

Тема 8

Основные положения метода расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям

Основное достоинство метода:

Четко устанавливается предельное состояние конструкций и при этом методе вводится система расчетных коэффициентов

Суть метода: надо так запроектировать конструкцию, чтобы она даже при действии самых больших нагрузок, при самой маленькой прочности материалов и самых невыгодных условиях эксплуатации, не разрушилась и не пришла в непригодное для эксплуатации состояние

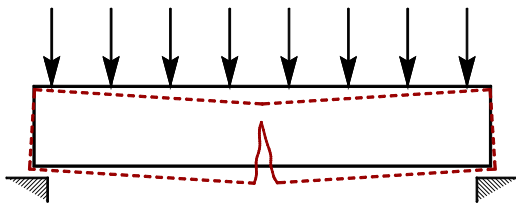
Понятие о предельных состояниях

Предельным состоянием называется состояние, при котором конструкция или разрушается, или приходит в непригодное к дальнейшей эксплуатации состояние.

Две группы предельных состояний :

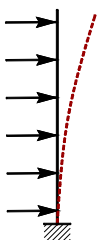
1 группа – потеря несущей способности.

1) потеря прочности

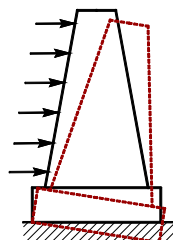


2) Потеря устойчивости:

а) устойчивости формы



б) устойчивости положения



2 группа - по непригодности к нормальной эксплуатации:

- 1) из-за образования трещин;
- 2) из-за чрезмерной ширины раскрытия трещин;
- 3) из-за чрезмерных деформаций;

Наступление того или иного предельного состояния зависит от ряда неопределенностей, которые носят случайный или неслучайный характер.

Сопротивление материалов (прочность)

Так как прочность материалов величина случайная, вводят два понятия:

1) Нормативное сопротивление материалов- это та прочность, которую задает проектировщик и гарантирует изготовитель на заводе или стройплощадке с обеспеченностью 95%

R_n - нормативное значение прочности материалов

$$R_n = R_m - 1,64\sigma = R_m(1-1,64v)$$

В СНиП приводятся готовые таблицы нормативной прочности бетона и арматуры:

$$R_{bn}, R_{btn}, R_{sn}$$

2) Расчетное сопротивление материалов - это та прочность материалов, которая вводится в расчет.

Расчетное сопротивление материалов устанавливается для двух групп предельных состояний:

А) Расчетное сопротивление для первой группы предельных состояний. Имеет обеспеченность 99,9% ($R = R_m - 3\sigma$)

R – расчетное сопротивление материала для первой группы предельных состояний

$$R = \frac{R_n}{\gamma}, \text{ где } \gamma - \text{коэффициент надежности по материалу, который принимается всегда больше 1}$$

В СНиП приводятся готовые таблицы расчетных сопротивлений для первой группы предельных состояний для бетона и арматуры

$$R_{bt} = \frac{R_{bt,n}}{\gamma_{bt}}; R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_b}; R_s = \frac{R_{sn}}{\gamma_s}$$

Б) Расчетное сопротивление материалов для второй группы предельных состояний. Имеет обеспеченность 95%

R_{ser} – расчетное сопротивление материалов для второй группы предельных состояний

$$R_{ser} = \frac{R_n}{\gamma}, \quad \text{где } \gamma - \text{коэффициент надежности по материалу, принимаемый равным 1}$$

$$R_{ser} = R_n$$

В СНиП приводятся готовые таблицы расчетных сопротивлений для второй группы предельных состояний для бетона и арматуры $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$, $R_{s,ser}$

Коэффициенты надежности по материалу γ учитывают случайный характер прочности материала.

Неслучайные неопределенности учитываются коэффициентами условия работы γ_i , на которые умножаются расчетные сопротивления материалов

3. Нагрузки

Классификация нагрузок.

Нагрузки делят на постоянные и временные.

В зависимости от продолжительности действия временные нагрузки делят на длительные, кратковременные и особые.

Конструкции рассчитывают на невыгодное сочетание нагрузок.

Различают основное и особое сочетание нагрузок.

Так как нагрузка является случайной величиной, вводятся два понятия:

1) Нормативная нагрузка - это наиболее вероятное значение нагрузки. (Имеет обеспеченность 95%)

q_n – нормативное значение нагрузки

Нормативное значение нагрузки определяется следующим образом:

- Постоянная нагрузка по проектным размерам конструкций;
- Технологическая нагрузка задается технологами;
- Снеговая нагрузка по СНиП
- Ветровая нагрузка по СНиП

2) Расчетная нагрузка - это максимально ожидаемое значение нагрузки. (Имеет обеспеченность 99,9%)

$$q = q_n * \gamma_f \quad \text{где } \gamma_f - \text{коэффициент надежности по нагрузке, который всегда больше 1}$$

4. Учет ответственности зданий и сооружений.

Вводятся три уровня по степени ответственности зданий и сооружений

Первый уровень – Повышенной степени ответственности

К этому уровню относятся здания и сооружения, обрушение которых приводит к тяжелым экономическим, социальным или экологическим последствиям

Второй уровень – Нормальной ответственности

К этому уровню относятся здания и сооружения массового строительства.

Третий уровень – Пониженной ответственности

К этому уровню относятся здания и сооружения сезонного или вспомогательного назначения.

При расчете конструкций степень ответственности учитывается умножением значений нагрузки на коэффициент надежности по назначению γ_n , который принимается:

- Для I уровня $0,95 < \gamma_n \leq 1,2$
- Для II уровня $\gamma_n = 0,95$
- Для III уровня $0,8 \leq \gamma_n < 0,95$

5. Условия недопущения предельных состояний первой группы

$$F \leq \Phi$$

F - расчетное усилие от внешней нагрузки ($q_n; \gamma_f; \gamma_n$)

Φ - расчетная несущая способность конструкций ($R_n; \gamma; \gamma_i$)

Расчеты по первой группе предельных состояний выполняются на расчетные значения нагрузок

6. Условия недопущения предельных состояний второй группы

А. Ограничение чрезмерных прогибов

Прогибы ограничиваются по четырем соображениям

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| а) По технологическим соображениям | в) По эстетическим соображениям |
| б) По конструктивным соображениям | г) По физиологическим соображениям |

Расчет по прогибам сводится к проверке условия: $f \leq [f]$, где

$[f]$ – предельный прогиб, определяемый по СНиП

Б. Ограничение чрезмерных трещин

Трещины ограничиваются по **двум** соображениям:

- а) Из условия обеспечения сохранности арматуры
- б) Из условия ограничения проницаемости конструкции

При расчете трещиностойкости выполняют следующие расчеты:

- 1) Расчет по образованию трещин из условия:

$M \leq M_{crc}$, где M_{crc} - момент трещинообразования

- 2) Расчет по раскрытию трещин, если они образуются, из условия:

$a_{crc} \leq [a_{crc}]$, где $[a_{crc}]$ – предельная ширина раскрытия трещин, определяемая по СНиП

Расчеты по второй группе предельных состояний выполняются на нормативные нагрузки