**ГОССТРОЙ СССР НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА, И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**«НИ И Ж Б "**

**СЕМЕНОВ Петр Павлович**



**На правах рукописи УДК 624.072,2.012.35.**

**ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БЕТОНОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ДЕЙСТВИИ НАГРУЗКИ**

**Специальность 05.23.01 - Строительные конструкции**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук**



**Научный руководитель доктор технических наук, профессор ГВОЗДЕВ А.А.**

**Москва - 1983 г.**

**- 2 -**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Стр.
ВВЕДЕНИЕ 5**

**1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. **Основные механические свойства бетонов и спо­собы их учета при расчете прочности нормаль­ных сечений 9**
2. **Оценка напряжений в арматуре при расчете проч­ности нормальных сечений . 28**
3. **Возможный путь построения расчета прочности нормальных сечений железобетонных конструк­ций, изготовляемых из бетонов разных классов**

**и видов 32**

**2. ПРОГРАММА РАБОТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. **Программа работы 34**
2. **Опытные образцы 36**
3. **Состав смеси исследуемых бетонов и техноло­гия их изготовления 42**
4. **Методика испытаний опытных образцов 45**

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ И ИХ АНАЛИЗ**

1. **Испытания бетонных призм на центральное сжатие 52**
2. **Испытания арматуры на разрыв 57**
3. **Испытания армированных и неармированных бе­тонных призм на центральное и внецентренное**

**сжатие 60**

1. **Общая характеристика испытаний образцов... 60**
2. **Осевые деформации арматуры 65**
3. **Деформации наиболее сжатого волокна бетона 70**

**- З -**

**Стр.**

1. **Распределение деформаций в бетоне по высоте сечения призм 73**
2. **Характер поведения призматических образцов**

**в процессе загружения 76**

**3.4. Испытания балок на изгиб . . . 78**

1. **Общая характеристика испытаний балочных об­разцов 78**
2. **Осевые деформации арматуры в зоне постоян­ного момента балочных образцов ...... 79**
3. **Деформации наиболее сжатого волокна бетона 85**
4. **Распределение деформаций бетона по высоте сечений 94**
5. **Прогибы 95**
6. **Характер поведения балочных образцов в про­цессе загружения 98**

**3.5. Обработка результатов испытаний 100**

**Выводы 103**

**4. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО НЕТУ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БЕТОНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕ­ЧЕНИЙ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 4.1. Прочностные и деформативные характеристики**

**различных видов бетонов 104**

1. **Расчетная зависимость по оценке характери­стики упруго-пластических свойств бетонов 104**
2. **Расчетная зависимость по оценке краевых предельных деформаций укорочения бетонов 109**
3. **Расчетная зависимость по оценке положения равнодействующей в сжатом бетоне .... 116**

**- 4 -**

**Стр.**

**4.2. Сравнение результатов расчета с опытными**

**данными 118**

1. **Общий случай оценки прочности нормальных се­чений элементов произвольной формы с различ­ными механическими свойствами бетона .... 129**
2. **Пример расчета железобетонного элемента на**

**косое внецентренное сжатие 138**

**4.5. Предложение для норм по расчету прочности
бетонных элементов 150**

**Выгоды 157**

**5. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО УЧЕТУ СВОЙСТВ БЕТОНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ОБРАЗОВАНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН ИЗГИБАЕ­МЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

1. **Исходные предпосылки 158**
2. **К оценке упруго-пластического момента сопро­тивления 160**
3. **Применение общего случая к расчету изгибае­мых элементов прямоугольного сечения по об­разованию нормальных трещин 167**

**ВЫВОДЫ... 171**

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ 172**

**ЛИТЕРАТУРА 175**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 193**

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Основные результаты настоящей работы сводятся к следующему:

1. Исследованы прочностные и деформативные характеристики
бетонов с существенно различающимися величинами отношений упру­
гой части деформаций *Є у* к их предельной величине при осевом
сжатии *£R* : шлакопемзобетон *(£у/£д -* 0,80); тяжелый бетон

( *£у/£& =* 0,46); полимербетон на основе эпоксидной смолы *(£у/в/г* = 0,34). Для указанных бетонов получены опытные значе­ния параметров, характеризующих в предельном по прочности состо­янии: полноту эпюры нормальных напряжений в бетоне сжатой зоны *О0* ; положение их равнодействующей *j80* ; предельные дефор­мации укорочения *б0* крайнего сжатого волокна сечений прямо­угольной формы. Исследования проведены применительно к кратко­временному действию нагрузки.

2. На основе анализа опытных данных рекомендованы простые
расчетные зависимости (4.1), (4.12) и (4.16), позволяющие про­
гнозировать указанные выше параметры *0)о* , *£Q* и *j30* для бе­
тонов различных видов, используя при этом лишь три характерис­
тики бетона, определяемые из стандартных испытаний бетонных
призм на осевое сжатие; призменной прочности *Длр* модуля
упругости *Eg-* и предельного укорочения *£#* .

Предложенные зависимости отличаются сравнительной просто­той и, в то же время, удовлетворяют двум крайним случаям свойств материала (идеально-упругий материал с треугольной эпю­рой напряжений и *Од0* = 0,5 и жестко-пластический материал с пря­моугольной эпюрой напряжений и *Сд0* = I). Кроме того зависимость (4.12) для определения *&0* учитывает не только упруго-плашж-ческие свойства бетонов, но также и форму поперечного сечения

- 173-

сжатой зоны бетона.

3. Разработан общий случай расчета прочности нормальных
сечений бетонных и железобетонных элементов произвольной формы
сечения из различных видов и классов бетона и арматуры и обще­
го случая загружения (косой изгиб, косое внецентренное сжатие
и др.).

Предлагаемый подход сравнительно прост, имеет четкую фи­зическую интерпретацию и ориантирован на его использование при проектировании без специального применения ЭВМ. С этой точки зрения он является дальнейшим развитием общего случая расчета, используемого в главе СНиП П-2І-75 "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования".

4. Работоспособность метода расчета прочности нормальных
сечений проверена путем сравнения расчетных значений разрушаю­
щих нагрузок с собственными опытными данными и данными других
исследователей при общем количестве 187 изгибаемых и внецент-
ренно-сжатых образцов из 5 видов бетона различной прочности и
армирования.

Приведен пример общего случая расчета применительно к оце­нке прочности кососжатых железобетонных элементов с применени­ем простого алгоритма.

5. Разработаны предложения по определению прочности раз­
личных бетонов на осевое растяжение исходя из испытаний бетон­
ных призм на изгиб. Для этого рекомендуется упруго-пластичес­
кий момент сопротивления определять по достаточно-простому вы­
ражению (6.12), учитывающему свойства бетона и переходящему
для идеально упругого материала в момент сопротивления извест­
ный из сопротивления материалов.

**- 174 -**

1. **Разработана расчетная модель для оценки момента образен вания нормальных трещин изгибаемых железобетонных элементов пря­моугольного сечения из бетонов различных видов. Для бетонов соб­ственного эксперимента проведено сопоставление опытных моментов образования нормальных трещин с расчетными, вычисленными для из­гибаемых армированных образцов. Однако в дальнейшем необходимы специальные эксперименты по выявлению параметров растянутого бе­тона подобно тому, как это выполнено в настоящей работе для сжа­того бетона,**
2. **По результатам выполненной работы разработаны "Рекомен­дации по методике определения параметров, характеризующих свой­ства различных бетонов при расчете прочности нормальных сечений стержневых железобетонных элементов". М., 1983 г., одним из ав­торов которых является диссертант.**

**Цель Рекомендаций - унифицировать проведение эксперименталь­ных работ по определению вышеупомянутых параметров, уменьшить объем исследований и, тем самым, сократить сроки внедрения но­вых бетонов в конструкциях.**

**- 8. Разработаны и включены в главу СНиП П-2І п.2.13 табл.15 предложения по оценке прочности бетонных элементов, учитывающие различные упруго-пластические свойства бетонов через их коэффи­циент условия работы.**

**9. При пересмотре главы СНиП В П-2 "Строительные конструк­ции и основания зданий и сооружений" по разделу 2 "Бетонные и железобетонные конструкции" использованы данные настоящей ра­боты при назначении нормативных и расчетных характеристик бето­нов и их основных расчетных зависимостей.**