

А. В. Бушков

**Железобетонные
конструкции**

Часть 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 93
ББК 63.3
А11

А11 **А. В. Бушков**
Железобетонные конструкции: Часть 1 / А. В. Бушков – М.: Книга по Требо-
ванию, 2014. – 160 с.

ISBN 978-5-458-64950-6

Железобетонные конструкции. Часть 1. Основные сведения о железобетоне, физико-механические свойства железобетона и входящих в него материалов, методы и данные для расчета и проектирования. Книга представляет собой первую часть курса железобетонных конструкций. В ней излагаются основные свойства железобетона и входящих в него материалов, а также основные положения расчета и конструирования. Книга построена на новых теоретических основах в соответствии с новыми нормами и техническими условиями проектирования железобетонных конструкций 1939 г. Автор широко использовал материалы наших научно-исследовательских институтов, в частности ЦНИПС, опыт нашего строительства, а также материалы иностранных источников. Книга является пособием для студентов при изучении курса железобетонных конструкций, а также пособием для инженеров. Рецензент д-р техн. наук проф. В. М. Келдыш. Редактор инж. А. И. Позднев. Техн. редактор Д. М. Судак.

Нет страниц 144-145.

ISBN 978-5-458-64950-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

НКУП



СССР

ВСЕСОЮЗНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ АКАДЕМИЯ им. И. В. СТАЛИНА

Проф. В. А. БУШКОВ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ,
СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА и ВХОДЯЩИХ В НЕГО МАТЕРИАЛОВ,
МЕТОДЫ и ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА и ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Утверждено ГУУЗ Наркомстроя СССР в качестве учебного пособия
для строительных вузов*

1940

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА ЛЕНИНГРАД

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	5
От автора	6
Глава I. Понятие о железобетоне. Назначение арматуры. Совместная работа бетона и арматуры	9
Глава II. Бетон как материал для железобетона	14
Глава III. Механическая прочность бетона	19
1. Марки бетона	—
2. Влияние возраста и условий твердения на прочность бетона	21
3. Влияние размеров и формы образца на прочность бетона	23
4. Кубиковая и призмная прочность бетона	26
5. Временное сопротивление растяжению при осевом усилии	31
6. Прочность на сжатие при изгибе	32
7. Местное сопротивление смятию	34
8. Сопротивление растяжению при изгибе бетонных балок	36
9. Сопротивление бетона чистому срезу	37
10. Прочность бетона в условиях всестороннего сжатия	45
11. Применение теории прочности Мора к бетону	48
12. Сопротивление сдвигу арматуры в бетоне	63
13. Влияние высоких температур на прочность бетона и железобетона	69
Глава IV. Упругие и пластические свойства бетона	73
1. Основные понятия	—
2. Кривая деформации бетонной призмы при первичной и повторных нагрузках	77
3. Влияние скорости загрузки и продолжительности действия нагрузки на кривую деформации бетонной призмы при сжатии	87
4. Деформации бетона при растяжении и образование трещин в бетоне	93
5. Модули упругости бетона E , принимаемые в расчетах железобетонных конструкций	102
6. Изменение модуля упругости бетона во времени	107
7. Коэффициент Пуассона μ поперечной деформации и модуль сдвига G	108
Глава V. Усадка бетона	112
1. Понятие об усадке бетона	—
2. Усадка при схватывании и твердении цемента	113
3. Неравномерность усадки бетона в толще массива и образование поверхностных трещин	114
4. Влияние экзотермии цемента на усадку бетона	115
5. Усадка бетона при твердении на воздухе и в воде	118
6. Влияние влажности и температуры среды на усадку бетона	120
7. Объяснение явлений усадки законами капиллярности	122
8. Опытные данные по усадке бетона на различных цементах	124

9. Усадка в железобетоне	127
10. Практические меры предохранения бетона от вредного влияния усадки и учет усадки бетона в расчетах железобетонных кон- струкций	133
Глава VI. Арматура	137
1. Профили стали, применяемые в железобетоне	—
2. Механические свойства сталей	140
3. Марки сталей, применяемые в железобетоне	143
4. Обработка стержней арматуры и их стыкование	144
Глава VII. Определение расчетных усилий в железобетон- ных конструкциях и расчет прочности	148
Глава VIII. Основы расчета прочности по классической тео- рии и допускаемые напряжения для бетона и арматуры	152
Глава IX. Коэффициенты запаса прочности в расчетах по нормам 1939 г.	156

ПРЕДИСЛОВИЕ

Расчет железобетонных конструкций, как известно, переживает в настоящее время известного рода кризис.

Этот кризис, являющийся результатом глубокого изучения механических и упругих свойств железобетона, разрешился в нашей практике переходом на новые методы расчета железобетонных конструкций по разрушающим нагрузкам.

С выходом в свет новых норм и технических условий проектирования расчет железобетонных элементов по новой теории становится обязательным к применению в нашей учебной и проектной практике.

Естественно, что современные курсы железобетона должны в связи с новыми теоретическими установками строиться по-новому. Если в существующих теперь учебниках вопросам изучения механических свойств бетона и железобетона уделялось чрезвычайно мало места, то в новых учебниках эти вопросы, служащие базой при изучении железобетона, должны соответственно занять должный объем. Подобного рода установки проводятся нами довольно давно в нашей совместной педагогической работе с автором настоящей книги. Данная первая часть курса железобетона включает то, чего почти не было в существующих ныне курсах, а именно „Механические и упругие свойства железобетона“. Материала по этому вопросу имеется очень много, и автору удалось изложить его в достаточно сжатой, но ясной форме.

Слушателям строительных вузов и инженерам, которые с достаточным вниманием изучат эту книгу, работа железобетонных конструкций станет достаточно ясной и они смогут подойти к расчету с полным пониманием существа дела.

*Доктор техн. наук
проф. В. М. Келдыт*

О Т А В Т О Р А

Железобетон с момента его возникновения, около 70 лет назад, постепенно вошел во все области строительного дела и стал одним из основных строительных материалов. Одновременно с его развитием планомерно и последовательно создавалась и теория расчета и конструирования железобетона, называемая классической, поскольку она исходила из классических положений и формул курса сопротивления материалов. Благодаря удачному подбору входящих в расчетные формулы коэффициентов эта теория достаточно хорошо служила запросам практики для того определенного стандартного бетона, который первоначально применялся во всех сооружениях.

Однако с течением времени диапазон применяемых в железобетоне марок бетонов значительно расширился, а экономика железобетонного строительства неукоснительно потребовала снижения запасов прочности рассчитываемых конструкций. Чтобы снижать запасы прочности, нужно их знать, между тем классическая теория оказалась бессильной установить действительный коэффициент запаса прочности в сооружениях.

Развернувшееся углубленное изучение действительной работы железобетона показало, что исходные положения классической теории в одних случаях неправильны, а в других — недостаточны для полного учета всех факторов, влияющих на работу сооружения.

Расцвет классической теории сменился упадком, и ее несостоятельность признана в настоящее время во всех странах. Настал момент, когда классическая теория должна быть коренным образом перестроена на новых началах, на базе более глубокого и широкого изучения свойств материалов в конструкциях из железобетона.

У нас в СССР началом пересмотра классической теории железобетона следует считать 5—9 февраля 1932 г., когда на II Всесоюзной конференции по бетону и железобе-

тону в Ленинграде проф. А. Ф. Лолейт впервые изложил принципы новой теории. В связи с постановлением этой конференции во всем Союзе развернулась работа по созданию новой теории. В этой работе приняли участие все наши научно-исследовательские институты и широкая техническая общественность.

Переход на новые методы расчета железобетонных конструкций диктовался требованиями экономики нашего строительства. По объему бетонных работ мы уже обогнали многие капиталистические страны. В период первых двух пятилеток объем бетона, ежегодно укладываемого в бетонные и железобетонные сооружения, составлял 9—10 млн. кубометров, в третьей пятилетке он будет еще больше.

В соответствии с требованиями этого грандиозного строительства широко развернувшаяся работа по созданию новой теории привела к тому, что в 1938 г. в Комитет по делам строительства при СНК Союза ССР был внесен разработанный ЦНИПС под руководством доктора техн. наук проф. А. А. Гвоздева проект „Норм и технических условий проектирования железобетонных конструкций“. В начале 1939 г. этот проект был Комитетом утвержден (ОСТ 90003-38) и новые нормы выпущены в свет для обязательного применения в проектировании и производстве.

Переход на новые методы расчета не означает лишь простую замену одних расчетных формул другими, а является переходом на высшую ступень технического развития.

Повышенные требования, предъявляемые новыми нормами к отдельным ответственным сооружениям нашего строительства, заставляют предъявить новые повышенные требования и к инженерам-строителям.

Выпускаемый нами курс железобетонных конструкций ставит своей целью дать возможность студенту и инженеру более глубоко изучить действительную работу железобетонных сооружений и овладеть новыми методами расчета и конструирования.

Предлагаемая читателю первая часть курса посвящена изучению различных физико-механических свойств железобетона и входящих в него материалов, а также изложению основных принципов расчета и конструирования.

Подготавливаемая к печати вторая часть курса излагает теоретические и практические данные расчета и конструирования элементов железобетонных сооружений.

Третья часть должна охватить все разновидности расчета и конструирование железобетонных сооружений в промышленном и жилищном строительстве.

При чтении лекций лектор должен установить те статьи курса, которые являются обязательными при сдаче студентами экзаменов по утвержденной программе, а также статьи, предназначенные для более углубленной самостоятельной работы студента или для факультативных занятий.

В заключение считаем необходимым принести глубокую благодарность доктору техн. наук проф. В. М. Келдыш за его ценные указания при рецензировании нашей книги.

Проф. В. Бушков

Москва, 1939 г.

ГЛАВА I

ПОНЯТИЕ О ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ. НАЗНАЧЕНИЕ АРМАТУРЫ. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА БЕТОНА И АРМАТУРЫ

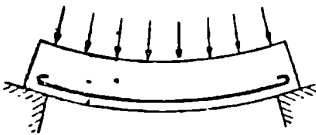
Бетон как искусственный камень наравне с естественными камнями обладает высоким сопротивлением сжатию и значительным сопротивлением растяжению.

Усиление бетона железными (стальными) стержнями, которые воспринимают возникающие в теле бетона растягивающие напряжения, создало железобетон.

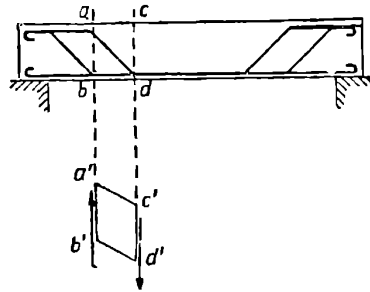
Таким образом железобетон представляет собой такое конструктивное сочетание бетона и железа, при котором обеспечивается совместная работа этих разнородных по своим свойствам материалов.

Железная арматура, расположенная в растянутом поясе балки (черт. 1), воспринимает растягивающие напряжения, усиливая тем самым сопротивляемость бетонной балки изгибу.

Соответственным выбором размеров балки и расположением арматуры можно получить решение, которое позволит полностью использовать как прочность бетона на сжатие, так и прочность арматуры на растяжение.



Черт. 1.



Черт. 2.

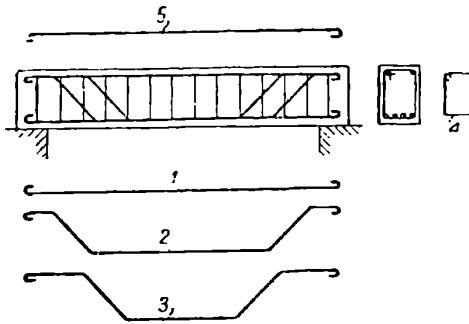
В той же балке в результате действия поперечных сил среза Q выделенный элемент $abcd$ (черт. 2) испытывает деформации сдвига, переходя в положение $a'b'c'd'$. В таком элементе по диагонали $a'd'$ возникают напряжения растяжения, а по диагонали $b'c'$ — напряжения сжатия.

Чтобы усилить несущую способность балки, необходимо установить косые стержни — отогнутую арматуру, переходящую

из растянутого пояса в сжатый. Эта же арматура одновременно связывает растянутый пояс балки (продольную арматуру) со сжатым поясом бетона.

Такой же результат может быть достигнут установкой в балке хомутов.

Балка, показанная на черт. 3, снабженная арматурой из продольных и отогнутых стержней, а также хомутами, представляет собой типичную конструкцию железобетонной балки. В выноске арматуры балки обозначены: под номером 1 — прямые продольные стержни, под номером 2 и 3 — отогнутые стержни, а под номером 4 — хомуты.



Черт. 3.

Хомуты, расположенные в поперечных сечениях балки, охватывают снизу арматуру балки и закрепляются в сжатом поясе бетона. По числу вертикальных стержней, расположенных в одном поперечном сечении балки, хомуты называются двух-, четырех- и многосрезными. На черт. 3 приведены двухсрезные хомуты.

Все стержни указанной выше арматуры называются рабочими стержнями.

Помимо них на черт. 3 под номером 5 показаны два стержня, расположенные в сжатом поясе бетона. Эти стержни могут быть использованы для усиления сопротивления бетона на сжатие, и тогда они будут рабочими стержнями сжатого пояса; если же сжатый бетон не нуждается в усилении арматурой, то эти стержни предназначены лишь для придания арматурному каркасу жесткости, необходимой во время бетонирования. В таком случае арматура называется монтажной.

Для придания каркасу общей жесткости стержни арматуры в местах их пересечения перевязываются вязальной проволокой.

На черт. 4 приведена железобетонная колонна. Она армирована продольными стержнями, усиливающими сопротивление бетонного сечения на сжатие, и кроме того поперечной арматурой — хомутами, обеспечивающими связь продольных стержней с бетоном. Без хомутов продольные стержни, выпучиваясь от продольного изгиба, могли бы оторваться от тела бетона. Поэтому для образования железобетонной колонны хомуты нужны наравне с продольными стержнями.

Под влиянием сжимающей продольной осевой силы в бетонной призме происходит укорочение в продольном и расширение