

Перечень вопросов к экзамену (коллоквиуму) по разделу «Статически определимые стержневые системы» курса «Строительная механика»

1. Введение

Основная задача строительной механики, напряженно-деформированное состояние сооружения. Понятие расчетной схемы, многообразие расчетных схем. Расчетные схемы элементов конструкций, используемые в строительной механике: стержень, плита, оболочка, массив. Стержневые системы, их виды. Воздействия на сооружения. Стержневая система как система стержней, соединенных в жестких и шарнирных узлах, число степеней свободы жестких и шарнирных узлов, кратность шарниров. Виды опорных закреплений, реакции связей.

2. Линейные и нелинейные задачи строительной механики

Линейные задачи строительной механики. Принцип суперпозиций. Случаи нелинейных задач: физическая нелинейность, геометрическая и генетическая нелинейность, конструктивная нелинейность.

3. Постановка задачи расчета стержневой системы. Статическая определимость и геометрическая неизменяемость стержневых систем

Три группы неизвестных в строительной механике стержневых систем. Три группы уравнений, используемых в строительной механике. Случай статической определимости стержневой системы как случай выделения уравнений равновесия в автономную систему. Свойства статически определимых систем, их преимущества и недостатки по сравнению со статически неопределимыми. Понятия жесткого диска и геометрически неизменяемой стержневой системы. Необходимое условие геометрической неизменяемости стержневой системы. Внешняя и внутренняя статическая определимость стержневой системы. Необходимое условие внешней статической определимости системы. Необходимые и достаточные условия статической определимости (внешней и внутренней) стержневой системы. Геометрически изменяемые системы, их свойства. Мгновенно геометрически изменяемые стержневые системы и системы, близкие к геометрически изменяемым. Понятие обусловленности задачи. Структурный анализ геометрической неизменяемости стержневых систем на примерах. Кинематический и статический методы анализа геометрической неизменяемости стержневых систем.

4. Построение эпюр внутренних усилий на участке прямолинейного стержня.

Соотношение, связывающее изгибающий момент и перерезывающее усилие на участке прямолинейного стержня. Правила знаков для внутренних усилий в стержнях. Построение эпюр изгибающих моментов и перерезывающих усилий на незагруженном участке стержня и на участке стержня, загруженном равномерно распределенной нагрузкой. Свойства эпюр внутренних усилий. Правило тупого угла. Особенности расчета наклонных стержней, загруженных равномерно распределенной нагрузкой.

5. Расчет статически определимых балок и рам.

Методы расчета статически определимых балок и рам: с разделением на диски, без деления на диски, комбинированный. Особенности расчета систем с замкнутыми контурами. Особенности расчета систем, содержащих основные и присоединенные части (на примере разрезной многопролетной балки). Теорема о двух силах и ее использование в расчете рам.

6. Арки и распорные системы.

Геометрия и конструктивные элементы арки. Сопоставление напряженного состояния трехшарнирной арки и простой балки. Распор, его влияние на внутренние усилия в сечениях арки. Определение изгибающего момента, продольного и поперечного усилий в сечениях трехшарнирной арки. Преимущества и недостатки арок по сравнению с безраспорными системами. Трехшарнирная арка с затяжкой, ее расчет. Арки рационального очертания (безмоментные арки).

7. Статически определимые фермы.

Образование, конструктивные элементы, расчетные схемы и статическая работа ферм. Способы определения продольных усилий в стержнях ферм: вырезания узлов, сечений и комбинированный. Нулевые стержни, правила их определения. Пролетные фермы с различным очертанием поясов и область их применения. Шпренгелевые фермы, назначение шпренгелей и дополнительных стоек. Сопоставление пролетных ферм с восходящими и нисходящими раскосами.

8. Линии влияния

Понятие линии влияния. Построение линий влияния внутренних усилий в простой балке. Использование линий влияния для расчета на неподвижную нагрузку. Использование линий влияния для определения невыгодных положений подвижной нагрузки.

9. Комбинированные системы.

Арочная ферма. Арка с ломаной затяжкой. Подвесная система.

10. Теория определения перемещений в стержневых системах

Принцип возможных перемещений как альтернативная форма записи уравнений равновесия для материальной точки и абсолютно жесткого тела. Принцип возможных перемещений для деформируемого тела. Выражение для работы внутренних усилий в стержневой системе. Теорема взаимности работ. Формула Максвелла-Мора. Вспомогательные состояния для определения перемещений различных видов (поступательных, вращательных, взаимных). Приближенная (упрощенная) запись интеграла Максвелла-Мора для рам и ферм. Способы вычисления интеграла Максвелла-Мора: аналитический, численный (по Симпсону), графоаналитический (по Верещагину).