

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Журавлева Екатерина Викторовна

Исследование пластических свойств железобетона

Направление 08.04.01 – «Строительство»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Комсомольск-на-Амуре
2020 г.



Работа выполнена ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Дзюба Виктор Александрович

Рецензент: заместитель начальника управления
потребительского рынка администрации
города Комсомольского-на-Амуре,
кандидат экономических наук,
доцент Гутник Елена Алексеевна

Защита состоится «23» июня 2020г. в ____ часов ____ мин. на заседании государственной аттестационной комиссии по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ» ауд. _____.

Автореферат разослан ____ июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

И.В. Погорельских

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Увеличение объёмов гражданского строительства, в том числе с использованием монолитного железобетона, определяет поиск эффективных строительных материалов для производства несущих систем зданий и сооружений.

В настоящее время в строительстве начинают широко применяться новые виды арматурных сталей и высокопрочных бетонов. Особый интерес представляет арматурная сталь класса А500С, которая имеет значение физического предела текучести с обеспеченностью 0,95 равным 500 МПа. Данная арматурная сталь широко распространена как в Российской Федерации, так и за рубежом.

Отличает эту арматурную сталь более высокий предел текучести, чем арматуры А400, что позволяет в итоге получать более экономичные проектные решения для железобетонных конструкций на стадии проектирования.

Несущие системы зданий являются статически неопределимыми системами, для которых характерно перераспределение усилий под нагрузкой. Распределение усилий в таких конструкциях зданий не остаётся постоянным, а меняется с ростом нагрузки вследствие физической нелинейности материалов. Для того чтобы перераспределение проходило эффективно, очень важно иметь арматуру с выраженными пластическими свойствами. Арматура А500С является более прочной, чем арматура А400. Однако возможность использования этой арматуры в расчетах несущих систем зданий с учетом физической нелинейности остается недостаточно изученной. Для выявления реальных пластических свойств арматуры и ее использования в железобетонных конструкциях при проектировании несущих систем зданий с учетом физической нелинейности были проведены экспериментальные исследования арматурных сталей и выполнены машинные эксперименты железобетонных конструкций при разном армировании.

Расчет стержневых статически неопределимых систем производится с помощью современных вычислительных программных комплексов в основном по упругой модели расчета. В связи с этим ограничена возможность учета повреждений структуры материала, накапливающихся в процессе нагружения конструкций.

Однако изгибная жесткость, как показывают исследования железобетонных конструкций, является переменной величиной. С ростом нагрузки в бетоне образуются трещины, развиваются деформации ползучести, текучесть в арматуре. Поэтому изгибная жесткость является переменной величиной, функцией действующих в элементах усилий.

Если вести расчёт с постоянной жесткостью, то результаты расчета зданий будут показывать искаженное напряженно-деформированное состояние строительных конструкций. Наиболее правильным является такой расчет зданий, при котором жесткость, задаваемая в исходных данных вычислительного программного комплекса, будет соответствовать моменту, действующему в этом сечении. Для выполнения такого расчёта нужен закон изменения жёсткости как функции момента. Поэтому необходимо совершенствование и развитие деформационной модели железобетона, методов ее расчета с учетом физической нелинейности данного материала. Решением этой проблемы посвящена данная магистерская диссертация.

Целью диссертационной работы является:

- исследование пластических свойств арматуры класса А500С и железобетонных конструкций армированных этой арматурной сталью.

Теоретической и методологической основой исследования послужили методы теоретического и практического исследования псевдопластического деформирования железобетонных конструкций на стадии, близкой к разрушению. В процессе работы над диссертацией изучены работы российских, зарубежных ученых, посвященные вопросам исследования железобетонных конструкций при больших деформациях. Наибольшее влияние на

выполненное исследование оказали результаты работ Карпенко Н. И., Байкова В. И., Дзюбы В. А., Панышина Л. Л., Дроздова П. Ф., Бондаренко В. М., Глушаковой Ю. С.

Автор защищает: экспериментальные диаграммы растяжения арматурных сталей класса А500С, изготавливаемых на Комсомольском-на-Амуре металлургическом предприятии; результаты анализа экспериментальных диаграмм «напряжение-деформация» арматурных сталей А400 и А500С; деформационные характеристики железобетонных балок при различных процентах армирования и различных значениях высоты сжатой зоны с арматурой классов А400 и А500С на основе графиков «момент-кривизна»; практические рекомендации по применению графика «момент – кривизна» для расчета плоских железобетонных рам различной этажности как статически неопределимых систем.

Научную новизну работы составляют: экспериментальные опытные диаграммы «напряжение-деформация» для арматуры класса А500С, изготавливаемые Комсомольским на Амуре металлургическим предприятием; анализ пластических свойств арматуры А500С в сравнении с арматурой А400 на основе экспериментальных данных; расчетные диаграммы «момент – кривизна» для железобетонных изгибаемых элементов при различном значении высоты сжатой зоны при армировании арматурой класса А500С; сопоставление расчетных диаграмм «момент – кривизна» для железобетонных изгибаемых элементов, армированных арматурами класса А500С и А400; практические рекомендации по использованию арматуры класса А500С в расчетах статически неопределимых систем.

Практическая ценность: результаты экспериментальных исследований арматурных сталей А500С в сравнении с классом А400, показывает высокую пластичность арматурной стали класса А500С (длина площадки текучести почти вдвое превышает длину площадки текучести арматуры класса А400). Это определяет её эффективность при применении в расчетах статически неопределимых систем. Используя результаты экспериментальных ис-

следований, а также деформационную теорию, разработанную к.т.н., доцентом В.А. Дзюба, в программе «ГИД» проведены численные эксперименты, которые показали значительную пластичность железобетонных элементов армированных арматурной сталью А500С, что определяет возможность полноценного перераспределения усилий в статически неопределимых системах многоэтажных зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации опубликованы в шести научных статьях:

- Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 213–219, 29-30 ноября 2018 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

- Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 219–223, 29-30 ноября 2018 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

- II Всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» часть 2, стр. 63 – 66, 12 апреля 2019, г. в Комсомольском-на-Амуре.

- II Всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» часть 2, стр. 66 – 68, 12 апреля 2019, г. в Комсомольском-на-Амуре.

- Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 145–152, 16–18 декабря 2019 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

- Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 152–156, 16–18 декабря 2019 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

Выступление на международной научно-практической конференции «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия», 16–18 декабря 2019 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

Настоящая работа выполнена в 2018-2020 годах в лаборатории механических испытаний (ауд. 1л/2) и лаборатории железобетонных конструкций (ауд. 26/1) в Комсомольском-на-Амуре государственном университете, под руководством к.т.н., доцента В.А. Дзюбы.

Структура и объём работы.

Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, списка литературы (21 источник). Основной текст изложен на 108 страницах, содержит 15 таблиц и 47 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, предмет и объект исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость, апробация результатов.

В **первой главе** «Деформационная модель расчета железобетонных конструкций» были рассмотрены учет физической нелинейности при проектировании железобетонных конструкций, применение упругих и неупругих методов в расчетах несущих систем и автоматизированные методы расчета железобетонных конструкций.

На сегодняшний день при определении напряженно-деформированного состояния бетонных и железобетонных конструкций учитывается зависимость «напряжение – деформация» полной диаграммы деформирования сжатого бетона. Диаграмма деформирования бетона состоит из двух характерных участков: восходящей и нисходящей ветви. Восходящая ветвь представ-

ляет собой функцию зависимости «напряжение – деформация» до напряжений в вершине диаграммы, называемых пределом кратковременной прочности бетона. Описание восходящей ветви диаграммы производится достаточно надежно благодаря богатой базе экспериментальных данных. Напротив экспериментальное исследование нисходящей ветви является более трудоемкой задачей, для решения которой необходимо применение специального экспериментального оборудования.

Наиболее применимы в строительной механике железобетона следующие виды диаграмм деформирования: диаграмма Н.И. Карпенко; диаграмма В. Н. Байкова; диаграмма, рекомендованная ЕКБ-ФИП; диаграмма, предложенная Kent и Park; зависимость, предложенная Popovics S.; модифицированная зависимость Thoenfeldt; зависимость, предложенная Tsai.

Неупругий расчет является более предпочтительным. При таком расчете учитывается нелинейная работа материалов в железобетонной конструкции, что позволяет выявить её истинное напряженно-деформированное состояние.

Однако нелинейный расчет предполагает использование итераций, многократного вычисления с корректировкой жесткостей и других параметров. Поэтому нелинейные расчеты слишком трудоемки для выполнения их вручную. По этой причине такие расчеты были не популярны долгое время. Но с развитием современной вычислительной техники и автоматизированной базы в настоящее время появились многие программные комплексы, и возросла заинтересованность в реализации неупругих расчетов при помощи вычислительной техники

В настоящее время для проведения расчетов строительных сооружений широко используются различные программные комплексы, реализующие метод конечных элементов, позволяющие с полным соответствием реальным геометрическим размерам и физико-механическим свойствам моделируемого объекта оценить его напряженно-деформированное состояние и спрогнозировать его поведение.

Практически не осталось ограничений по расчету сооружений любой сложности - в статике и динамике, в упругой и неупругой стадиях работы, с учетом последовательности и технологии возведения, включая изменение конструктивной схемы и появление новых нагрузок при реконструкции, позволяющих выполнить расчеты и визуализировать их результаты.

В настоящее время для проведения расчетов строительных сооружений широко используются различные программные комплексы, реализующие метод конечных элементов, позволяющие с полным соответствием реальным геометрическим размерам и физико-механическим свойствам моделируемого объекта оценить его напряженно-деформированное состояние и спрогнозировать его поведение.

Среди них можно отметить такие сопровождающие строительное проектирование программные продукты, как: Мономах, ANSYS, SCAD, Лира-СОФТ, Autodesk Robot Structural Analysis Professional, МОНОМАХ, APM Civil Engineering, ПК STARK ES.

Анализ современных исследований показывает, что учёт пластических свойств железобетона позволяет выявить истинно напряжённо-деформированное состояние несущих систем многоэтажных зданий.

Для учета физики процессов и корректировки расчетов самостоятельно существует программа «GID», которая обладает данными функциями.

Во второй главе «Экспериментальные исследования деформационных свойств арматурных сталей» в лаборатории механических испытаний (ауд. 1л/2) и лаборатории железобетонных конструкций (ауд. 26/1) кафедры «Строительство и архитектура» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете, под руководством к.т.н., доцента В.А. Дзюбы. Для выявления реальных пластических свойств арматуры и ее использования в железобетонных конструкциях при проектировании несущих систем зданий с учетом физической нелинейности - были проведены экспериментальные исследования арматурных сталей и выполнены машинные эксперименты железобетонных конструкций при разном армировании.

Были испытаны арматурные стрежни класса А400 и А500С диаметром 12мм, длиной 300мм, в том числе расстояние между захватами в свету составляло – 210мм. Было испытано два стрежня класса А400, а также два стержня А500С. При проведении испытаний на арматурные стержни устанавливался датчики измерения деформации - экстензометр.



Рисунок 1 - Испытательная машина INSTRON 3382

Испытания арматуры на растяжение проводили при статическом нагружении, т.е. нагрузка к арматурным стрежням прикладывалась медленно без толчков и ударов, с постепенным нарастанием. Испытательная машина сообщала образцам принудительное удлинение и регистрировала нагрузку, соответ-

ствующую этому удлинению. График, изображающий зависимость между нагрузкой и деформацией в процессе статических испытаний образцов на растяжение вплоть до момента его разрушения, т.е. диаграмма растяжения автоматически вычерчивается с помощью диаграммного аппарата испытательной машины. Используя стандартные приемы копирования после проведенных испытаний результаты испытаний и графики, экспортировались из одного приложения в другое, а полная совместимость с Microsoft Word, Excel, позволяет без проблем экспортировать данные.

Особенностью данной машины является то, что она проводит испытания с постоянной скоростью деформирования. Это позволяет построить полную диаграмму растяжения материалов и зафиксировать деформации в момент предшествующий разрушению этого материала.

Данная испытательная машина предназначена для проведения механических испытаний на растяжение, сжатие, трехточечный изгиб, а также на циклическую с последующей компьютерной обработкой данных и получением результатов испытаний в виде графиков, табличном виде с указанием всех параметров испытаний.

Система INSTRON3382 имеет максимальную нагрузку 100 кН, скорость деформирования максимальная 500 мм/мин, минимальная 0,05 мм/мин, точность измерения напряжений и деформаций: 0,5%.

Основные характеристики испытательной машины приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики испытательной машины

Модель	Предельная нагрузка, кН	Максимальная скорость, мм/мин	Ход траверсы, мм	Рабочее пространство ВхШ, мм	Габариты ВхШхГ, мм	Масса, кг
3382	100	500	1235	1323x575	2393x1124x779	766

После испытаний арматурных образцов были получены диаграммы деформирования стали и установлены её основные физико-механические пара-

метры (глава II, рис.2.1.17, 2.1.18). Величину действующей деформации измеряли по показаниям экстензометра.

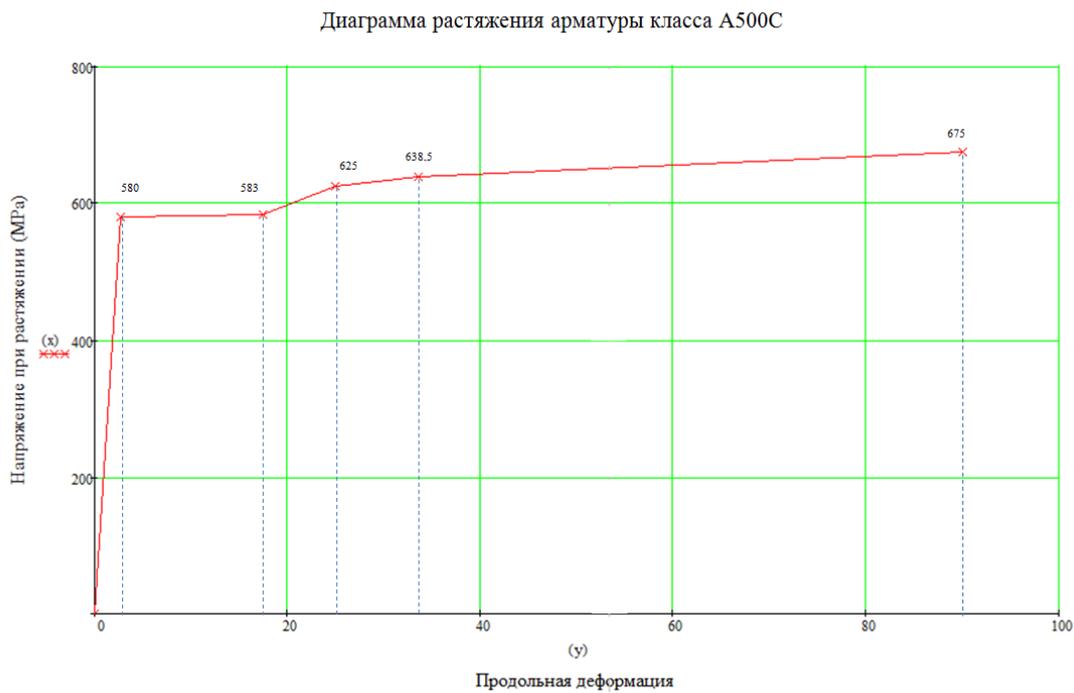


Рисунок 2 - Диаграмма растяжения арматуры класса А500С

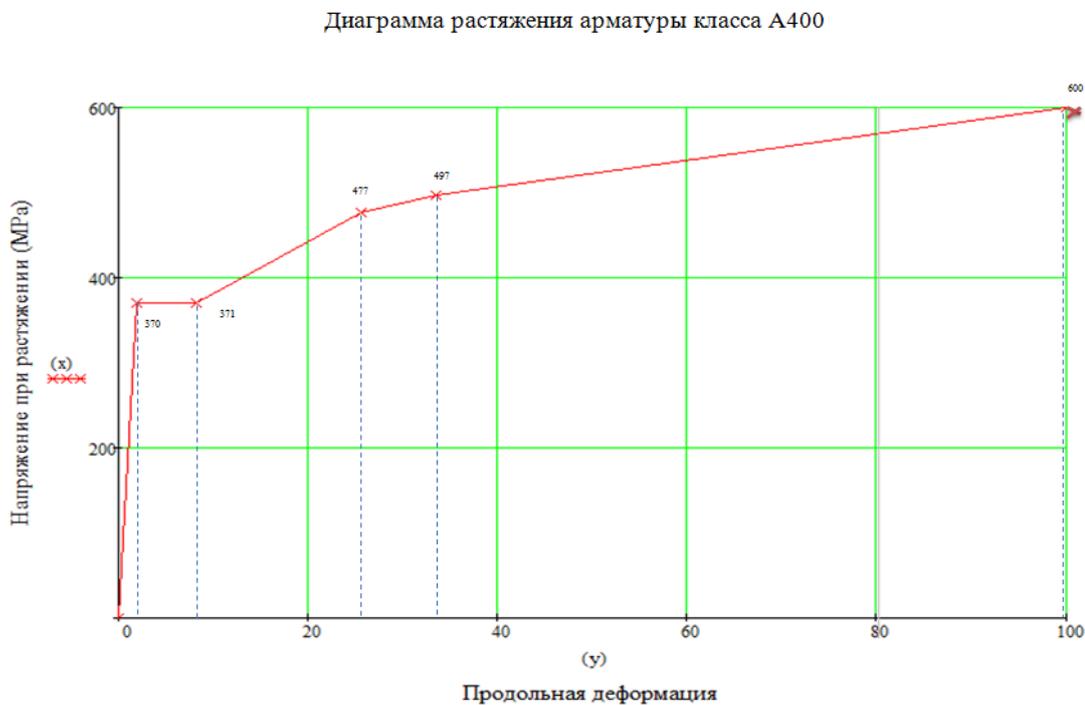


Рисунок 3 - Диаграмма растяжения арматуры класса А400

Анализируя диаграммы, можно сделать вывод что, площадка текучести у арматуры А500С значительно больше, чем у арматуры А400. У арматуры А500С площадка текучести вдвое больше, чем у арматуры А400. Помимо того, что у арматуры А500С площадка текучести в 2 раза длиннее, чем у арматуры А400. Площадка текучести у арматуры А500С составляет - 580 МПа и заканчивается на 583 МПа, а у арматуры А400 составляет - 370 МПа и заканчивается на 371 МПа, соответственно она обладает более высокими пластическими свойствами.

Сопоставление данных диаграмм показывает что, помимо того что арматура класса А500С имеет более высокие значения предела текучести, она так же обладает и повышенной пластичностью. Что очень важно для применения этой арматуры в железобетонных конструкциях.

Чем больше пластические свойства арматуры, тем лучше материал работает под нагрузкой. Повышение пластичности ведет к тому, что нагрузка распределяется равномерно, следовательно, не будет таких локальных очагов концентрации напряжения. Снижение пластических свойств стали может быть причиной внезапного разрыва арматуры в конструкциях, и мгновенного разрушения самой конструкции.

В третьей главе «Деформации изгибаемых железобетонных конструкций с различными классами арматуры» рассмотрен метод расчета напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов при изгибе по реальным диаграммам бетона и арматуры. Проведено исследование диаграмм «момент – кривизна» (по данным машинного эксперимента)» представлена теория расчета напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов при изгибе по результатам вычисленных моментов, проведено исследование напряженно-деформированного состояния исследуемых балок и составлен обобщенный график «Момент – кривизна».

Для определения напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при изгибе необходим расчет изгибающих моментов и кривизны. Такой расчет позволяет производить программа «GID». В качестве нагрузки на каждом этапе принимается деформация на крайнем сжатом во-

локне бетона. Проектирование железобетонной конструкции в программном комплексе «GID» начинается с построения диаграммы сжатого бетона. Данная диаграмма описывается в виде составной функции, включающей три участка:

- Криволинейный участок 1 при изменении деформации от нуля до ε_l ;
- Прямолинейный участок 2 при деформации от ε_l до $\varepsilon_{0,25}$;
- Прямолинейный участок 3 при деформации от $\varepsilon_{0,25}$ до ε_0 .

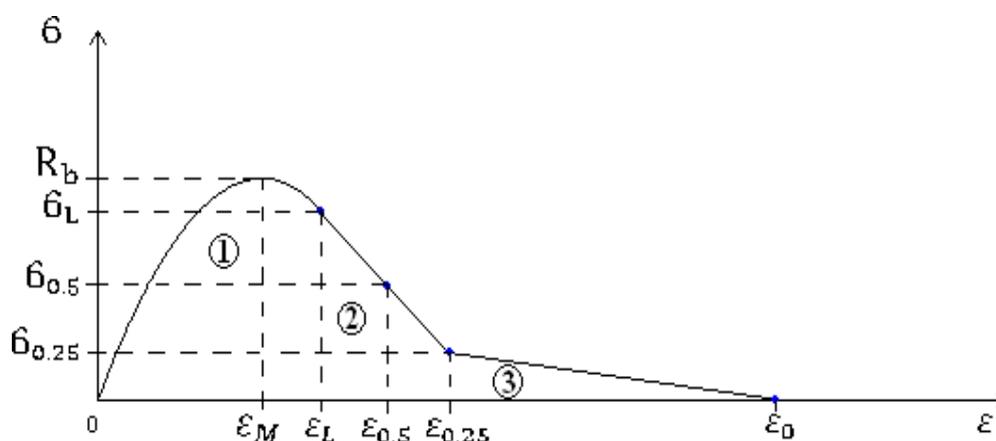


Рисунок 4 – Полная диаграмма деформирования сжатого бетона

В данном эксперименте исследовались железобетонные балки сечением: - 0,6 * 0,2 м; класс бетона – В20.

Были проведены две группы машинных экспериментов. В первой группе армирование осуществлялось арматурой класса А500С, а во второй класса А400. Используемые в расчетах диаграммы арматуры приведены ниже.

Исходные данные для ввода в программу «GID»:

- призмическая прочность бетона – $R_{b,n} = 15$ МПа;
- начальный модуль упругости бетона – $E_b = 27,5 * 10^3$ МПа;
- высота защитного слоя – $a = 0,06$ м.

В каждой группе машинных экспериментов варьировалась высота сжатой зоны ξ , так как значение относительной высоты сжатой зоны определяет способность изгибаемого элемента к пластическому или хрупкому

деформированию. В итоге было проведено шесть машинных экспериментов, результаты варьируемых параметров для которых представлены в таблице 2, 3.

Таблица 2 – Параметры машинных экспериментов арматуры А500С в рассматриваемых сечениях

№ эксперимента	Относительная высота сжатой зоны бетона, ξ	Площадь сечения арматуры A_s , м ²
1. А500С	0,1	0,000280
2. А500С	0,25	0,000700
3. А500С	0,5	0,001400

Таблица 3.2.2 – Параметры машинных экспериментов арматуры А400 в рассматриваемых сечениях

№ эксперимента	Относительная высота сжатой зоны бетона, ξ	Площадь сечения арматуры A_s , м ²
1. А400	0,1	0,000437
2. А400	0,25	0,001100
3. А400	0,5	0,002190

Ввод данных арматуры происходил по следующим значениям

Таблица 3.2.3 – Исходные значения ввода данные арматуры

Арматура А500С		Арматура А400	
0	0	0	0
580	2.7	370	1.92
583	17.5	371	8.28
625	25	477	25.58
638.5	33.52	497	33.52
675	90	600	100

С помощью программы «GID» был произведён расчет железобетонных балок и определены параметры напряжённо-деформированного состояния.

Используя полученные данные, были построены графики «Момент – кривизна» при абсолютных значениях момента для железобетонных балок, армированных сталью класса А500С (рисунки 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9) и для железобетонных балок, армированных сталью класса А400 (рисунки 3.3.10, 3.3.12, 3.3.13).

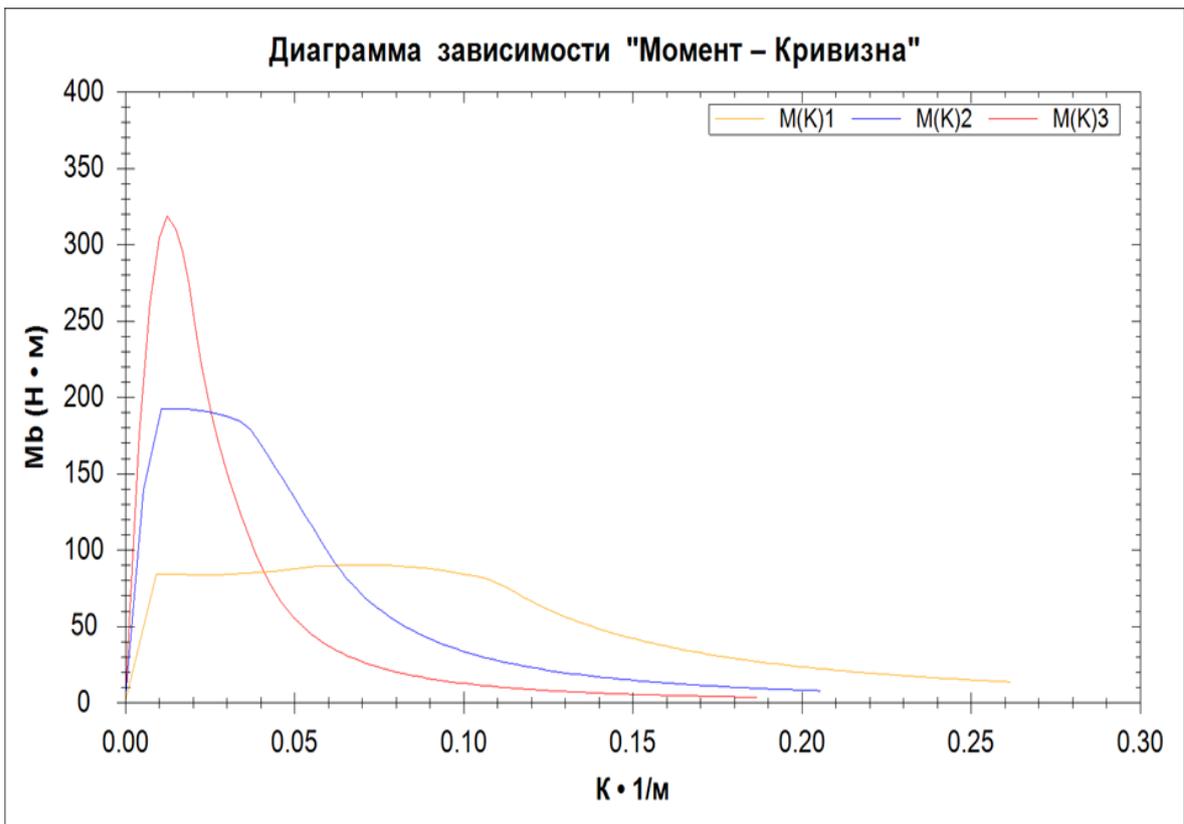


Рисунок 5 – Общие диаграммы зависимости «Момент-кривизна» при абсолютных моментах для образцов машинного эксперимента арматуры А500С № 1, № 2, № 3.

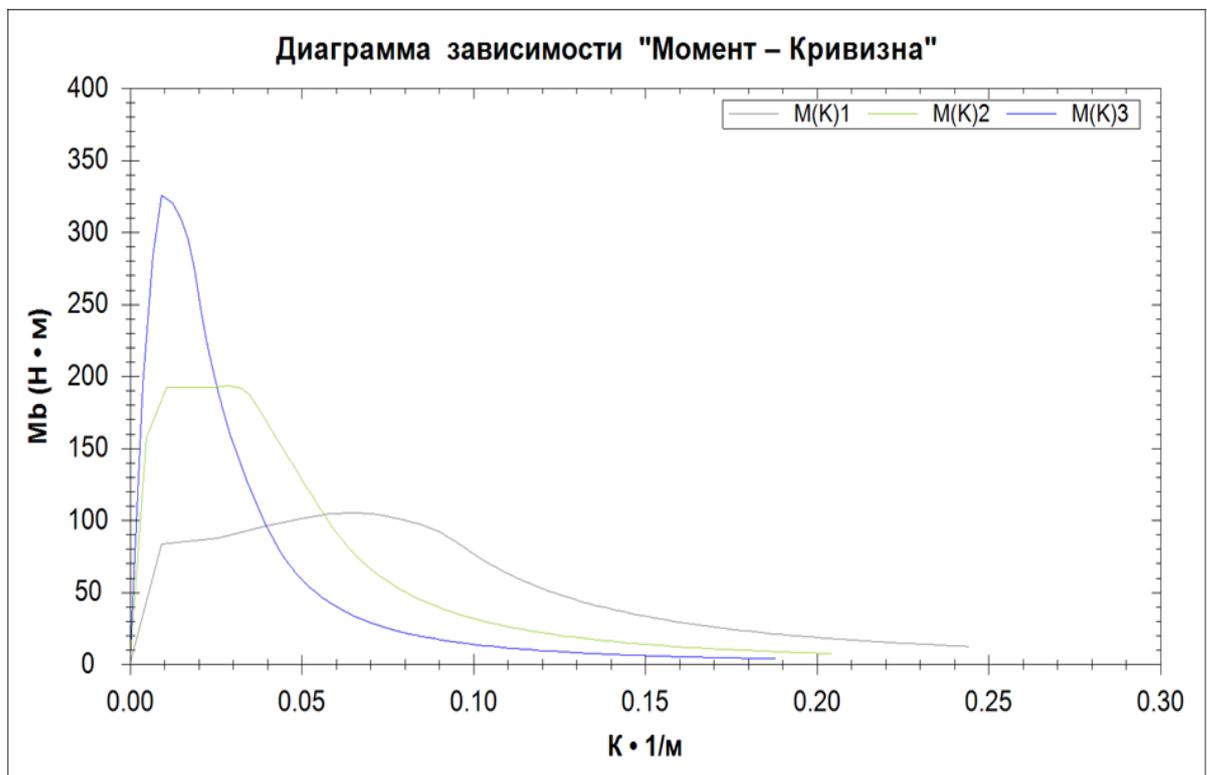


Рисунок 6 – Общие диаграммы зависимости «Момент-кривизна» при абсолютных моментах для образцов машинного эксперимента арматуры А400 № 1, № 2, № 3.

Выводы по диссертации

1. Анализ современных состояний исследований показывает, что учёт пластических свойств железобетона позволяет выявить истинно напряжённо- деформированное состояние несущих систем многоэтажных зданий.

2. Экспериментальные исследования арматурных стале́й на испытательной машине INSTRON 3382 показали что, длина площадки текучести арматуры класса А500С почти вдвое превышает длину площадки арматуры А400. Следовательно, арматура А500С является не только прочнее, но и более пластичной, чем арматура А400.

3. При средних значениях относительной высоты сжатой зоны $\xi=0,1$ железобетонные балки армированные арматурной сталью класса А500С имеют более выраженные пластические свойства. Так при достижении максимального момента перед началом ниспадающей ветви мы имеем значение кривизны $0,1 \text{ 1/М}$ при армировании железобетонными балками арматурной сталью класса А500С по сравнению с железобетонными балками армированными арматурной сталью класса А400 это значение составляло $0,07 \text{ 1/М}$.

4. Следовательно, пластические свойства у железобетонных балок армированных арматурой А500С вдвое больше, чем у железобетонных балок армированных арматурой А400.

5. С увеличением относительной высоты сжатой зоны пластические свойства железобетонных конструкций снижаются, сопоставление результатов вычислений железобетонных балок армированных арматурной сталью А500С и А400 при относительной высоте сжатой зоны $\xi = 0,25$ показало, что кривизна при которой начинается ниспадающая ветвь для железобетонных балок армированных арматурной сталью А500С равна $0,038 \text{ 1/М}$ а для железобетонных балок армированных арматурной сталью А400 равна $0,033 \text{ 1/М}$. То есть, даже при такой высокой относительной высоте сжатой зоны, тем не менее, балки с арматурой А500С имеют более выраженные пластические свойства (пластические свойства на 15 % выше, чем у железобетонных балок армированных арматурой А400).

6. Для железобетонных балок с относительной высотой сжатой зоны равной $\xi=0,5$ пластические свойства фактически не реализуются, так как конструкция работает хрупко. Данное явление связано с тем, что эти конструкции при $\xi =0,5$ являются переармированными, то есть они содержат избыток арматуры и значение относительной высоты сжатой зоны $\xi =0,5$ больше чем предельная граничная относительная высота сжатой зоны, а при таком содержании арматуры и при таком значении относительной высоты сжатой зоны конструкции всегда разрушаются хрупко, что и подтвердил проведенный машинный эксперимент.

7. Таким образом, после изучения результатов машинного эксперимента, рекомендуется использовать в изгибаемых железобетонных элементах статически неопределимых систем, то есть в многоэтажных зданиях арматуру класса А500С, так как она позволяет реализовать высокие пластические свойства железобетона и способствует перераспределению усилий в железобетонных конструкциях многоэтажных зданий. Однако следует соблюдать условия, чтобы относительная высота сжатой зоны не превышала граничных значений.

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Журавлева Е.В. Проектирование строительных конструкций на прогрессирующее обрушение / Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // II Всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» часть 2, стр. 63 – 66, 12 апреля 2019, г. в Комсомольском-на-Амуре.

2. Журавлева Е.В. Поведение несущих систем зданий при прогрессирующем обрушении / Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // II Всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных

исследований» часть 2, стр. 63 – 66, 12 апреля 2019, г. в Комсомольском-на-Амуре.

3. Журавлева Е.В. Влияние пластических свойств арматуры класса А500С на деформированное состояние железобетонных конструкций / Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 145–152, 16–18 декабря 2019 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

4. Журавлева Е.В. Исследование пластических свойств арматурных стержней // Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 152–156, 16–18 декабря 2019 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

5. Журавлева Е.В. Новая арматурная сталь А500С / Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 219–223, 29-30 ноября 2018 года, г. Комсомольск-на-Амуре.

6. Журавлева Е.В. Современные арматурные стали: А400С, А500С / Е.В. Журавлева, В.А. Дзюба // Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» стр. 213–219, 29-30 ноября 2018 года, г. Комсомольск-на-Амуре.