкций по образованию или раскрытию трещин в них под влиянием нагрузок, отвечающих рассматриваемому предельному состоянию, либо не должны образовываться трещины (нормальные, наклонные и продольные по отношению к оси элемента), либо образовавшиеся трещины должны быть надежно зажаты, либо ширина раскрытия трещин (нормальных или наклонных) не должна превышать предельно допустимых значений.

1.7.1.1. В зависимости от требуемой долговечности железобетонных конструкций, от условий, в которых находится

конструкция, а также от вида применяемой арматуры различаются три категории требований по трещиностойкости, предъявляемых к конструкции или ее частям:

1-я категория — при крайних значениях нагрузок не допускается образования трещин;

2-я категория — при эксплуатационных значениях нагрузок допускается ограниченное по ширине кратковременное раскрытие трещин при условии обеспечения их надежного зажатия при длительной части эксплуатационных нагрузок; это требование может не проверяться, если при крайних значениях нагрузок трещины не образуются;

3-я категория — при эксплуатационных значениях нагрузок допускается раскрытие трещин, ограниченное по ширине.

1.7.1.2. Предельно допустимая ширина раскрытия трещин (как нормальных, так и наклонных к продольной оси элемента) устанавливается в зависимости от вида арматуры, окружающей среды, а также эксплуатационных требований (конструктивных, технологических, эстетических).

1.7.1.3. Расчет конструкций по рассматриваемому предельному состоянию производится на основе принципов, указанных в подразд. 4.1, 4.2 и 4.3.

1.7.2. При расчете конструкций по деформациям усилия от эксплуатационных значений нагрузок не должны вызывать деформаций (прогибов, углов поворота и углов закручивания, кривизн, укорочений или удлинений и т. п.), превышающих предельно допустимые.

1.7.2.1. Предельно допустимые значения деформаций конструкций устанавливаются в зависимости от эксплуатационных требований (конструктивных, технологических и эстетических).

Предельно допустимые значения прогибов могут быть увеличены на высоту строительного подъема, если это не противоречит другим требованиям.

1.7.2.2. Прогибы следует рассчитывать на полное эксплуатационное значение нагрузки или ее часть в зависимости от условий эксплуатации конструкции.

1.7.2.3. Расчет конструкций по деформациям производится на основе принципов, указанных в подразд. 4.4.

1.7.3. Колебания конструкций рассчитываются на эксплуатационные значения нагрузок; при этом значения параметров, характеризующих динамические явления (перемещения точек, их скорости, ускорения, частоты), не должны превышать предельно допустимых.

1.7.3.1. Предельно допустимые значения параметров, характеризующих динамические явления, устанавливаются в

зависимости от эксплуатационных требований (конструктивных, технологических, физиологических).

1.7.3.2. Расчет конструкций по колебаниям производится на основе принципов, указанных в подразд. 4.5.

## 2. МАТЕРИАЛЫ

### 2.1. Бетон

2.1.1. В зависимости от назначения зданий и сооружений, а также условий эксплуатации принимаются классы бетона по следующим контролируемым характеристикам:

- 1) прочность на сжатие;
- 2) прочность на растяжение;
- 3) морозостойкость;
- 4) водонепроницаемость.

2.1.1.1. Основным является класс бетона по прочности на сжатие, определяемый значением гарантированной прочности бетона на сжатие  $R_b^G$  с символом В, контролируемой на кубах 150×150×150 мм, или с символом С, контролируемой на цилиндрах 150×300 мм, в установленные сроки с обеспеченностью 0,95.

Классы бетона по прочности на сжатие принимаются в соответствии с табл. 1.

2.1.2. Основными параметрами сопротивления бетона являются:

- 1) нормативное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b^N$ .
- 2) нормативное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bz}^N$ .

Значения нормативных сопротивлений определяются по гарантированной прочности бетона с использованием зависимостей, установленных опытным путем.

2.1.3. Расчетные сопротивления бетона сжатию  $R_b$  и осевому растяжению  $R_{bz}$  определяются по формулам:

$$R_b = \frac{R_b^N}{\gamma_b}, \quad (1)$$

$$R_{bz} = \frac{R_{bz}^N}{\gamma_b}, \quad (2)$$

где  $\gamma_b$  — коэффициент надежности по бетону.

Для предельных состояний первой группы принимается  $\gamma_b > 1,0$ , а для предельных состояний второй группы, как правило,  $\gamma_b = 1,0$ .

Таблица 1

Эталонный образец, мм	Классы бетона по прочности на сжатие																		
	Куб, 150×150×150	B1	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55
Цилиндр, 150×300	C0,8	C1,2	C1,6	C2	C2,8	C4	C6	C8	C10	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55

Примечание. При контроле прочности бетона на образцах-кубах для бетонов плотной структуры на цементном вяжущем и на плотных заполнителях, класса не ниже B5, применяемых в жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданиях и сооружениях, нормативные и расчетные сопротивления бетона принимаются в соответствии с приложением. Это приложение не распространяется на бетоны, применяемые в зданиях и сооружениях иного назначения, на иные виды бетонов и при контроле прочности бетона на образцах-цилиндрах.

2.1.4. При проверке предельных состояний в расчетные формулы следует подставлять расчетные значения сопротивлений бетона  $R_b$  и  $R_{bz}$ , умноженные на коэффициент условий работы бетона  $m_b$ .

2.1.4.1. Значения коэффициента условий работы бетона  $m_b$  определяются как произведение соответствующих частных коэффициентов условий работы, учитывающих влияние систематических факторов, не отраженных непосредственно в расчетах иным путем.

2.1.4.2. В расчетах следует принимать следующие частные коэффициенты условий работы бетона:

- $m_{b1} \leq 1,0$  — учитывающий влияние многократно повторяющейся нагрузки;
- $m_{b2} \geq 1,0$  — учитывающий длительность действия нагрузки;
- $m_{b3} \geq 1,0$  — учитывающий повышение прочности бетона при однократной быстродействующей нагрузке;
- $m_{b4} \leq 1,0$  — учитывающий различие в прочности бетона по длине сжатых элементов (при вертикальном бетонировании);
- $m_{b5} \leq 1,0$  — учитывающий уменьшение неупругих деформаций бетона с повышением его прочности, а также при автоклавной обработке;
- $m_{b6} \geq 1,0$  — учитывающий влияние сложного напряженного состояния на прочность бетона;
- $m_{b7} \leq 1,0$  — учитывающий влияние отрицательных отклонений размеров сжатых элементов;
- $m_{b8} \leq 1,0$  — учитывающий влияние попеременного замораживания и оттаивания;
- $m_{b9} \leq 1,2$  — учитывающий влияние повышенных и высоких температур (свыше 50°C);
- $m_{b10} \leq 1,0$  — учитывающий влияние вида заполнителя;
- $m_{b11} \geq 1,0$  — учитывающий особенности работы конструкции в стадии предварительного обжатия;
- $m_{b12} < 1,0$  — учитывающий особенности разрушения бетонных конструкций.

Кроме указанных выше частных коэффициентов условий работы бетона, допускается вводить в расчеты другие коэффициенты, учитывающие особые свойства бетона.

2.1.4.3. При определении коэффициента условий работы бетона не следует одновременно принимать частные коэффициенты условий работы, которые отражают влияние факторов, уже учтенных другими принятymi коэффициентами.

2.1.5. Характеристики деформативности бетона принимаются в зависимости от вида бетона и условий работы конструкции.

## 2.2. Арматура

2.2.1. При проектировании конструкций учитываются следующие характеристики арматуры:

- 1) прочность на растяжение;
- 2) удлинение при разрыве;
- 3) вид поверхности;
- 4) свариваемость;
- 5) хладноломкость.

2.2.1.1. Основными характеристиками арматуры являются нормативные сопротивления  $R_a^N$ , равные значениям физического или условного предела текучести при растяжении — для стержневой арматуры и значениям временного сопротивления разрыву или условного предела текучести — для проволочной арматуры, контролируемые с обеспеченностью 0,95.

2.2.2. Расчетное сопротивление арматуры растяжению определяется по формуле

$$R_a = \frac{R_a^N}{\gamma_a}, \quad (3)$$

где  $\gamma_a$  — коэффициент надежности по арматуре.

Для предельных состояний первой группы принимается  $\gamma_a > 1,0$ , а для предельных состояний второй группы, как правило,  $\gamma_a = 1,0$ .

2.2.3. Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{ac}$  принимается равным расчетному сопротивлению арматуры растяжению  $R_a$ , но не более величин, зависящих от деформативных свойств бетона. При отсутствии сцепления арматуры с бетоном ее расчетное сопротивление сжатию принимается равным нулю.

2.2.4. При проверке предельных состояний в расчетные формулы следует подставлять расчетные значения сопротивлений арматуры  $R_a$  и  $R_{ac}$ , умноженные на коэффициент условий работы арматуры  $m_a$ .

2.2.4.1. Значения коэффициента условий работы арматуры определяются как произведение соответствующих частных коэффициентов условий работы, учитывающих влияние систематических факторов, не отраженных непосредственно в расчетах иным путем.

2.2.4.2. В расчетах необходимо принимать следующие частные коэффициенты условий работы арматуры:

- $m_{a1} \leq 1,0$  — учитывающий влияние многократно повторяющейся нагрузки;
- $m_{a2} \geq 1,0$  — учитывающий повышение прочности арматуры при однократной быстродействующей нагрузке;
- $m_{a3} < 1,0$  — учитывающий различие между значениями условного предела текучести и временного сопротивления для проволочной арматуры, если ее нормативное сопротивление определяется по временному сопротивлению разрыву;
- $m_{a4} \leq 1,0$  — учитывающий особенности работы поперечной арматуры при расчете на поперечную силу;
- $m_{a5} \leq 1,0$  — учитывающий влияние сварки на прочность арматуры;
- $m_{a6} \leq 1,0$  — учитывающий характер совместной работы арматуры и бетона;
- $m_{a7} \geq 1,0$  — учитывающий работу высокопрочной арматуры при напряжениях выше условного предела текучести;
- $m_{a8} \leq 1,0$  — учитывающий влияние повышенных и высоких температур (свыше 50°C);
- $m_{a9} \leq 1,0$  — учитывающий влияние отрицательных температур.

Кроме указанных выше частных коэффициентов условий работы, допускается вводить в расчеты другие коэффициенты, учитывающие особые свойства арматуры.

2.2.4.3. При определении коэффициента условий работы арматуры не следует одновременно принимать частные коэффициенты условий работы, которые отражают влияние факторов, уже учтенных другими принятыми коэффициентами.

2.2.5. Характеристики деформативности арматуры принимаются в зависимости от вида арматуры и условий работы конструкций.

### 3. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ПЕРВОЙ ГРУППЫ

#### 3.1. Расчет устойчивости формы

Расчет устойчивости формы следует вести на основании анализа работы конструкции в деформированном состоянии. В отдельных случаях точный расчет заменяется упрощенным расчетом несущей способности сечений сжато-изогнутых элементов в соответствии с указаниями подразд. 3.3 и 3.4.

#### 3.2. Расчет устойчивости положения

Расчет устойчивости положения следует вести, учитывая:

- 1) все благоприятные и неблагоприятные влияния действующих нагрузок;
- 2) совместную работу конструкции и основания;
- 3) деформационные свойства конструкций и оснований;
- 4) сопротивления сдвигу, возникающие на контактной поверхности между конструкцией и основанием.

3.3. Расчет несущей способности сечений бетонных элементов

3.3.1. Расчет несущей способности бетонных элементов производится для сечений, нормальных к их продольной оси, с учетом или без учета сопротивления бетона растянутой зоны.

3.3.1.1. Без учета сопротивления бетона растянутой зоны производится расчет внерадиально-сжатых элементов, в которых допускается образование трещин, принимая, что достижение предельного состояния наступает вследствие разрушения сжатого бетона.

Расчет производится исходя из следующих предпосылок:

- 1) сопротивление бетона растянутой зоны принимается равным нулю;
- 2) сопротивление бетона сжатой зоны представляется напряжениями, равными  $m_b R_b$ , равномерно распределенными по части фактической сжатой зоны сечения, в дальнейшем именуемой «сжатой зоной бетона».

3.3.1.2. С учетом сопротивления бетона растянутой зоны производится расчет изгибаемых и растянутых элементов, а также тех внерадиально-сжатых элементов, в которых не допускаются трещины; при этом принимается, что достижение предельного состояния наступает вследствие разрушения бетона растянутой зоны.

Расчет производится исходя из следующих предпосылок:

- 1) плоские сечения после деформации остаются плоскими;
- 2) сопротивление бетона растянутой зоны представляется напряжениями, равными  $m_b R_{bz}$ , равномерно распределенными по растянутой зоне при предельном относительном удлинении крайнего растянутого волокна сечения, равном  $2m_b R_{bz}/E_b$ ;

3) распределение напряжений в сжатой зоне принимается с учетом упругих и неупругих деформаций бетона; эти напряжения не должны превышать  $m_b R_b$ .

3.3.2. При расчете сжатых бетонных элементов начальный эксцентриситет принимается как сумма случайного эксцентриситета (от неточности изготовления, неоднородности структуры) и эксцентриситета, определяемого статическим

расчетом. В статически неопределеных конструкциях допускается при расчете сжатых элементов начальный эксцентрикитет принимать равным эксцентриситету, найденному из статического расчета, но не менее случайного.

Кроме того, в расчетах несущей способности сжатых элементов следует учитывать влияние их прогибов на величину начального эксцентриситета продольного усилия, а также влияние длительности действия нагрузки.

3.3.3. Расчет бетонных элементов на действие поперечных сил производится как для упругого тела путем определения значений главных напряжений.

3.3.4. Расчет несущей способности сечений массивных конструкций и элементов с большой высотой сечения ведется на основе предпосылок, аналогичных предпосылкам п. 3.3.1, с учетом специфических свойств вида сечения или элемента (нелинейности эпюры напряжений, распора и т. п.).

3.4. Расчет несущей способности сечений железобетонных элементов

3.4.1. Расчет несущей способности железобетонных элементов производится для сечений, нормальных к их продольной оси, а также наклонных к ней сечений наиболее опасного направления; при наличии крутящих моментов необходимо также проверять несущую способность наиболее опасного пространственного сечения.

3.4.1.1. При определении предельных усилий в сечении необходимо исходить из следующих предпосылок:

1) сопротивление бетона сжатой зоны представляется напряжениями, равными  $t_b R_b$ , равномерно распределенными по части фактической сжатой зоны сечения, в дальнейшем именуемой «сжатой зоной бетона»;

2) растягивающие напряжения в арматуре не должны превышать значения  $t_a R_a$ ;

3) сжимающие напряжения в ненапрягаемой и напрягаемой арматуре не должны превышать значения  $t_{ad} R_{ac}$ ;

4) напряжения в напрягаемой арматуре, расположенной в сжатой зоне, принимаются не менее предварительного напряжения  $\sigma_0$ , уменьшенного на величину напряжения, соответствующего укорочению окружающего бетона к моменту его разрушения ( $\sigma_0$  — растягивающее предварительное напряжение в арматуре, принимаемое в зависимости от рассматриваемой стадии работы элемента, способа натяжения арматуры и величины потерь).

3.4.1.2. Допускается также производить расчет исходя из рабочих диаграмм бетона и арматуры.

3.4.2. Расчет несущей способности сечений, нормальных к продольной оси элемента, производится исходя из условий

равновесия усилий при соблюдении предпосылок, указанных в п. 3.4.1.

3.4.2.1. При расчете сжатых элементов начальный эксцентрикитет принимается в соответствии с указаниями п. 3.3.2.

В расчетах несущей способности сжатых элементов следует учитывать влияние их прогибов на величину начального эксцентрикитета продольного усилия, а также влияние длительности действия нагрузки.

3.4.2.2. Расчет несущей способности сечений массивных конструкций и элементов с большой высотой сечения ведется на основе предпосылок, аналогичных предпосылкам п. 3.4.1, с учетом специфических свойств вида сечения или элемента (нелинейности эпюры напряжений, распора и т. п.).

3.4.3. Расчет несущей способности сечений, наклонных к продольной оси элемента, производится исходя из условий равновесия усилий при соблюдении предпосылок, указанных в п. 3.4.1, с учетом поперечной силы, воспринимаемой сжатой зоной бетона. Допускается учитывать другие факторы, влияющие на несущую способность наклонного сечения, а также производить расчет отдельно по поперечной силе и по изгибающему моменту.

3.4.4. Расчет несущей способности пространственных сечений элементов, подвергающихся кручению, производится исходя из условий равновесия усилий, при сохранении предпосылок, указанных в пп. 3.4.1. и 3.4.3.

3.4.5. Расчет выносивости элементов железобетонных конструкций производится путем определения напряжений в бетоне и арматуре, вычисляемых как для упругого тела; при этом неупругие деформации бетона сжатой зоны, вызванные повторениями нагрузок, учитываются снижением модуля упругости бетона.

**3.5. Расчет сохранения неизменяемости системы**

Нагрузка, вызывающая переход несущей неизменяемой системы в систему изменяемую, определяется из условия, что после ее достижения наступает возможность потери равновесия между нагрузкой и усилиями, сопротивляющимися возникновению кинематического перемещения.

#### **4. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ВТОРОЙ ГРУППЫ**

**4.1. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин**

4.1.1. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к их продольной оси, производится исходя из следующих предпосылок:

1) плоские сечения после деформации остаются плоскими;

2) сопротивление бетона растянутой зоны представляется напряжениями, равными  $t_b R_{bz}^N$ , равномерно распределенными по растянутой зоне при предельном относительном удлинении крайнего растянутого волокна сечения, равном  $2t_b R_{bz}^N / E_b$ ;

3) распределение напряжений в сжатой зоне принимается с учетом упругих и неупругих деформаций бетона; эти напряжения не должны превышать  $t_b R_b^N$ ;

4) величина напряжений в ненапрягаемой арматуре равна сумме напряжений, вызванных усадкой и ползучестью бетона, и напряжения, соответствующего приращению относительной деформации окружающего бетона;

5) величина напряжений в напрягаемой арматуре равна сумме установившегося предварительного напряжения (с учетом всех потерь) и напряжения, соответствующего приращению относительной деформации окружающего бетона.

4.1.2. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин нормальных к их продольной оси, при многократно повторяющихся нагрузках производится по приведенным сечениям в предположении упругой работы элементов (с учетом снижения модуля упругости бетона).

4.1.3. Расчет железобетонных элементов по образованию наклонных трещин производится в предположении упругой работы элемента, принимая, что наклонная трещина образуется на уровне, где касательное напряжение наибольшее.

4.2. Расчет ширины раскрытия трещин в железобетонных элементах.

4.2.1. Ширина раскрытия трещин определяется с учетом:

- 1) вида бетона и арматуры и условий их сцепления;
- 2) вида и характера нагрузок;
- 3) величины напряжений в арматуре растянутой зоны;
- 4) вида продольного и поперечного армирования.

4.2.2. Во избежание появления и раскрытия продольных трещин должны приниматься конструктивные меры, а в предварительно-напряженных элементах, кроме того, ограничиваться сжимающие напряжения в бетоне в стадии предварительного обжатия.

4.3. Расчет зажатия трещин в железобетонных элементах

Сжимающие напряжения определяются исходя из предпосылки об упругом поведении материалов.

#### 4.4. Расчет деформаций бетонных и железобетонных конструкций

4.4.1. Деформации железобетонных конструкций, в которых по расчету не образуются трещины при полном значении эксплуатационной нагрузки или трещины зажаты при длительной части эксплуатационной нагрузки, а также деформации бетонных конструкций вычисляются как для сплошного упругого тела при уменьшенном значении модуля упругости бетона вследствие проявления неупругих деформаций.

4.4.2. Деформации железобетонных конструкций, в элементах которых по расчету образуются трещины в растянутой зоне, вычисляются исходя из значений кривизны с учетом влияния наличия трещин и совместной работы растянутого бетона и арматуры на участке между трещинами.

Кривизна элементов с трещинами принимается равной отношению разности средних относительных деформаций крайнего волокна бетона сжатой зоны сечения и продольной растянутой арматуры к рабочей высоте сечения. Значения средних относительных деформаций определяются с учетом упругих и неупругих свойств бетона и упругих свойств арматуры, а также с учетом неравномерного распределения относительных деформаций по длине элемента на участках между трещинами.

4.5. Расчет параметров колебаний бетонных и железобетонных конструкций

4.5.1. Параметры, характеризующие динамическую работу бетонных и железобетонных конструкций, определяются по методам строительной динамики; при этом по мере возможности учитываются следующие явления:

- 1) появление трещин;
- 2) затухание динамических явлений;
- 3) влияние предварительного напряжения на динамические свойства конструкций.

4.5.2. При определении жесткости элементов после появления трещин допустимо исходить из правил, указанных в подразд. 4.4, и условий работы конструкций.

### 5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1. Расстояния между температурно-усадочными и между осадочными швами

Расстояния между температурно-усадочными и между осадочными швами определяются на основе анализа работы зданий и сооружений под влиянием разницы температур, усадки бетона и осадки основания путем расчета или по опытным данным.

## 5.2. Минимальные размеры сечений элементов

Минимальные размеры сечений элементов должны удовлетворять требованиям конструирования, а также обеспечивать надежность конструкции при неблагоприятных влияниях во время ее эксплуатации. При этом следует учитывать возможность качественного выполнения работ, а также назначение и требуемую долговечность конструкции.

### 5.3. Длина опор

Длина опор должна обеспечивать надежную передачу усилий от одного элемента к другому.

При назначении длины опор необходимо учитывать обеспечение надежности анкеровки арматурных стержней, доходящих до опоры.

### 5.4. Минимальное армирование

5.4.1. Минимальная площадь сечения продольной арматуры в растянутой зоне нормального к плоскости изгиба сечения элементов должна быть не менее 0,05% от полной площади сечения бетона. Для предварительно-напряженных конструкций это значение может быть снижено.

5.4.2. В сжатых элементах минимальная площадь сечения продольной арматуры (в процентах от полной площади сечения бетона) у каждой из противоположных сторон сечения, нормальных плоскости изгиба, принимается в зависимости от гибкости и должна быть не менее:

0,05% — в элементах с гибкостью  $l/i \leq 17$ ;

0,25% — в элементах с гибкостью  $l/i \geq 104$ ,

где  $l$  — расчетная длина элемента;

$i$  — радиус инерции сечения элемента.

При гибкости элемента свыше 17, но менее 104, минимальная площадь сечения продольной арматуры принимается по линейной интерполяции.

5.4.3. В элементах с продольной арматурой, расположенной равномерно по контуру сечения, минимальная площадь сечения всей продольной арматуры должна приниматься вдвое больше величин, указанных в п. 5.4.2.

5.4.4. Если требования по величине минимального армирования не удовлетворяются, элементы конструкции следует рассчитывать как бетонные.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА

1. При контроле прочности бетона на образцах-кубах для бетонов плотной структуры, на цементном вяжущем и на плотных заполнителях класса не ниже В 5, применяемых в жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданиях и сооружениях, нормативные и расчетные сопротивления бетона, а также другие характеристики принимаются по данному приложению.

2. Нормативные сопротивления бетона осевому сжатию определяются по формуле

$$R_b^N = (0,77 - 0,001 R_b^G) R_b^G, \quad (4)$$

но принимаются не менее  $0,72 R_b^G$ ,

где  $R_b^G$  — гарантированная прочность бетона на сжатие, контролируемая на кубах  $150 \times 150 \times 150$  мм.

3. Значения нормативного сопротивления бетона осевому сжатию  $R_b^N$ , вычисленные по формуле (4), а также значения нормативного сопротивления бетона осевому растяжению  $R_{bz}^N$  приведены (с округлением) в табл. 2.

4. Значения коэффициентов надежности по бетону принимаются:

1) для предельных состояний первой группы

$\gamma_b = 1,3$  — при сжатии;

$\gamma_b = 1,5$  — при растяжении;

2) для предельных состояний второй группы  $\gamma_b = 1,0$ .

5. Значения расчетных сопротивлений бетона сжатию  $R_b$  и осевому растяжению  $R_{bz}$  для предельных состояний первой группы приведены (с округлением) в табл. 3.

6. Значения модуля упругости бетона  $E_b$  в пределах температуры от минус 40 до плюс 50°C при отсутствии опытных данных принимаются в соответствии с табл. 4. Для бетона, подвернутого тепловой обработке при атмосферном давлении, автоклавной обработке, приведенные в табл. 4 значения  $E_b$  следует умножить соответственно на 0,9 и 0,75.

Таблица 2

## Нормативные сопротивления бетона (МПа)

Вид сопротивления	Класс бетона													
	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
$R_b^N$	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
$R_{bz}^N$	0,55	0,70	0,85	1,00	1,15	1,40	1,60	1,80	1,95	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50

Таблица 3

## Расчетные сопротивления бетона (МПа)

Вид сопротивления	Класс бетона													
	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
$R_b$	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0
$R_{bz}$	0,37	0,48	0,57	0,66	0,75	0,90	1,05	1,20	1,30	1,40	1,45	1,55	1,60	1,65

Таблица 4

## Модули упругости бетона (МПа)

Класс бетона	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
$E_b \cdot 10^{-3}$	13,0	16,0	18,0	21,0	23,0	27,0	30,0	32,5	34,5	36,0	37,5	39,0	39,5	40,0

7. Коэффициент Пуассона принимается равным 0,2.

8. Коэффициент температурного расширения при изменении температуры от минус 40 до плюс 50 °С принимается равным  $1 \cdot 10^{-5}$  град $^{-1}$ .

Конец

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ****ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

1. Нагрузка — сокращенное обозначение понятия «нагрузки и воздействия».
2. Конструкции — сокращенное обозначение понятия «конструкции и изделия».
3. Перемещение — общее обозначение для прогибов, поворотов, сдвигов.
4. Временное сопротивление разрыву — значение напряжения в образце арматурного стержня или проволоки при испытании с заданной скоростью относительных удлинений, определенное по разрывающему усилию и номинальной площади поперечного сечения.
5. Основание — при расчете в соответствии с подразд. 3.2 в это понятие входит также грунт, окружающий конструкцию, если она находится ниже уровня поверхности земли и подвергается нагрузкам, вызывающим возможность ее сдвига, поднятия и т. п.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ**

1. Автор — делегация ПНР в Постоянной Комиссии по строительству.
2. Тема — 22.200.09—77.
3. Стандарт СЭВ утвержден на 44-м заседании ПКС.
4. Срок начала применения стандарта СЭВ:

Страны—члены СЭВ	Срок начала применения стандарта СЭВ в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно-техническому сотрудничеству	Срок начала применения стандарта СЭВ в народном хозяйстве
НРБ	Январь 1981 г.	Январь 1983 г.
ВНР	Январь 1981 г.	Январь 1983 г.
ГДР	Январь 1981 г.	Январь 1983 г.
Республика Куба		
МНР	Январь 1981 г.	
ПНР	Январь 1981 г.	Январь 1982 г.
СРР	—	—
СССР	Январь 1981 г.	Декабрь 1982 г.
ЧССР	Январь 1981 г.	Январь 1982 г.

5. Срок первой проверки — 1984 г., периодичность проверки — 5 лет.

Редактор *В. П. Огурцов*

Технический редактор *А. Г. Каширин*

Корректор *Е. И. Евтеева*

Сдано в наб. 20.01.82. Подп. к печ. 19.02.82 1,25 п. л. 1,16 уч.-изд. л. Тир. 8000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3  
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 96