

Основы проектирования и расчета строительных конструкций.

План.

1. Требования к строительным конструкциям и общие принципы их проектирования.
2. Основы расчета конструкций и оснований по предельным состояниям.
 - 2.1. Понятие о расчете по первой группе предельных состояний
 - 2.2. Понятие о расчете по второй группе предельных состояний
3. Нормативные и расчетные значения сопротивлений материалов и нагрузок.
4. Нагрузки и воздействия.

1. Требования к строительным конструкциям и общие принципы их проектирования.

Требования к строительным конструкциям:

- 1) Прочность
- 2) Устойчивость
- 3) Жесткость
- 4) Долговечность
- 5) Необходимая степень теплоизоляции наружных ограждений
- 6) Морозостойкость
- 7) Экономичность изготовления и эксплуатации
- 8) Индустриальность изготовления и монтажа

Прочность можно определить как неразрушаемость конструкции все время эксплуатации.

Под устойчивостью понимают сохранение формы конструкции.

Жесткость – это сопротивление конструкции деформациям.

Цель расчета строительных конструкций :

- 1) проверка прочности, устойчивости и жесткости конструкций при известных размерах;
- 2) уточнение размеров и обеспечение надежности конструкций при минимальном расходе материалов.

Порядок расчета строительных конструкций

- 1) Составление расчетной схемы
- 2) Определение внутренних усилий методами сопротивления материалов
- 3) Подбор размеров сечений или проверка несущей способности заданных сечений
- 4) Конструирование креплений.

2. Основы расчета конструкций и оснований по предельным состояниям

Строительные конструкции рассчитывают для того, чтобы обеспечить безопасность, надежность и долговечность их эксплуатации под нагрузкой при наиболее экономичных размерах сечения.

Существующие строительные нормы предписывают вести расчет строительных конструкций на силовые воздействия по методу предельных состояний.

Предельное состояние – это такое состояние строительной конструкции, по достижении которого она перестает удовлетворять предъявленным к ней эксплуатационным требованиям, а так же требованиям, заданным при возведении.

Цель расчета строительной конструкции – не допустить наступления предельного состояния в процессе её возведения и эксплуатации.

В соответствии с нормами при расчете учитывают две группы предельных состояний.

Первая группа – по потере несущей способности (потере прочности или устойчивости), т.е. непригодности к эксплуатации.

Вторая группа – по непригодности к нормальной эксплуатации. К этой группе относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкции, или снижающие её долговечность вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота), колебаний и трещин.

2.1. Понятие о расчете по первой группе предельных состояний

Расчет по предельным состояниям первой группы называют расчетом по несущей способности (по прочности и устойчивости). Цель такого расчета состоит в том, чтобы предотвратить наступление любого из предельных состояний первой группы, т.е. обеспечить несущую способность как отдельной конструкции, так и всего здания в целом.

Несущая способность конструкции считается обеспеченной, если выполняется неравенство типа

$$N \leq \Phi\{R, A\},$$

где N - расчетное внутреннее усилие от внешних расчетных нагрузок. Расчетное усилие зависит от вида нагружения (для сжатых и растянутых элементов – это продольная сила, для изгибаемых – изгибающий момент и т.д.). Расчетные усилия определяются по правилам строительной механики в зависимости от конструктивной схемы, способов соединений конструкций и т.д.;

Φ - наименьшая возможная несущая способность сечения элемента конструкции, подвергающегося сжатию, растяжению, изгибу и т.д. она зависит от прочностных свойств материала конструкции (R – расчетное сопротивление материала) и геометрических характеристик сечения (A – площадь поперечного сечения при растяжении или сжатии, момент сопротивления сечения при изгибе и т.д.).

2.2. Понятие о расчете по второй группе предельных состояний

Цель этого расчета – не допустить ни одного из предельных состояний второй группы. Считается, что предельное состояние второй группы не наступит, если будет удовлетворено условие

$$f \leq [f],$$

где f - определенная из расчета деформация (перемещение, угол поворота, ширина раскрытия трещины и т.д.) от внешних нормативных нагрузок.

$[f]$ - нормативная (предельная допустимая) деформация конструкции (перемещение, угол поворота, ширина раскрытия трещины и т.д.), которая определяется в соответствии с требованиями СНиП.

3. Нормативные и расчетные значения сопротивлений материалов и нагрузок.

При расчетах по предельным состояниям первой и второй групп в качестве главного прочностного показателя материала устанавливается его сопротивление, которое может принимать нормативное и расчетное значения:

R_n — нормативное сопротивление материала, представляет собой основной параметр сопротивления материалов внешним воздействиям и устанавливается соответствующими главами строительных норм. Физический смысл нормативного сопротивления R_n — это *контрольная или браковочная характеристика сопротивления материала* с обеспеченностью не менее 0,95%;

R — расчетное сопротивление материала, определяется по формуле

$$R = \frac{R_n}{\gamma_m},$$

где γ_m — коэффициент надежности по материалу, учитывает возможные отклонения сопротивления материала в неблагоприятную сторону от нормативных значений, $\gamma_m > 1$.

Коэффициент надежности по материалу учитывает несоответствие фактической работы материала в конструкциях и его работы при испытании в образцах, а также возможность попадания в конструкции материала со свойствами ниже установленных в ГОСТ.

Расчетные сопротивления в расчетах следует принимать с коэффициентом условий работы γ_c :

γ_c — коэффициент условий работы, учитывает особенности работы материалов, элементов и соединений конструкций, а также зданий и сооружений в целом, если эти особенности имеют систематический характер, но не отражаются в расчетах прямым путем (учет температуры, влажности, агрессивности среды, приближенности расчетных схем и др.). При выводе расчетных формул и написании формул, приводимых в СНиП, иногда не указывают, что расчетные сопротивления умножаются на γ_c , но если коэффициент условия работы отличается от единицы, на него всегда надо умножать расчетное сопротивление, т.е. во всех формулах, где есть R, вместо R надо подставлять произведение $R \gamma_c$.

Нормативные и расчетные значения устанавливаются не только для сопротивлений материалов, но и для нагрузок, учитывая изменчивость их величин или невозможность их определения с абсолютной точностью:

N_n — нормативная нагрузка, рассчитывается по проектным размерам конструкций или принимается в соответствии с главой СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»;

N — расчетная нагрузка, определяется по формуле

$$N = N_n \cdot \gamma_f,$$

где γ_f — коэффициент надежности по нагрузкам, учитывает возможные отклонения нагрузок в неблагоприятную (большую или меньшую) сторону от их нормативных значений.

Нормы учитывают также возможные последствия от аварий, этот учет ведется при помощи коэффициента надежности по ответственности γ_n , на который умножаются расчетные нагрузки, что ведет к понижению или повышению их значения

$$N \cdot \gamma_n,$$

где γ_n — коэффициент надежности по ответственности, учитывает экономические, социальные и экологические последствия, которые могут возникать в результате аварий.

Вследствие того, что наступление предельных состояний, относящихся ко второй группе, не связано с потерей несущей способности конструкций или здания в целом, нагрузки сопротивления материалов, а также сопротивления грунтов, которые используются в расчетах по этой группе, принимаются численно равными нормативным значениям называются сервисными.

Соответственно, **нормативная (сервисная) нагрузка N_{ser} и нормативное (сервисное) сопротивление R_{ser} считаются расчетными для расчетов по предельным состояниям второй группы.**

При расчетах по первой группе предельных состояний, которые связаны с обеспечением несущей способности конструкции (здания), принимают расчетные значения: **расчетные нагрузки N и расчетные сопротивления материала R .**

При выполнении расчетов, относящихся к первой и второй группам предельных состояний, необходимо учитывать значения нагрузок, сопротивления материалов и коэффициенты в соответствии с таблицей.

**Учет расчетных и нормативных характеристик материалов, нагрузок
и коэффициентов при расчете конструкций по первой и второй
группам предельных состояний**

Группа предельных состояний	Нагрузки		Сопротивления	
	Нормативные (сервисные)	Расчетные	Нормативные (сервисные)	Расчетные
Первая	–	$N = N_n \cdot \gamma_f$ $N \cdot \gamma_n$	–	$R = R_n / \gamma_m$ $R \cdot \gamma_c$
Вторая	$N_{ser} = N_n$	–	$R_{ser} = R_n$	–

4. Нагрузки и воздействия

4.1. Классификация нагрузок по времени действия

Нагрузки
По времени
действия

Постоянные

- вес частей зданий и сооружений;
- вес и давление грунтов;
- горное давление;
- воздействие предварительного напряжения конструкций;

Временные

Длительные

- вес стационарного оборудования;
- вес жидкостей, газов, сыпучих тел, заполняющих оборудование;
- нагрузки на перекрытия складов, архивов, библиотек и т.п.;
- вес отложений производственной пыли;

Кратковременные

- вес людей, мебели, переносного оборудования;
- вес временно складированных изделий;
- снеговая;
- ветровая

Особые

- сейсмические и взрывные;
- вызываемые аварийными состояниями в оборудовании;
- от неравномерных деформаций оснований;
- от коренного изменения структуры грунта

5. Нормативные значения нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузке.

5.1. Постоянные нагрузки

Нормативные значения для постоянных нагрузок определяются по проектным геометрическим и конструктивным размерам и по средним значениям плотности материалов с учетом данных завода изготовителя о фактическом весе конструкций.

5.1.1. От веса сплошных настилов (бетонных подов, стяжек, засыпок, утеплителей и т.п.)

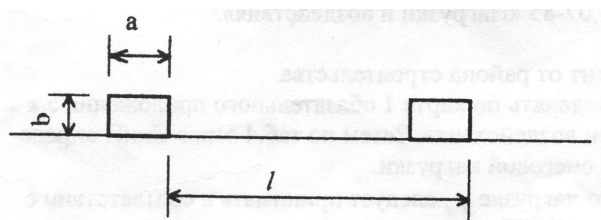
$$g_n = \rho \delta \cdot 10 \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot 10 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right],$$

где: ρ - плотность строительного материала, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

δ - толщина слоя, м.

Значение коэффициента надежности по нагрузке назначают в соответствии с указаниями таб.1 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия».

5.1.2. От веса лаг, подкладок под лаги, обрешетки и т.п.



$$g_n = \frac{ab}{l} \rho \cdot 10 \left[\frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right],$$

где: ρ - плотность строительного материала, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

a, b - размеры поперечного сечения брусков, м;

l - шаг брусков, м.

Значение коэффициента надежности по нагрузке назначают $\gamma_f = 1,2$ в соответствии с указаниями таб.1 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия».

5.1.3. От веса рулонных кровельных материалов

$$g_n = (30 \div 50) \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Значение коэффициента надежности по нагрузке назначают $\gamma_f = 1,2$ в соответствии с указаниями таб.1 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия».

5.1.4. От веса сборной железобетонной плиты

$$g_n = \frac{G}{bl} 10 \cdot 1,15 \left[\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{м}} 10 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right],$$

где: G - вес железобетонной плиты, кг;

b, l - ширина и длина плиты, м.

Значение коэффициента надежности по нагрузке назначают $\gamma_f = 1,1$ в соответствии с указаниями таб.1 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия».

5.2 Временные нагрузки

5.2.1. Полезная нагрузка на перекрытие зависит от назначения помещения и определяется по таб.3 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия».

Значение коэффициента надежности по нагрузке назначают γ_f в соответствии с указаниями п.3.7 СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия»

5.2.2. Снеговая нагрузка зависит от района строительства.

Снеговой район следует определять по карте 1 обязательного приложения 5 к СНиП 2.02.07-85 «Нагрузки и воздействия». Затем по таб.4 этого СНиП определяют расчетное значение снеговой нагрузки. Нормативное значение снеговой нагрузки определяют умножением расчетного значения на коэффициент 0,7.