

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Сопротивление материалов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Технологии цифрового проектирования и
производства в машиностроении

Квалификация выпускника: Бакалавр

Выпускающая кафедра: Технические дисциплин

Форма обучения: Очная / очно-заочная

Курс: 2 **Семестр:** 3,4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 3 семестр

Экзамен: 4 семестр

Курсовая работа 4 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (3 и 4-го семестра учебного плана). Предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, практическим занятиям, зачета и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ОПЗ	Т/КР	Курсовая работа	Зачет/Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 знать законы механики;		ТО1				ТВ
3.2 знать теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;		ТО2				ТВ
3.3. знать виды простого и сложного нагружения элементов конструкций	С1					ТВ
3.4. знать закон упругости для растяжения (сжатия), для чистого сдвига, обобщенный закон Гука;	С2					ТВ
3.5. знать существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов;	С3					ТВ
3.6. знать сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов;		ТО3				ТВ
3.7. знать классические теории прочности и критерии пластичности материалов; основы проведения расчетов элементов конструкции при сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического характера нагружения изделия		ТО4				ТВ

Освоенные умения						
У.1.уметь ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций			ОЛР 1-4	Т/КР	Курсовая работа	ПЗ
У.2.уметь проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых систем			ОЛР 1-4	Т/КР		ПЗ
У.3. уметь подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов			ОЛР 1-4	КР	Курсовая работа	ПЗ
У.4. уметь определять механические характеристики материалов по результатам проведенных лабораторных испытаний			ОЛР 1-4	КР	Курсовая работа	ПЗ
У.5. уметь выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций			ОЛР 1-4	Т	Курсовая работа	ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб			ОЛР 1-4	Т	Курсовая работа	ПЗ
В.2 навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности			ОЛР 1-4	Т	Курсовая работа	ПЗ
В.3 навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов			ОЛР 1-4		ПЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в 3 семестре в форме зачета, в 4 семестре форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или

бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, практических занятий и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита практических работ

Всего запланировано 10 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.3. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано рубежное тестирование (Т) после освоения студентами учебной дисциплины.

Типовые вопросы теста (см. Приложение 1).

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.4. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу (курсовая работа).

Курсовая работа проводится в 4 семестре. Тема типовой курсовой работы «Расчет на прочность и деформативность конструкций».

Типовые шкалы и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических, лабораторных и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в 3 семестре в виде зачета, в 4 семестре в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (см. Приложение 3).

2.3.2.1. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь* заявленных дисциплинарных компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.3.2.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля

в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

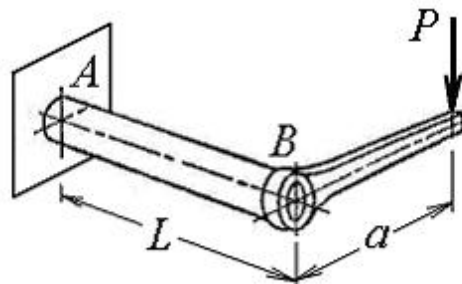
Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые вопросы теста

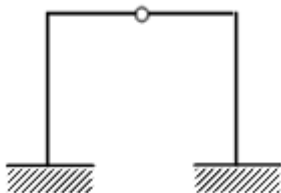
Пример теста № 1

1. Тело, один размер которого значительно больше двух других, называется ...
стержнем
2. Единицей измерения напряжения является отношение нагрузки к ...
площади сечения
3. Площадки с максимальными касательными напряжениями по отношению к главным площадкам расположены под углом...
45°
4. Величина эквивалентного (расчетного) напряжения зависит от...
 - 1) заданного напряженного состояния
 - 2) вида теории прочности
 - 3) вида критерия равноопасности
 - 4) **заданного напряженного состояния и критерия равноопасности напряженных состояний**
5. Направления главных деформаций в изотропном теле совпадают с направлением главных ...
напряжений
6. Для стержня *AB* (см. рисунок), видом сложного сопротивления является...



изгиб с кручением

7. Сколько раз статически неопределимая рама ...

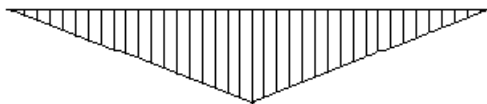


два

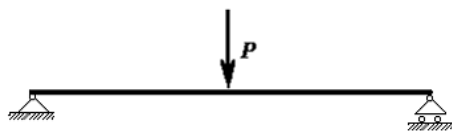
8. При поперечном изгибе нормальные напряжения по высоте сечения балки ...

- | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| 1) распределены по синусоиде | 2) распределены по параболе | 3) постоянны | 4) распределены по линейному закону |
|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|

9. Эпюра М для балки имеет вид



Изобразить расчетную схему балки, которая соответствует этой эпюре изгибающих моментов



10. Размерность площади поперечного сечения двутавра в сортаменте ...
 см^2

11. Нагрузка на расчетной схеме, которая содержит множество стрелок, объединенных вертикальной или горизонтальной линией называется ...
равномерно-распределенной

12. Сила на расчетной схеме, которая содержит одну стрелку называется ...
сосредоточенной

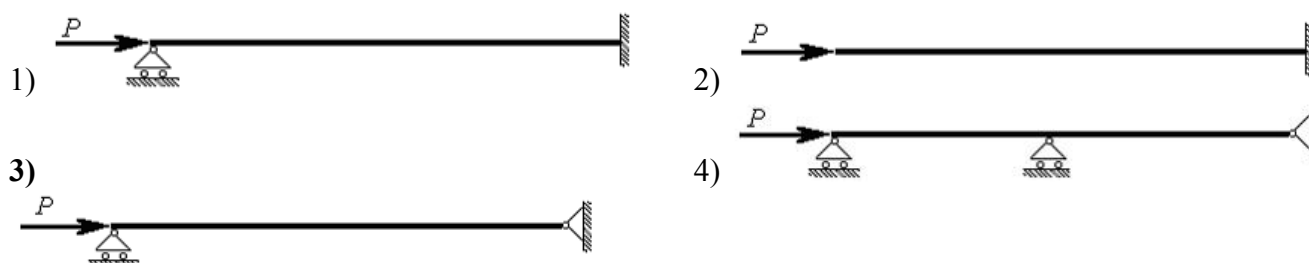
13. Наиболее распространенный профиль балок ...
двутавр

14. Момент сопротивления сечения обозначается буквой ...
W

15. Балка это конструкция, которая работает на ...
изгиб

16. Упругостью называется свойство твёрдых материалов возвращаться в изначальную ...
форму

17. Приведенная на рисунке форма потери устойчивости сжатого стержня соответствует способу закрепления стержня, показанному на схеме ...



18. В формулу Эйлера входит величина J_{\min} , так как при потере устойчивости изгиб стержня происходит в плоскости...

- 1) наибольшей жесткости
- 2) под углом 45° к плоскостям наименьшей и наибольшей жесткостей
- 3) произвольно наклоненной к плоскостям наибольшей и наименьшей жесткостей
- 4) **наименьшей жесткости**

19. Коэффициент приведения длины стержня при вычислении критической силы по формуле Эйлера зависит от ...

- 1) материала стержня
- 2) величины приложенной силы
- 3) способа закрепления стержня**
- 4) формы поперечного сечения стержня

20. В каких скобках записывается допускаемая площадь поперечного сечения стержня ...
квадратных

Пример теста № 2

1. На диаграмме растяжения стального стержня горизонтальный участок называется площадка ...
текучести

2. Касательные напряжения обозначаются буквой ...

τ

3. Линейный участок на диаграмме растяжения стального стержня соответствует выполнению закона

Гука

4. Прочность это свойство материала сопротивляться ...

разрушению

5. Абсолютное удлинение (укорочение) имеет размерность ...

м

6. В общем случае пространственного нагружения элемента конструкции главный вектор и главный момент внутренних сил, действующих по проведенному сечению, могут быть разложены в системе координат x, y, z на ...

- 1) на три момента
- 2) на пять внутренних силовых факторов
- 3) шесть внутренних силовых факторов
- 4) на три силы**

7. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня в виде получена для стержня...

- 1) с одним зашцементированным концом и другим шарнирно опертым
- 2) с шарнирно опертыми концами**
- 3) с одним зашцементированным концом и другим свободным
- 4) с зашцементированными концами

8. Деформации и напряжения связаны...

- 1) тождеством Сен-Венана
- 2) соотношениями Коши
- 3) уравнениями Бельтрами-Митчела
- 4) обобщенным законом Гука**

9. При поперечном изгибе нормальные напряжения по высоте сечения балки ...

- 1) распределены по синусоиде
- 2) распределены по параболе

3) постоянны

4) **распределены по линейному закону**

10. Наивысшая точка на диаграмме растяжения стали называется пределом ...
прочности

11. Модуль упругости обозначается буквой ...
E

12. Коэффициент расчетной длины для шарнирно-закрепленного с двух сторон стержня равен фактической ...
длине

13. Каталог размеров прокатных профилей называется
сортаментом

14. Длинные стержни при сжатии могут потерять
устойчивость

15. Балки работают в основном на
изгиб

16. Напряжения в квадратных скобках называются
допускаемыми

17. Эпюра M для балки шарнирно-опертой и загруженной сосредоточенной силой в центре пролета имеет форму
треугольника

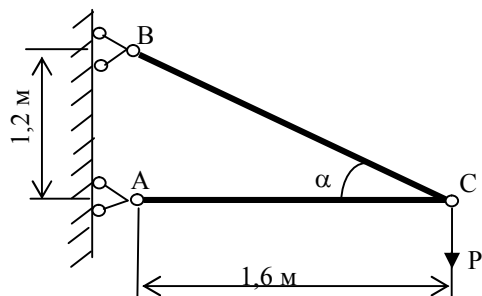
18. Шарнирная опора может быть
подвижной и неподвижной

19. В жесткой заделке перемещения и углы поворота
отсутствуют

20. Внутренние усилия в балке обозначаются буквами
M, Q

Типовые задания контрольной работы

1. Подобрать из условия прочности поперечные сечения стальных стержней кронштейна, нагруженного силой $P=200$ кН, и определить горизонтальное, вертикальное и полное перемещение узла С.



Стержень AC двутаврового поперечного сечения, стержень BC круглого поперечного сечения. Допускаемое напряжение для материала стержней $[\sigma]=160$ МПа, модуль упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

2. Для заданного плоского сечения определить положение главных центральных осей и вычислить основные геометрические характеристики.

Сведения о геометрических характеристиках прокатных профилей даны в ГОСТ: 8239-72 (двутавры), 8240-72 (швеллеры), 8509-86 (уголки равнополочные), 8510-86 (уголки неравнополочные).

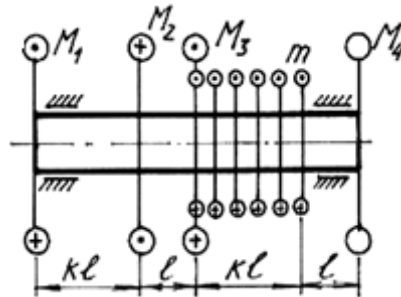
Цифры фра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	Тип сечения	№ швеллера или двутавра	Размеры равнополочного уголка	b (с м)	R (с м)	Размеры неравнополочного уголка
1	1	12	70x70x8	10	6	75x60x6
2	2	14	80x80x8	12	8	80x50x8
3	3	16	90x90x9	14	10	90x56x8
4	4	18	100x100x10	11	12	100x63x10
5	5	20	110x110x8	13	14	110x70x8
6	6	22	120x120x12	15	7	125x80x10
7	7	24	140x140x12	16	9	140x90x10
8	8	24 ^a	150x150x10	17	11	160x100x12
9	9	30	160x160x14	18	13	180x110x12
0	10	36	180x180x12	20	15	200x125x14

3. Определить размеры стального вала из условия прочности и жесткости, оценить рациональность трубчатого, сплошного круглого и прямоугольного сечений. Найти отношение весов этих сечений.

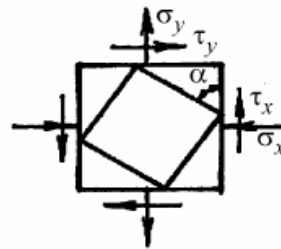
Общие данные: $[\tau]=96$ МПа; $[\theta]=0,5$ град/м. Указание: крутящий момент, направление и величина которого не указаны на рисунке, определяется из условия равновесия вала.

№	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я
	схема	ℓ , м	M_1 , Нм	M_2 , Нм	M_3 , Нм	m , Нм/м	d/D	b/h

1	1	0,20	25	80	330	200	0,50	2,5	1
2	2	0,40	45	125	470	250	0,35	2,0	1,3
3	3	0,60	65	175	500	300	0,45	1,0	1,5
4	4	0,80	85	210	490	100	0,85	1,5	1,7
5	5	0,10	20	240	520	150	0,75	2,5	1,9
6	6	0,30	30	260	440	170	0,60	3,0	1,2
7	7	0,50	40	270	430	120	0,70	1,0	1,4
8	8	0,70	50	290	180	140	0,80	2,0	1,5
9	9	0,25	60	160	260	180	0,65	1,5	1,6
0	10	0,35	70	140	190	230	0,55	2,0	1,8



4. Произвести анализ плоского напряженного состояния и оценить прочность материала в опасной точке детали по заданным напряжениям на двух взаимно перпендикулярных наклонных площадках. Общие данные: для пластичного материала принять предел текучести $\sigma_T = 300$ МПа, для хрупкого материала принять предел прочности на растяжение $\sigma_{пч}^p = 180$ МПа, предел прочности на сжатие – $\sigma_{пч}^c = 690$ МПа.



Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний

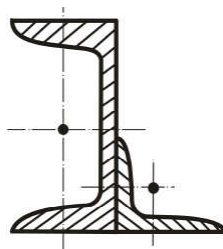
1. Понятие о прочностной надежности
2. Классификация тел и сил
3. Внутренние силовые факторы и их классификация
4. Метод сечений
5. Гипотезы сопротивления материалов
6. Напряжение в поперечных и наклонных сечениях. Продольные и поперечные сечения
7. Понятие о напряженности, линейной и угловой деформации
8. Растяжение-сжатие. Определение внутренних силовых факторов
9. Напряжение и деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука.
10. Перемещение в стержневых системах растяжения-сжатия»
11. Механические характеристики конструкционных материалов. Расчеты на прочность и жесткость
12. Геометрические характеристики плоских сечений
13. Понятие о моментах инерции. Главные оси и главные моменты инерции
14. Определение внутренних силовых факторов при кручении
15. Рациональные формы сечения валов
16. Определение внутренних силовых факторов при изгибе
17. Изгиб прямых брусьев. Условия жесткости при изгибе
18. Нормальные и касательные напряжения при изгибе
19. Понятие о статической неопределимости стержневых систем
20. Понятие обобщенных сил и обобщенных перемещений
21. Канонические уравнения метода сил. Вычисление коэффициентов канонических уравнений
22. Удельная потенциальная энергия деформации
23. Теорема Кастильяно. Теорема Лагранжа
24. Понятие о напряженном состоянии деформированного тела. Виды напряженного состояния
25. Гипотезы прочности и пластичности
26. Гипотеза прочности Мора
27. Понятие о предельном напряженном состоянии
28. Равноопасные напряженные состояния
29. Потенциальная энергия деформации
30. Косой изгиб
31. Критическая сила
32. Задача Эйлера определения критической силы
33. Критические напряжения
34. Расчет на устойчивость за пределами упругости
35. Расчет на устойчивость
36. Коэффициент запаса устойчивости
37. Динамические нагрузки и напряжения
38. Виды ударных нагрузок

- 39. Основные гипотезы технической теории удара
- 40. Удар по невесомой упругой системе
- 41. Удар при наличии промежуточной массы

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

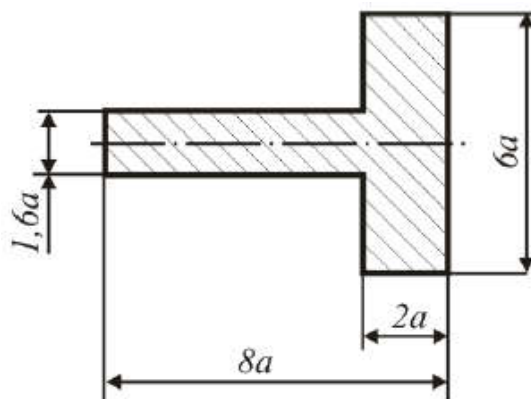
Задание 1. Для заданного плоского сечения определить положение главных центральных осей и вычислить основные геометрические характеристики.

Исходные данные: схема б; № швеллера или двутавра – 20; размеры неравнополочного уголка - $160 \times 100 \times 14$; размеры равнополочного уголка - $90 \times 90 \times 8$; $b = 70$ см.



Задание 2. Для заданных сечений определить положение главных центральных осей и вычислить основные геометрические характеристики.

Исходные данные: схема б; $a = 8$ см.



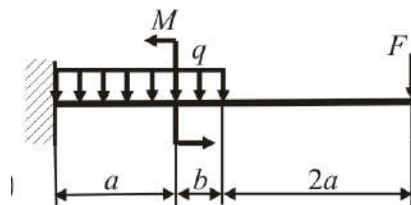
Задание 3. Для заданной балки из условия прочности по нормальным напряжениям определить размеры различных по форме поперечных сечений: двутавра, прямоугольника (с отношением сторон $\frac{h}{b} = 1,8$), квадрата, круга, кольца

(при $\frac{d}{D} = 0,8$) и оценить их рациональность.

Материал балки: сталь Ст.3.

Исходные данные:

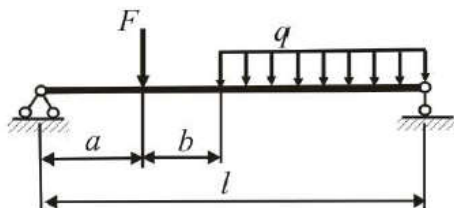
Схема б, $a = 1,0$ м; $b = 2,1$ м; $F = 32$ кН, $q = 25$ кН/м, $M = 20$ кНм, $[\sigma] = 160$ МПа.



Задание 4. Для заданной стальной балки из условия прочности подобрать номер двутавра по ГОСТ 8239-89 и произвести полную проверку прочности.

Исходные данные:

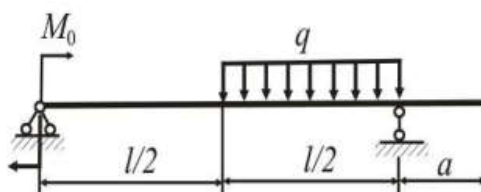
Схема 6, $l = 2,8\text{ м}$, $a = 0,15\text{ м}$, $b = 0,6\text{ м}$, $F = 240\text{ кН}$, $q = 40\text{ кН/м}$, $M = 10\text{ кНм}$.



Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

Задание 1. Для заданной стальной балки подобрать стандартный двутавр из условия прочности и, исследовав ее деформацию различными методами, произвести проверку на жесткость.

Дано: материал сталь Ст3, $l = 1,6\text{ м}$, $a = 0,2\text{ м}$, $q = 6\text{ кН/м}$, $M_0 = 18\text{ кН*м}$



Задание 2.

Произвести анализ плоского напряженного состояния в точке деформированного тела, заданного напряжениями на двух взаимно перпендикулярных площадках, и оценить прочность материала в данной точке.

Дано:

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	схема	$ \sigma_x $, МПа	$ \sigma_y $, МПа	$ \tau_x $, МПа	μ	α°
1	1	50	30	20	0,25	20

