

\*\*  
\*

УДК 539.319

DOI: 10.17223/00213411/64/4/74

DONG LUO

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ  
ИЗ СТАЛЬНОГО ВОЛОКНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ\***

Традиционная DESAI-модель не позволяет эффективно рассчитать несущую способность балки, что приводит к выходу ее из строя. В связи с этим была разработана новая RAV-модель для анализа напряженного поведения железобетонных балок с добавлением стальной фибры. С помощью моделирования стержневых элементов проведен анализ прогибов сталефибробетонных балок (СФБ). Результаты анализа влияния смещения фибрового слоя и бетона балки определены с учетом многоступенчатого нагружения. На основе указанных двух физических величин определяется уравнение конечных элементов напряжений всего процесса. В соответствии с уравнением конечных элементов анализируются прочностные характеристики и прогиб балки, а также устанавливается новая RAV-модель анализа поведения. Полученные результаты показывают, что по сравнению с DESAI-моделью новая RAV-модель позволяет повысить точность расчета предела несущей способности балки примерно на 40% в условиях высоких, средних и низких нелинейных напряжений.

*Ключевые слова:* фибробетон, анализ поведения напряжений, исследовательская модель, прогиб, уравнение конечных элементов, надежность, характеристики реакции на напряжение, закон влияния напряжений.

**Введение**

Железобетонные конструкции, армированные стальной фиброй, широко применяются благодаря своим преимуществам [1–5]. Армированный равномерно распределенными в объеме стальными волокнами бетон успешно применяется для различных высотных, большепролетных, особенно нагруженных промышленных зданий и мостов, подземных сооружений, зданий, строящихся в сейсмических зонах, а также используется для усиления конструкций. Методы классификации сталефибробетонных конструкций различны. В зависимости от положения металлического волокна в конструкции балок оно может быть разделено на два типа: сплошное и открытое сечения. Поперечный профиль стальных фибр бывает плоским, круглым, U-образным, T-образным и т.д. Фибровое армирование повышает несущую способность железобетонных конструкций, снижает возможность возникновения усадочных деформаций, уменьшает возможность образования трещин, повышает прочность на ударные и сейсмические нагрузки, поэтому в сочетании с простотой изготовления оно получило широкое применение [6, 7]. Открытое сечение относительно экономичнее, но его сейсмические характеристики снижены, а конструкция сложна, что ограничивает его разработку и применение. В настоящее время сплошное и открытое железобетонное сечения широко используются в конструктивных системах, таких, как балки, колонны, рамы, подпорные стенки [8–13].

Для определения прочности железобетонных конструкций, армированных стальной фиброй, можно применить модель балки, армированной базальтовой фиброй [14]. Этот метод можно использовать для расчетов прочности и деформативности изгибаемых и сжатых элементов, которые будут зависеть от толщины и положения фибрового слоя. В ходе исследования были проанализированы этапы нагружения и разрушения, характеристики кривых напряженно-деформированного состояния железобетона, армированного стальной фиброй при одноосном сжатии. Полученные результаты показывают, что пиковое напряжение и соответствующая ему деформация кривой «напряжение – деформация сжатия» увеличиваются с ростом объемного соотношения стальной фибры и марки прочности цемента. С увеличением объемного соотношения стальных волокон к общему объему бетона вид разрушения образцов изменялся от хрупкого к пластичному. Однако этот метод не позволяет эффективно рассчитать максимальную несущую способность конструкции [15].

Ранее была разработана математическая модель для изгибаемых конструкций. На ее основе в формулу вводилась толщина армированного фиброй слоя для оценки предельной несущей способности балок. С течением времени в расчетной модели обнаружился недостаток: цифровые

\* Исследование проводится при поддержке Национального фонда естественных наук Китая (№ 51708068 и 51778094).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>