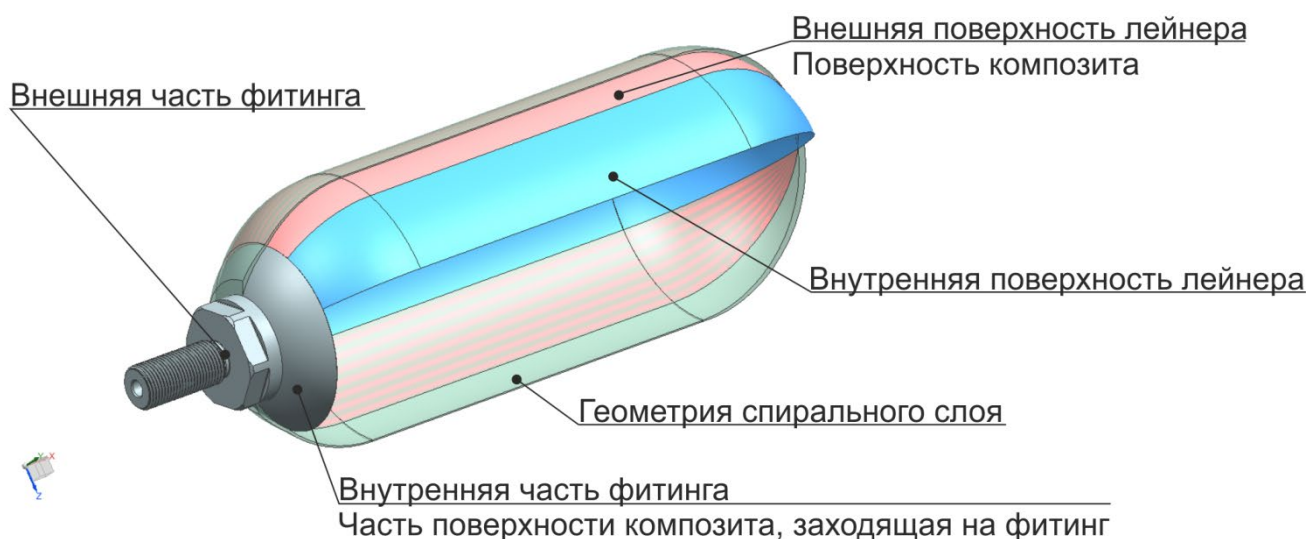


Задания заключительного этапа олимпиады «Я – профессионал»

Направление «Технологии композитов».

Практическая часть «Расчеты в Ansys»

Участнику необходимо провести прочностной расчет цилиндрического баллона давления, состоящего из металлического фитинга, металлического лейнера и слоев композиционного материала (обозначены на изображении):



Участники получают в качестве исходных данных неподготовленную к расчету геометрию, размещенную в облаке по адресу <https://yadi.sk/d/ioD3qNmv68A9iw>. В случае, если подготовка геометрии к расчету вызывает затруднения, участнику предоставляется подготовленная геометрия (с потерей баллов), которую можно скачать по адресу <https://yadi.sk/d/6x5ae0cWN7htZQ> (пароль для архива XpRKSOkSPW\$P).

Задачей расчета является подбор укладки слоев композиционного материала, обеспечивающей заданный уровень коэффициента запаса в композите, и заданный коэффициент запаса в лейнере, с минимальной массой изделия.

Расчетное давление в баллоне – $1 \text{e}7$ Па.

Учесть технологические ограничения: по намотке волокна: в цилиндрической зоне минимальный угол укладки волокна (относительно оси вращения баллона) составляет 15° , максимальный – 89° ; толщина лейнера не может составлять менее 0,2 мм. Слой с углом намотки менее 50° должен укладываться на всю поверхность металлического основания баллона. Слои с углом намотки менее 70° должны укладываться симметрично (например, $+45^\circ$ и -45°).

Собственным весом конструкции в расчете прочности пренебречь.

Весом фитинга при определении массы конструкции пренебречь.

Заданный запас прочности по композиту (критерий Цай-Ву) – 3,0; заданный запас прочности по лейнеру (отношение предела прочности на растяжение к действующему уровню напряжений) – 2,0. Краевые эффекты при оценке запаса прочности допускается не учитывать.

Для участников категории Магистратура/специалитет дополнительно требуется учесть переменную толщину спиральных слоев композитной оболочки (задается предоставленной геометрией монослоя) и оценить коэффициент запаса в клеевом слое (отношение предела текучести к действующему уровню напряжений) между металлической и композитной частями баллона, исходя из условия, что баллон (без давления) равномерно охлажден жидким азотом до температуры -200°C , а полимеризация баллона происходила при температуре 160°C .

Резьбовую часть фитинга баллона допускается в расчете не учитывать. Допускается упростить геометрию фитинга баллона, обосновав свои действия.

В качестве материалов использовать стандартные материалы библиотеки: Structural steel (для фитинга и лейнера), Epoxy Carbon UD (395 GPa) Prepreg (для композиционного материала), Resin Epoxy (для клеевого слоя между лейнером и композитом, в случае его моделирования). Допускается обоснованное внесение дополнительных данных в свойства материалов.

Номинальная толщина монослоя композитного материала – 0,5 мм (допускается для ускорения проведения расчетов выбирать произвольную толщину монослоя). Толщина слоя связующего между лейнером и композитным материалом (в случае моделирования такого слоя) – 0,1 мм.

По завершении расчетов проект необходимо архивировать в указанную сетевую папку.

По результатам работы следует заполнить бланк отчета о прочностном анализе, который необходимо скачать по адресу <https://yadi.sk/i/OIra9eTt4la6yw> . Заполненный отчет необходимо сохранить в указанную сетевую папку.

Критерии оценивания. Категория Бакалавриат.

Максимальная оценка 70 баллов.

1. Оценка постановки и решения задачи: 30 баллов.

- Участник самостоятельно исправил геометрию – 5
- Правильно заданы свойства материалов * – 1
- Смоделирована укладка КМ, материалы слоев указаны корректно * – 3
- Толщина оболочки лейнера баллона придана в нужную сторону - 2
- Задача посчитана с учетом металлического фитинга – 4
- Задача посчитана с учетом металлического лейнера * – 2
- Учтены технологические ограничения * – 2
- Нагрузки приложены корректно * – 2
- Запас прочности в композите определен верно – 3
- Запас прочности в лейнере определен верно – 2
- Участник самостоятельно корректно определил массу изделия – 2
- Участник самостоятельно заархивировал проект – 2

Примечание. * - Обязательные пункты. В случае, если участник не получает баллов по одному из этих пунктов, баллов по разделам 2 и 3 он также не получает.

2. Оценка достижения уровня прочности: 25 баллов.

- Оценивается разница между заданным и расчетным уровнями минимального запаса прочности в композите. Участник получает следующие оценки:

Не более 0,5 – 15; свыше 0,5 до 1 – 10; свыше 1 до 2 – 5; свыше 2 – 0.

Примечание. В случае, если не обеспечен достаточный уровень точности расчета прочности изделия (запас прочности по композиту менее 1), участник не получает баллов по разделу 3.

- Оценивается разница между заданным и расчетным уровнями минимального запаса прочности в лейнере. Участник получает следующие оценки:

Не более 0,5 – 10; свыше 0,5 до 1 – 5; свыше 1 до 2 – 2; свыше 2 – 0.

Примечание. В случае, если не обеспечен достаточный уровень точности расчета прочности изделия (запас прочности по лейнеру менее 1), участник не получает баллов по разделу 3.

3. Оценка достижения уровня массы: 5 баллов.

После завершения конкурса проводится оценка массы оболочки изделия, исходя из предоставленной конкурсантом укладки слоев (включая металлический лейнер). Масса фитинга в расчете не учитывается. Участник, оболочка которого оказалась самой легкой, получает 5 баллов. Участник, оболочка которого оказалась самой тяжелой, получает 0 баллов. Баллы другим участникам начисляются пропорционально значению массы композитной оболочки в сравнении с наиболее легкой и тяжелой (от 1 до 4 баллов, с округлением до 0,5 балла).

4. Оценка заполнения отчета о прочностном анализе: 10 баллов.

За каждый верно заполненный пункт отчета участник получает по 1 баллу.

В случае, если на призовые места претендуют участники, набравшие одинаковое количество баллов, первенство отдается участнику, потратившему меньше времени на выполнение задания.

Критерии оценивания. Категория Магистратура/специалитет.

Максимальная оценка 70 баллов.

1. Оценка постановки и решения задачи: 35 баллов.

- Участник самостоятельно исправил геометрию – 4
- Правильно заданы свойства материалов * – 2
- Смоделирована укладка КМ, материалы слоев указаны корректно * – 2
- Толщина оболочки лейнера баллона придана в нужную сторону – 2
- Укладка учитывает реальное распределение толщины КМ – 4
- Задача посчитана с учетом металлического фитинга – 2
- Задача посчитана с учетом металлического лейнера * – 2
- Учтены технологические ограничения * – 2
- Нагрузки приложены корректно * – 2
- Запас прочности в композите определен верно – 2
- Запас прочности в лейнере определен верно – 2
- Участник самостоятельно корректно определил массу изделия – 2
- Проведен термомеханический анализ – 3
- Получен запас прочности в контактном слое – 3
- Участник самостоятельно заархивировал проект – 1

Примечание. * - Обязательные пункты. В случае, если участник не получает баллов по одному из этих пунктов, баллов по разделам 2 и 3 он также не получает.

2. Оценка достижения уровня прочности: 20 баллов.

- Оценивается разница между заданным и расчетным уровнями минимального запаса прочности в композите. Участник получает следующие оценки:

Не более 0,25 – 10; свыше 0,25 до 0,5 – 5; свыше 0,5 до 1 – 2; свыше 1 – 0.

Примечание. В случае, если не обеспечен достаточный уровень точности расчета прочности изделия (запас прочности по композиту менее 1), участник не получает баллов по разделу 3.

- Оценивается разница между заданным и расчетным уровнями минимального запаса прочности в лейнере. Участник получает следующие оценки:

Не более 0,25 – 10; свыше 0,25 до 0,5 – 5; свыше 0,5 до 1 – 2; Свыше 1 – 0.

Примечание. В случае, если не обеспечен достаточный уровень точности расчета прочности изделия (запас прочности по лейнеру менее 1), участник не получает баллов по разделу 3.

3. Оценка достижения уровня массы: 5 баллов.

После завершения конкурса проводится оценка массы оболочки изделия, исходя из предоставленной конкурсантом укладки слоев (включая металлический лейнер). Масса фитинга в расчете не учитывается. Участник, оболочка которого оказалась самой легкой, получает 5 баллов. Участник, оболочка которого оказалась самой тяжелой, получает 0 баллов. Баллы другим участникам начисляются пропорционально значению массы композитной оболочки в сравнении с наиболее легкой и тяжелой (от 1 до 4 баллов, с округлением до 0,5 балла).

4. Оценка заполнения отчета о прочностном анализе: 10 баллов.

За каждый верно заполненный пункт отчета участник получает по 1 баллу.

В случае, если на призовые места претендуют участники, набравшие одинаковое количество баллов, первенство отдается участнику, потратившему меньше времени на выполнение задания.