



## 'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

# ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ ЦИКЛОВЫХ НАГРУЖЕНИЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Пинус Борис Израилевич, д.т.н., профессор кафедры «Строительное производство» ИРНИТУ, г. Иркутск  
Корнеева Инна Геннадьевна, к.т.н., доцент кафедры «Строительное производство» ИРНИТУ, г. Иркутск



БайСтЭП  
БАЙКАЛЬСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ  
ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ



## **Требование ГОСТ «Надежность строительных конструкций»**

- Исключить вероятность «... усталостного разрушения» в расчетный срок эксплуатации

## **Отсутствуют**

- Рекомендации по выбору критериев усталостного разрушения

## **Необходима**

- Систематизация внешних воздействий с учетом физических закономерностей отклика



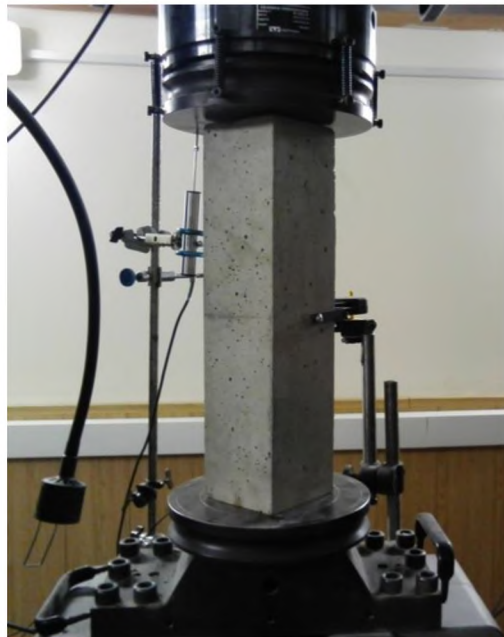
## Гипотеза

- Систематизация внешних воздействий возможна путем приведения внешних воздействий к «базовому» эквиваленту

## Задача

- Обосновать выбор критериев приведения нестационарных воздействий к модельным эквивалентным

## Общий вид испытания



## Условия проведения испытаний

### Оборудование:

испытательный комплекс Instron 5989

### Скорость нагружения

монотонное 0,004 мм/с

циклическое 0,04 мм/с

### Характеристики цикла

коэф. асимметрии  $\rho = 0$

амплитуда  $\eta = 0,6; 0,7; 0,8; 0,9R_b$

кол. циклов  $N = 50; 100; 200; 300$

### Контролируемые параметры

продольные деформации

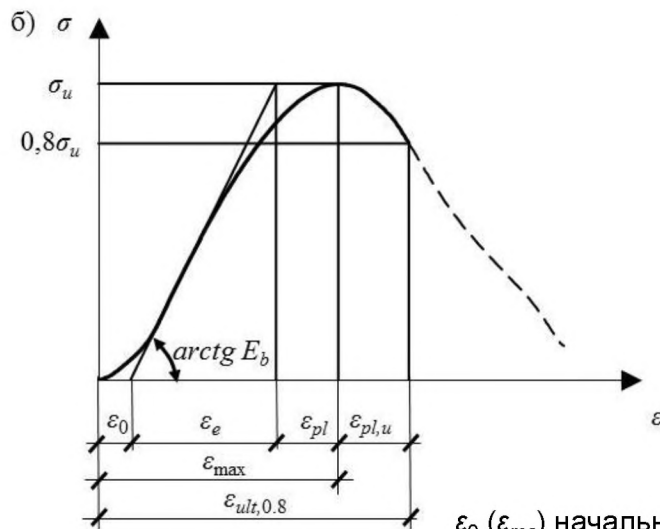
нагрузка

напряжения

модуль упругости

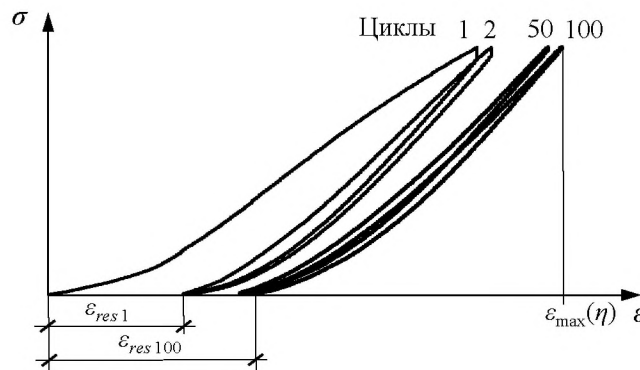
энергия разрушения

Модель отклика при монотонном сжатии



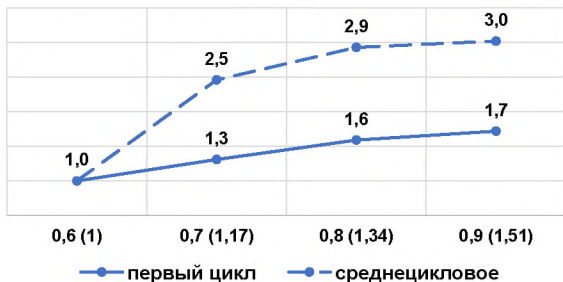
$\varepsilon_0$  ( $\varepsilon_{res}$ ) — начальные (остаточные после «ЦВ») деформации;  
 $\varepsilon_e$ ,  $\varepsilon_{pl}$  — соответственно условно упругие и пластические компоненты;  
 $\varepsilon_{pl,u}$  — псевдопластические деформации на постпиковом снижении нагрузки до  $\sigma_{ult} = 0,8\sigma_{max}$ .

Модель отклика при циклическом нагружении



# Влияние амплитуды циклических воздействий на сопротивление цементных композитов

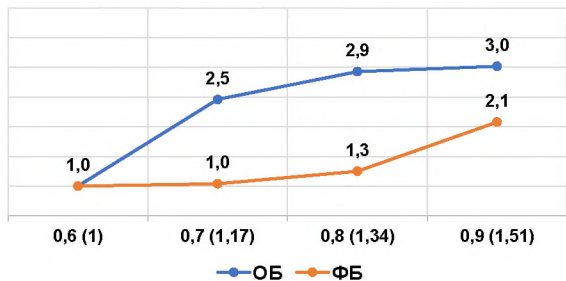
Изменения продольных деформаций  $\varepsilon(\eta)$  обычного бетона



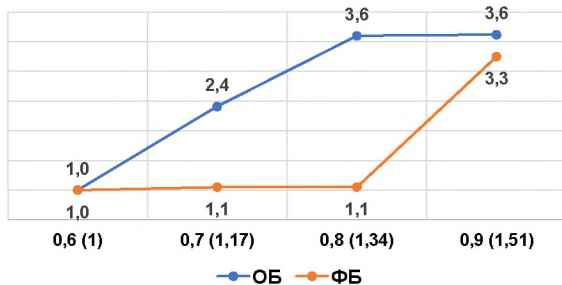
Изменения продольных деформаций  $\varepsilon(\eta)$  фибробетона



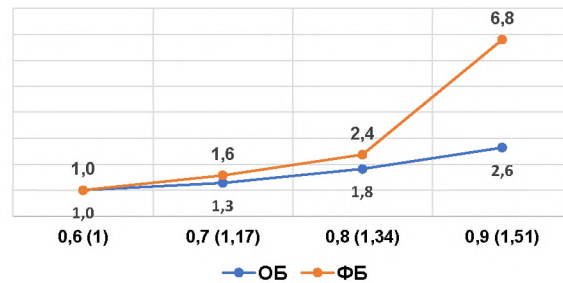
Среднецикловое изменение продольных деформаций  $\varepsilon(\eta)$



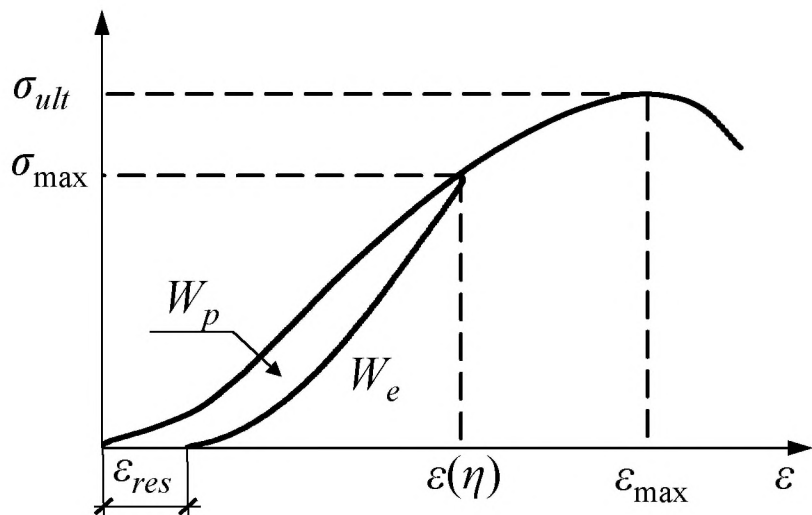
Среднецикловое изменение остаточных деформаций  $\varepsilon_{res}$



Изменение поперечных деформаций  $\varepsilon'(\eta)$  в первом цикле



## Модель энергозатрат



## Этапы разделения энергетических затрат

$W_p$  – необратимое деформирование;

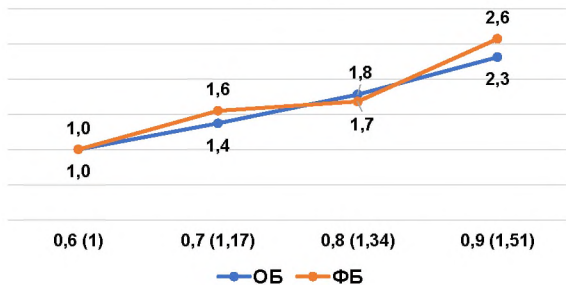
$W_e$  – упругое деформирование

$$W_e = 0,5\sigma_{\max} (\epsilon(\eta) - \epsilon_{res})$$

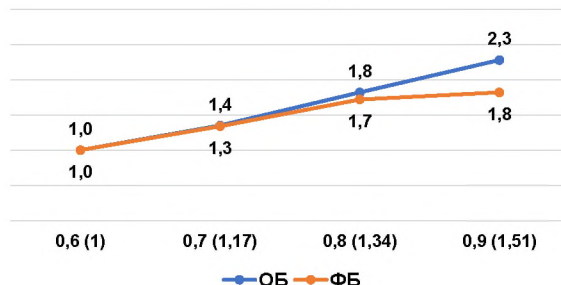
# Влияние амплитуды циклических воздействий на сопротивление цементных композитов

## Относительное изменение энергетических параметров

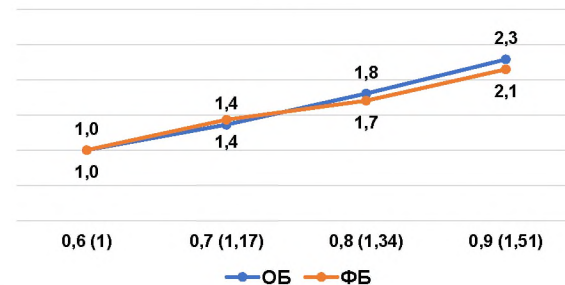
$$W_i / W_p$$



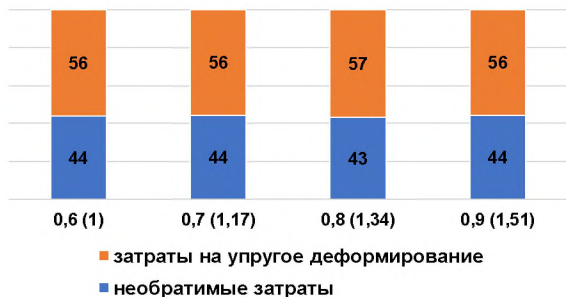
$$W_i / W_e$$



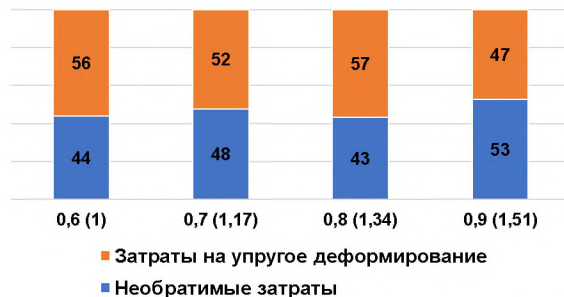
$$W_i / W$$



## Энергетические затраты бетона, %



## Энергетические затраты фибробетона, %



$W_p$  – необратимое деформирование  
 $W_e$  – упругое деформирование  
 $W_i$  – энергия цикла базовой амплитуды





## **Выводы**

1. Прогноз усталостного сопротивления железобетонных конструкций возможен посредством **приведения** случайных внешних воздействий к «базовому» эквиваленту.
  
2. Обобщение воздействий может производиться с **использованием весовых коэффициентов**, соответствующих отношению удельных цикловых энергетических затрат рассматриваемой и базовой амплитуд.



## 'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

# ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ ЦИКЛОВЫХ НАГРУЖЕНИЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Пинус Борис Израилевич, д.т.н., профессор кафедры «Строительное производство» ИРНИТУ, г. Иркутск  
Корнеева Инна Геннадьевна, к.т.н., доцент кафедры «Строительное производство» ИРНИТУ, г. Иркутск



БайСтЭП  
БАЙКАЛЬСКАЯ СПРОЕКТНАЯ  
ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ

