

Как видно из рис.1, контрольный график складывается из подобных линий расходящихся с увеличением нагрузки; из них можно выделить четыре главных: первые три отображают изменение прогиба при минимальной /соответствует расчетным характеристикам бетона и стали/ средней /нормативной/ и максимальной несущей способности изделия, четвертая - контрольная.

Каждая линия /для изгибаемого элемента/ имеет три характерные точки:

А - появление трещин в растянутой зоне, начало перелома кривой деформации;

Б - достижение напряжения предела текучести в растянутой арматуре;

В - достижение в растянутой арматуре напряжения временного сопротивления разрыву.

На графике показаны кривые распределения возможной несущей способности по пределу текучести арматуры 1 и пределу прочности на разрыв 2; пунктирными линиями показаны прогибы при интервале отклонений, равном среднему квадратичному отклонению.

#### Вывод

Разработан метод диагностики и оценки функциональных свойств железобетонных конструкций методом пробной нагрузки. Метод пробного нагружения оценивает прочность изделия, косвенно, так как при испытании изделие (конструкция) ставится под нагрузку. Заключение о конечной величине контролируемого параметра делается на основании экстраполяции.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Стрелецкий Н.С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений. М., Изд.МГУ, 1947.
2. Таль К.Э. Расчет бетонных и железобетонных конструкций по расчетным предельным состояниям. М., Госстройиздат, 1955.

#### УДК 624.01

#### ЗНАЧИМОСТЬ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Н.В. Савицкий д.т.н., проф., А.А. Гытюк к.т.н., доц., Т.Ю. Шевченко асс.  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Днепропетровск*

**Постановка проблемы и её связь с важными научными и практическими задачами.** В результате некачественной деятельности участников процесса создания и процесса эксплуатации железобетонных конструкций, сопровождающейся организационными и технологическими ошибками, фактические физико-механические характеристики и геометрические размеры конструкций зачастую не соответствуют проектным.

Для анализа возможных изменений напряженно-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов и оценки их фактической надежности, в связи с изменениями конструктивных параметров, необходимо определить влияние этих параметров на интегральные характеристики элементов.

Под конструктивными параметрами понимается форма и размеры сечений железобетонных элементов, степень их армирования, физико-механические характеристики бетона и арматуры.

В работе [1] была произведена оценка влияния конструктивных параметров на прочность нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов.

Оценка влияния конструктивных параметров на прочность наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов не производилась. К тому же исследования в данном направлении необходимы для объяснения закономерностей, полученных при анализе прочности и оценке надежности наклонных сечений изгибаемых элементов [2].

**Цель исследования** – оценить влияние конструктивных параметров изгибаемых элементов на прочность наклонных сечений.

**Изложение основного материала.** Оценка влияния факторов на какое-либо свойство получила название – ранжирование. Цель процедуры ранжирования – выявить значимость, «вес» каждого фактора (конструктивного параметра) в обеспечении свойства (прочности наклонного сечения).

В число параметров, обеспечивающих прочность наклонных сечений железобетонных элементов, входят: физико-механические характеристики бетона ( $R_{bt}$ ); физико-механические характеристики арматуры ( $R_{sw}$ ); ширина поперечного сечения элемента ( $b$ ); толщина защитного слоя бетона ( $a$ ); высота сечения элемента ( $h$ ); площадь сечения поперечной арматуры ( $A_{sw}$ ); шаг поперечной арматуры ( $s$ ).

В [2] вероятностный расчет был произведен методом линеаризации, которому свойственны следующие достоинства:

1) метод имеет ясный физический смысл – частные производные есть мера скорости изменения функции относительно определенного аргумента при фиксированных значениях остальных переменных;

2) метод линеаризации позволяет оценить степень и направление влияния отдельных параметров на изменчивость функции, т.е. дает возможность ранжировать параметры по величине вносимого ими вклада в свойство конструкции;

3) метод непосредственно связан с методикой оценки надежности – уравнение линеаризации формируется в области средних наиболее вероятных значений свойства.

Поэтому ранжирование конструктивных параметров в данном исследовании основано на дисперсионном анализе.

Были исследованы изгибаемые железобетонные элементы

прямоугольного сечения со следующими параметрами:

- высота элементов 40 см,
- ширина элементов 20 см,
- защитный слой бетона 2 см,
- шаг поперечной арматуры варьировали от 0 до 150 мм,
- площадь поперечной арматуры варьировали от 0 до 3,08 см<sup>2</sup>,
- продольная арматура 2 Ø 16 А400,
- класс бетона элементов В 25.

Детально результаты дисперсионного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа

Параметры изгибаемого элемента	Вклад параметра в дисперсию прочности наклонного сечения изгибаемого элемента					
	нормируемая изменчивость			фактическая изменчивость		
	$A_{sw} = 0-3,08\text{см}^2$			$A_{sw} = 0-3,08\text{см}^2$		
	s=50мм	s=100мм	s=150мм	s=50мм	s=100мм	s=150мм
$R_{bt}$	100-9%	100-28%	100-47%	95-8%	95-26%	95-45%
$R_{sw}$	0-86%	0-70%	0-52%	0-65%	0-63%	0-48%
$s, A_{sw}$	0-5%	0-2%	0-1%	0-27%	0-10%	0-5%
h	0%	0%	0%	1-0%	1-0%	1-0%
a	0%	0%	0%	1-0%	1-0%	1-0%
b	0%	0%	0%	3-0%	3-1%	3-2%

Зависимости представленные на (рис. 1) можно считать эталонными т.к. они соответствуют результатам расчета, принятого к обеспечению безотказности железобетонных элементов при их проектировании по действующим нормам. Выявлено, что при убывании интенсивности поперечного армирования элемента, главенствующий вклад в дисперсию прочности наклонных сечений вносит прочность бетона на растяжение.

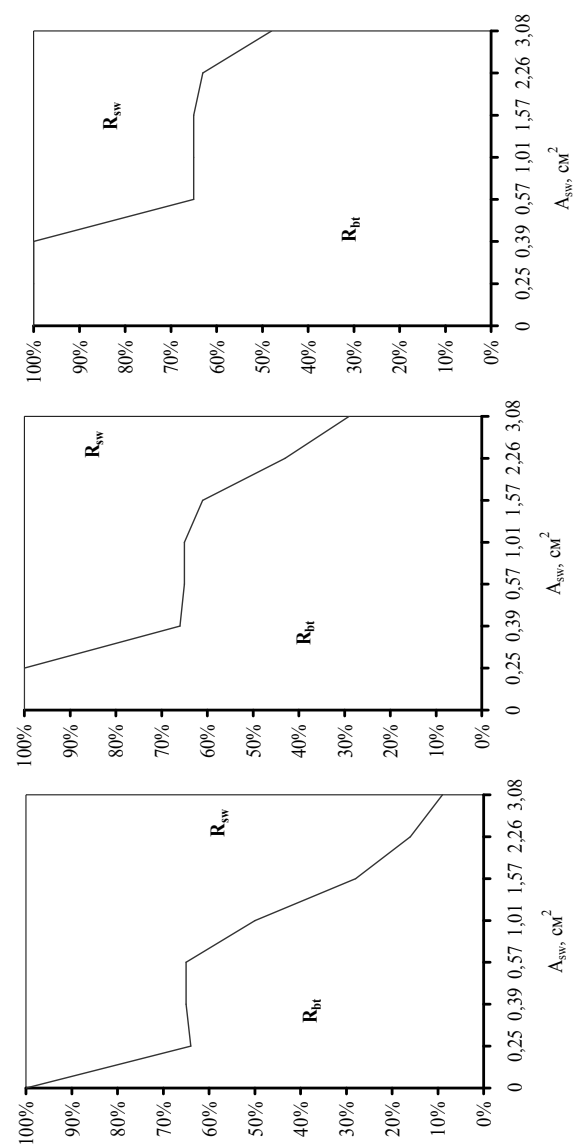


Рис. 1. Ранжирование параметров изгибаемых элементов по критерию вклада в дисперсию прочности наклонных сечений: шаг поперечной арматуры 1 – 50 мм; 2 – 100 мм; 3 – 150 мм.

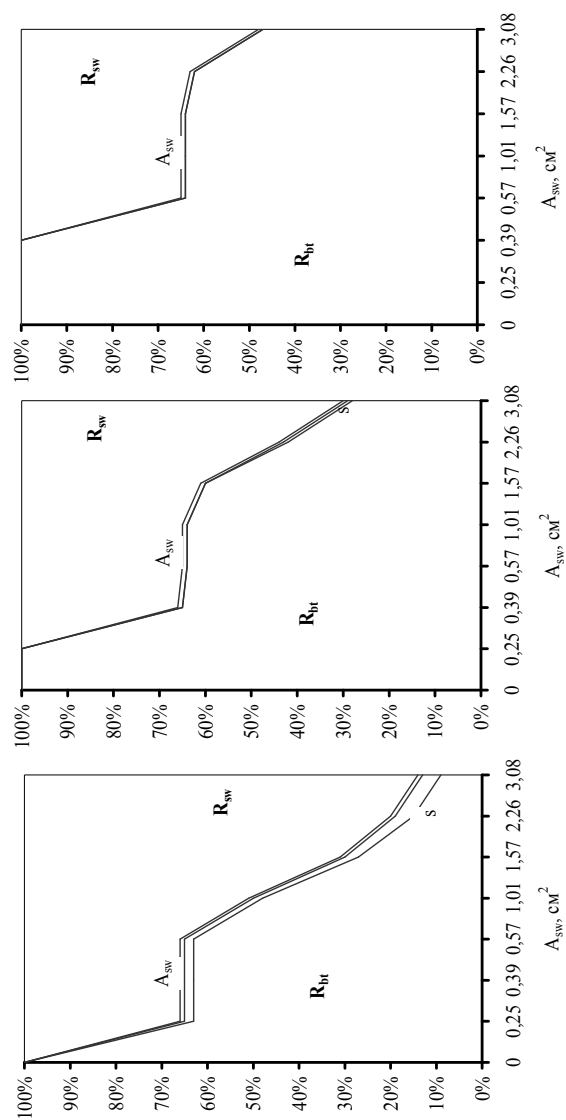


Рис. 2. Ранжирование параметров изгибаемых элементов по критерию вклада в дисперсию прочности наклонных сечений: шаг поперечной арматуры 1 – 50 мм; 2 – 100 мм; 3 – 150 мм.

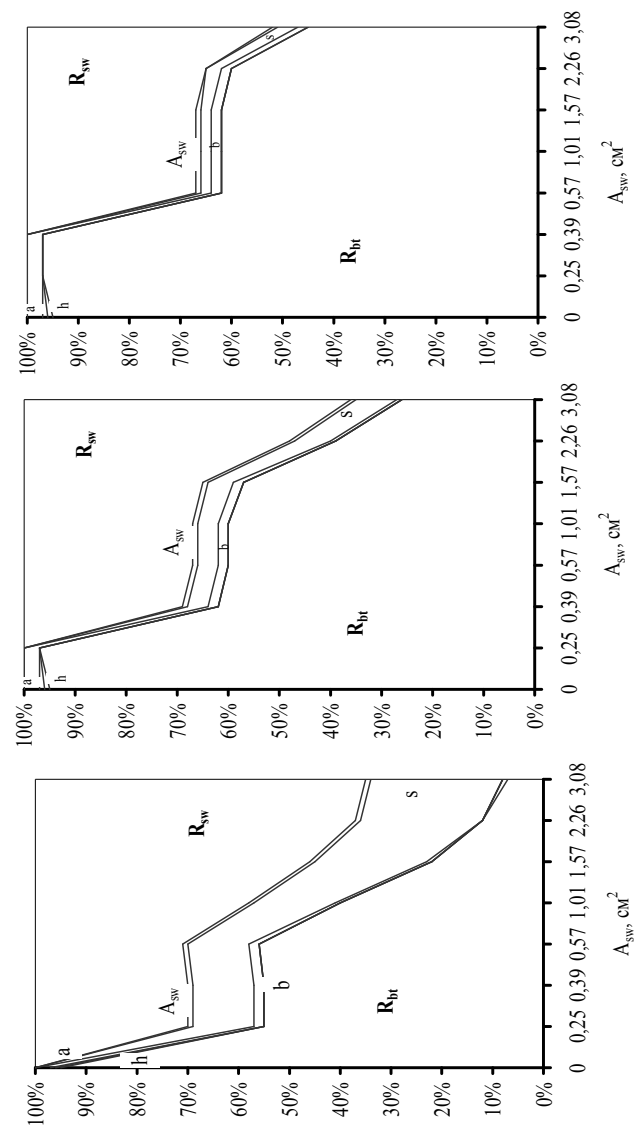


Рис. 3. Ранжирование параметров изгибаемых элементов по критерию вклада в дисперсию прочности наклонных сечений: шаг поперечной арматуры 1 – 50 мм; 2 – 100 мм; 3 – 150 мм.

И, наоборот, при возрастании процента поперечного армирования железобетонного элемента главенствующий вклад в обеспечение прочности наклонных сечений вносит прочность арматуры.

Для построения зависимостей изображенных на (рис. 2) были произведены расчеты с учетом нормируемой изменчивости прочности материалов, а также геометрических параметров элемента.

Зависимости представленные на (рис. 3) получены в результате расчета с учетом фактической изменчивости прочности материалов и геометрических параметров элемента.

**Выводы.** Ранжирование конструктивных параметров изгибаемых железобетонных элементов свидетельствует, что главенствующую роль в обеспечении прочности наклонного сечения изгибаемого элемента играют физико-механические характеристики бетона и арматуры.

Учет фактической изменчивости при расчетах показал, что вклад остальных конструктивных параметров в дисперсию прочности наклонных сечений составляет от 10 до 32%.

Поэтому для обеспечения надежности изгибаемых элементов, кроме строго контроля качества физико-механических характеристик материалов необходимо обеспечивать соответствие фактических значений остальных параметров (размеры сечений, степень армирования сечений) проектным.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Савицкий Н.В. Основы расчета надежности железобетонных конструкций в агрессивных средах. - Дисс... д.т.н. – Дн-ск: ДИСИ, 1994. -400 с.
2. Савицкий Н.В., Тытюк А.А., Шевченко Т.Ю. Надежность наклонных сечений изгибаемых железобетонных конструкций // Сб. науч. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение. - Вып. №43. – Дн-ск: ПГАСиА, 2007. - С. 486-492.

УДК 69.059.2.004.18

#### КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ В УКРАИНЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Н.В. Савицкий д.т.н., Е.Л. Юрченко к.т.н., Е.А. Коваль соискатель,  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Днепропетровск*

**Постановка задачи исследования.** Для численного решения задач, связанных с исследованиями энергоэффективности зданий и инженерных систем в условиях Украины и Днепропетровска, в частности, необходимо располагать аналитическими выражениями, характеризующими изменение температуры наружного воздуха. В настоящем исследовании ставилась задача получить аналитическое решение для описания изменения температуры

наружного воздуха для г. Днепропетровска и рассчитать показатели суровости климата для городов Украины.

#### Изложение основного материала.

Суровость климата оценивается такими показателями, как произведение температуры на время, характеризующее сумму разностей температуры наружного и внутреннего воздуха для количества времени, равного отопительному периоду. Эта величина нормируется в [1] согласно данным СНиП 2.01.01-82 [2]. При этом для оценки теплопотребления принимается период со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^{\circ}\text{C}$  и средняя температура для этого периода.

Для более точного учета количества тепла, необходимого для компенсации разности температур между внутренним и наружным воздухом, выполнена аппроксимация гистограмм изменения среднемесячных температур наружного воздуха для городов Украины зависимостью вида:

$$T(m) = a \cdot \sin(bm - c) + d, \quad (1)$$

где  $T(m)$  – температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $m$  – месяц (1,2,3,4,...);  
 $a, b, c, d$  – коэффициенты.

Для условий г. Днепропетровска (рис.1) зависимость (1) принимает вид:

$$T(m) = 14,213 \sin(0,52m - 2,095) + 8,44. \quad (2)$$

Из равенства  $T(m) = 8^{\circ}\text{C}$  могут быть определены корни уравнения, характеризующие начало и конец отопительного периода, где  $8^{\circ}\text{C}$  – температура наружного воздуха начала и конца отопительного периода.

Для условий г. Днепропетровска  $m_1 = 3,97$  – конец отопительного периода;  $m_2 = 10,13$  – начало отопительного периода.

Количество градусомесяцев отопительного периода, характеризующее сумму разностей средней месячной температуры наружного и внутреннего воздуха для количества времени отопительного периода будет определяться интегралом вида:

$$S = \int_0^{m_1} (18 - T(m)) dm + \int_{m_2}^{13} (18 - T(m)) dm, \quad (3)$$

где  $S$  – количество градусомесяцев;  
 $18$  – нормируемая температура внутреннего воздуха для жилых зданий,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $m_1, m_2$  – конец и начало отопительного периода.