Ответы на вопросы

Вопрос № 1

1. ***Цель и общая методика расчетов по предельным состояниям.***

Ответ

Целью метода расчетов по предельным состояниям является не допускать с определенной обеспеченностью наступления предельных состояний при эксплуатации в течение всего заданного срока службы конструкции здания или сооружения, а также при производстве работ.

Под предельными состояниями подразумевают такие состояния, при которых конструкции перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям или требованиям при производстве работ.

В расчетах конструкций на действие статических и динамических нагрузок и воздействий, которым они могут подвергаться в течение строительства и заданного срока службы, учитываются следующие предельные состояния:

* *первой* группы - по потере несущей способности и (или) полной непригодности к эксплуатации конструкций;
* *второй* группы - по затруднению нормальной эксплуатации сооружений.

К предельным состояниям **первой** группы относятся: общая потеря устойчивости формы; потеря устойчивости положения; разрушение любого характера; переход конструкции в изменяемую систему; качественное изменение конфигурации; состояния, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации в результате текучести материала, сдвигов в соединениях, ползучести, недопустимых остаточных или полных перемещений или чрезмерного раскрытия трещин.

Первая группа по характеру предельных состояний разделяется на две подгруппы: по потере несущей способности (первые пять состояний) и по непригодности к эксплуатации (шестое состояние) вследствие развития недопустимых по величине остаточных перемещений (деформаций).

К предельным состояниям **второй** группы относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию или снижающие долговечность вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота, колебаний, трещин и т.п.).

Предельные состояния первой группы проверяются расчетом на максимальные (расчетные) нагрузки и воздействия, возможные при нарушении нормальной эксплуатации, предельные состояния второй группы - на эксплуатационные (нормативные) нагрузки и воздействия, отвечающие нормальной эксплуатации конструкций.

Надежность и гарантия от возникновения предельных состояний конструкции обеспечиваются надлежащим учетом возможных наиболее неблагоприятных характеристик материалов; перегрузок и наиболее невыгодного (но реально возможного) сочетания нагрузок и воздействий; условий и особенностей действительной работы конструкций и оснований; надлежащим выбором расчетных схем и предпосылок расчета, учетом в необходимых случаях пластических и реологических свойств материалов.

Это условие для первой группы предельных состояний по несущей способности может быть записано в общем виде

**NФ,**

где N - усилие, действующее в рассчитываемом элементе конструкции (функция нагрузок и других воздействий);

Ф-предельное усилие, которое может воспринять рассчитываемый элемент (функция физико-механических свойств материала, условий работы и размеров элементов).

Предельные состояния первой группы, ведущие к полному прекращению эксплуатации и (или) обрушению конструкций, не должны быть нарушены ни разу за весь срок службы сооружения, т.е. усилие N следует рассматривать как максимальное за весь период эксплуатации, а несущую способность элемента Ф - как минимально возможную.

Для второй группы предельных состояний, связанных, как правило, с перемещениями, также можно записать предельное неравенство:

***f* [*f*],**

где ***f*** - перемещение конструкции (функция нагрузок):

**[*f*]**- предельное перемещение, допустимое по условиям эксплуатации (функция конструкции и ее назначения).

Предельные состояния второй группы, ведущие к нарушению нормальной эксплуатации, можно рассматривать как более мягкие. Поэтому расчет по второй группе предельных состояний следует выполнять на нагрузки, возникающие в процессе нормальной эксплуатации, без учета экстремальных ситуаций, приводящих к превышению этих нагрузок.

В общем случае работа конструкций и переход их в предельное состояние зависят от нагрузок, свойств материала и условий работы. Рассмотрим раздельно учет этих факторов при расчете конструкции по предельным состояниям.

Вопрос №2

1. Определение понятий «нагрузка», «воздействие» (в соответствии с действующими нормативными документами). Нагрузка как случайная величина.

Ответ

В процессе эксплуатации конструкции подвергаются различным *нагрузкам* и *воздействиям*.

Нагрузки и воздействия при выполнении расчетов строительных конструкций регламентируются в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85».

Работа конструкции, а следовательно, и особенности ее расчета во многом зависят от природы, характера и продолжительности воздействий. Так, при взрыве следует учитывать влияние скорости нагружения на свойства материала; при воздействии низких температур - повышенную опасность хрупкого разрушения; при продолжительном воздействии - ползучесть материала.

Классификация нагрузок и воздействий. По своей природе нагрузки и воздействия подразделяют на:

- нагрузки от собственного веса конструкций;

- технологические нагрузки (вес оборудования, складируемых материалов, людей, давление жидкостей, газов, сыпучих материалов и т.д.);

- атмосферные нагрузки (снег, ветер, гололед);

- температурные (технологические и климатические) воздействия;

- монтажные нагрузки;

- сейсмические и взрывные воздействия;

- аварийные нагрузки, возникающие при резком нарушении технологического процесса, поломках оборудования, обрывах проводов линий электропередачи и т.д.

Все эти нагрузки и воздействия вызывают в конструкциях усилия и перемещения и могут быть отнесены к прямым воздействиям. Кроме них на конструкции могут влиять биологические (гниение), химические (коррозия), радиационные и другие воздействия. Эти воздействия приводят к изменению свойств материала (снижению ударной вязкости при радиационном воздействии), меняют параметры работы элементов (уменьшение толщины элементов, повышение концентрации напряжений при коррозии) и в итоге влияют на несущую способность и долговечность конструкций. Такие воздействия называют косвенными.

Под характером воздействия будем понимать скорость и частоту приложения нагрузок. По этому признаку нагрузки подразделяют на статические, динамические и переменные многократно повторяющиеся.

При статических нагрузках скорость нагружения равна нулю или настолько мала, что вызываемые ими инерционные силы в расчете можно не учитывать и использовать методы статики сооружений.

При динамических нагрузках скорость нагружения высока и вызываемые ими инерционные силы необходимо учитывать при расчете конструкций. В этих случаях используются методы динамики сооружений. Нормы на проектирование стальных конструкций допускают учитывать влияние динамического характера нагрузок путем умножения статической нагрузки на коэффициент динамичности, устанавливаемый на основании теоретических или экспериментальных исследований.

При воздействии переменных многократно повторяющихся нагрузок в конструкциях могут возникнуть усталостные разрушения. В этом случае конструкции необходимо проверить на выносливость .

В зависимости от продолжительности действия нагрузки делят на постоянные и временные. Временные нагрузки в свою очередь подразделяют на длительные, кратковременные и особые.

Постоянными нагрузками называют такие, которые действуют на конструкцию постоянно: собственный вес строительных конструкций, давление фунта, воздействие предварительного напряжения конструкций и т.п.

Длительными нагрузками называют такие, которые действуют на конструкцию продолжительное время (но могут и отсутствовать): вес технологического оборудования, вес складируемых грузов, давление жидкостей и газов в резервуарах и трубопроводах.

Кратковременными нагрузками называют нагрузки, действующие непродолжительное время: снег, ветер, подвижные краны, нагрузки, возникающие при транспортировке, монтаже, ремонтах и испытаниях конструкций, температурные климатические воздействия и т.д.

Особые нагрузки - это нагрузки, которые могут появиться в исключительных случаях: сейсмические воздействия, аварийные нарушения технологического процесса, резкие просадки грунтов.

Нормативные и расчетные нагрузки. Все нагрузки в той или иной степени случайны и при математическом описании могут быть представлены в виде случайных величин (например, собственный вес конструкций) или случайных функций времени (например, ветер). Однако при расчете конструкций по предельным состояниям мы принимаем детерминированные значения нагрузок. Поэтому для обеспечения необходимого уровня надежности при расчете конструкций по первой группе предельных состояний следует принимать максимальные значения нагрузок с высокой степенью обеспеченности. При расчете по второй группе предельных состояний, т.е. в условиях нормальной эксплуатации, обеспеченность может быть ниже.

*Нагрузка, как случайная величина*, принимается в расчет, если рассматриваются *случайные* процессы в окружающей среде (скорость ветра, температура и т п) или в самой конструкции (коррозия и т п) речь идет о вероятности возникновения ситуации в течении определенного отрезка времени и с обусловленностью связывается определенный весьма условный срок эксплуатации.

*Нормативные значения случайных природных воздействий* (ветер, снег, температура, сейсмика) часто назначаются как величины, превышаемые в среднем раз в Тс (период повторяемости) лет.

Задача на определение расчетной нагрузки на перекрытия здания

Исходные данные для варианта 3:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вари­** | **Исходные данные для расчета** | | | | | | |
| **ант** | **Вид несущих конструк ций** | **Толщина** | **Вид конструк­ций пола** | **Плотность конструкций пола, кг/м3** | **Толщина конструк­ций пола, м** | **Эквивалентная равномерно распределенная нагрузка от перегородок , кПа** | **Назнач. помеще -ния** |
|  | **несущих** |
|  | **конструкций** |
|  | **перекрытия,** |
|  | **м** |
| 3 | 1,1 | 0,22 | 1,3 | 1200 | 0.12 | 1,4 | 2.3 |

***Решение:***

* вид несущих конструкций перекрытия - 1.1 - железобетонные (со средней

плотностью свыше 1600 кг/м ). Плотность материала конструкции р=24,5 кН/ м3 (2500 кг/м3); толщина конструкций перекрытия 0,22 м;

* вид несущих конструкций пола - 1.3 - бетонные (со средней плотностью менее 1600 кг/м3), выполняемые в заводских условиях

конструкций пола 12,0 кН/м3 (1200 кг/м3 ); толщина конструкций пола - 0,12 м;

* эквивалентная распределенная нагрузка от перегородок - 1,4 кПа;
* назначение помещения - 2.2 - квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы.

1. Постоянные нагрузки:
   1. Монолитные железобетонные конструкции перекрытия толщиной 0,2 м.

* коэффициент надежности γf = 1,1 (п.7.2 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85», табл.7.1);
* объемный вес бетона q = 24,5 кН/м3 (2,5 т/м3) - тип 1.1 по заданию;

Расчетное значение нагрузки от собственного веса конструкций:

Qj = 24,5 кН/м3 х 1,1 х 0,22= 26,95 кН/м3 х 0,22 = 5,9 кПа.

1. Длительные нагрузки:
   1. Конструкции пола из бетона толщиной 0,12 м;

* плотность материала пола - 12,0 кН/м3 , конструкция выполняется на строительной площадке;
* коэффициент надежности γf = 1,3 (п.7.2 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85», табл.7.1); Расчетное значение нагрузки от собственного веса конструкций пола:

Q2.1 = 12,0 кН/м3 х 1,3 х 0,12= 15,6 кН/м3 х 0,12 = 1,87 кПа.

2.2. Эквивалентная распределенная нагрузка от перегородок, выполняемых из каменной кладки (нормативное значение) - 1,4 кПа;

- коэффициент надежности γf = 1,1 (п.7.2 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85», табл.7.1); Расчетное значение эквивалентной равномерно распределенной нагрузки от конструкций перегородок:

Q2.2 = 1,4 кПа х 1,1 = 1,54 кПа

Суммарное значение длительных нагрузок: Q2 = 1,87 кПа + 1,54 кПа = 3,41 кПа

3. Кратковременные нагрузки:

3.1. Нормативное значение равномерной распределенной нагрузки на перекрытия определяются по назначению помещения в соответствии с указаниями п. 8.2.1 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85», табл.8.3).

* назначение помещения: служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений; по табл. 8.3 п. 1 СП 20.13330.2016 нормативное значение равномерной распределенной нагрузки на перекрытия р=2,0 кПа;
* коэффициент надежности γf = 1,2 (п.8.2.2 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85»);

Расчетное значение равномерно распределенной кратковременной нагрузки:

Р = 2,0 кПа х 1,2 = 2,4 кПа

Пониженное значение расчетной равномерно распределенной кратковременной нагрузки определяется в соответствии с указаниями п. 8.2.3 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85»:

Pl = 2,4 кПа х 0,35 = 0,84 кПа.