

Исследование напряженно-деформированного состояния обтекателя летательного аппарата

Выполнила: студентка гр.4-33 Зволинская А.Р.

Руководитель: к.т.н. Крайнова Л.Н.

Цель работы:

исследование напряженно-деформированного состояния несимметричного обтекателя летательного аппарата в двух режимах полета при использовании материалов ВТ18 и ЭП99 и выбор материала, обеспечивающий наибольший запас прочности конструкции.

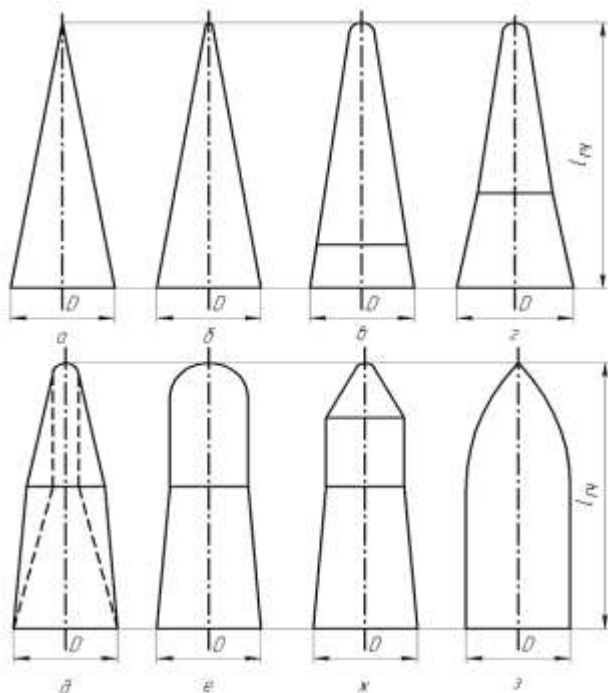


Рис.1. Основные формы головных обтекателей ЛА



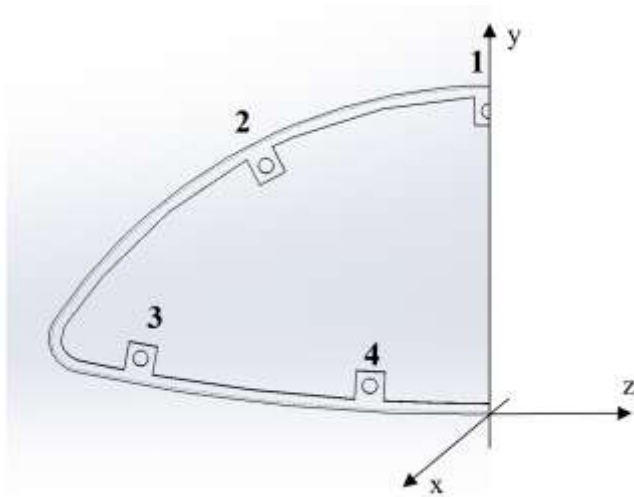
Рис.2. Исследуемый обтекатель

Задачи работы:

1. Проведение численного расчета напряженно-деформированного состояния обтекателя несимметричной формы с материалами ВТ18 и ЭП99, находящегося в режиме «Старт». Анализ результатов;
2. Моделирование подкрепляющего набора в виде п-образных рам;
3. Проведение расчета усовершенствованного обтекателя с материалами ВТ18 и ЭП99. Анализ результатов проведенных расчетов;
4. Проведение численного расчета напряженно-деформированного состояния обтекателя с материалами ВТ18 и ЭП99, находящегося в режиме «Марш»;
5. Проведение расчета на устойчивость. Анализ результатов и выбор материала для проектирования обтекателя.

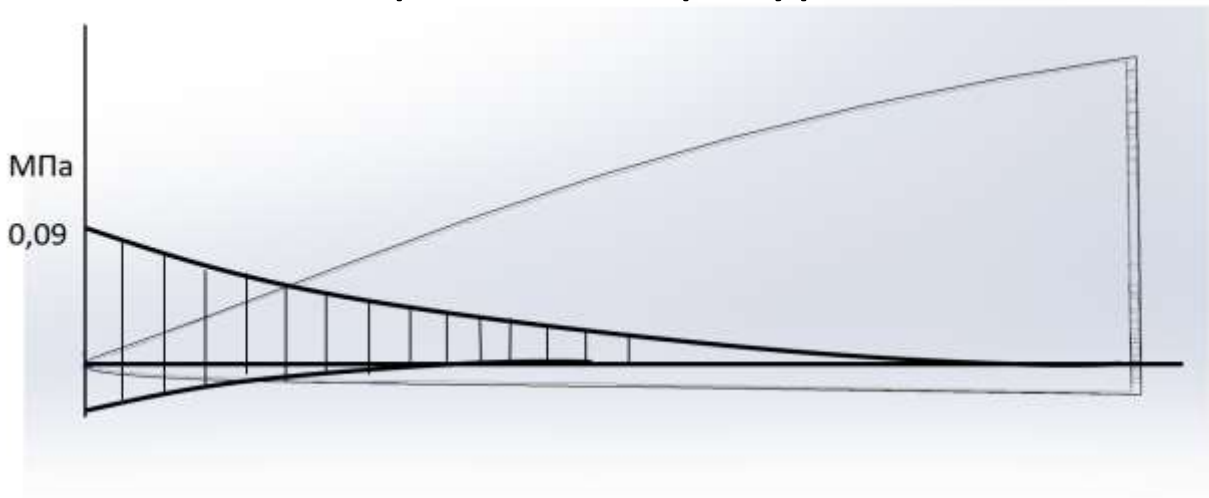
Постановка задачи

Граничные условия:

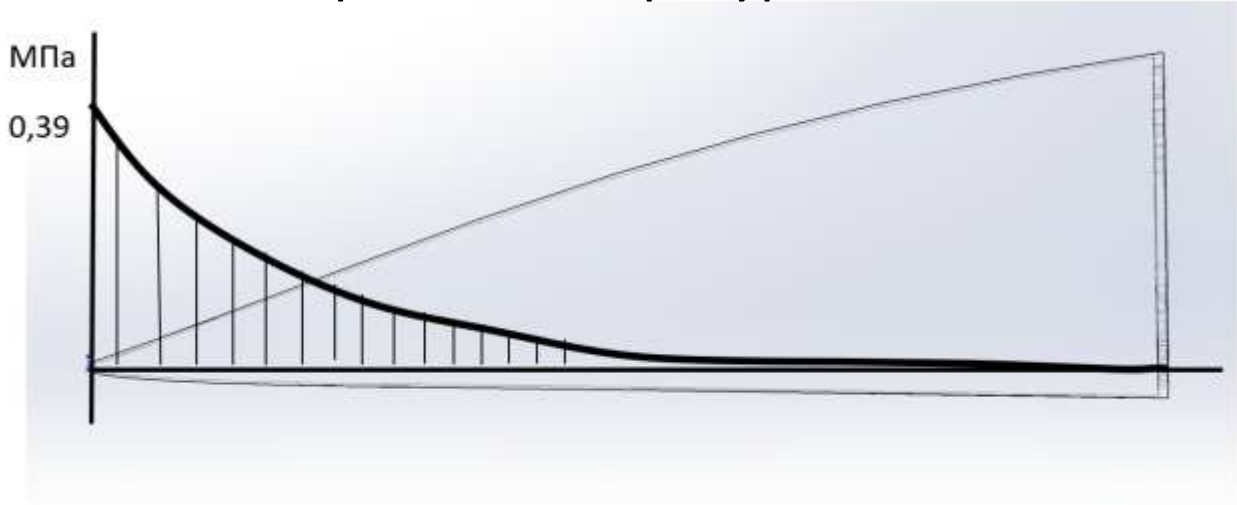


Номер отверстия	Координата x	Координата y
1	0	свободно
2	0	свободно
3	0	0
4	0	свободно
Область симметрии ZY		

Режим «Старт». Температура 200°C.



Режим «Марш». Температура 800°C.

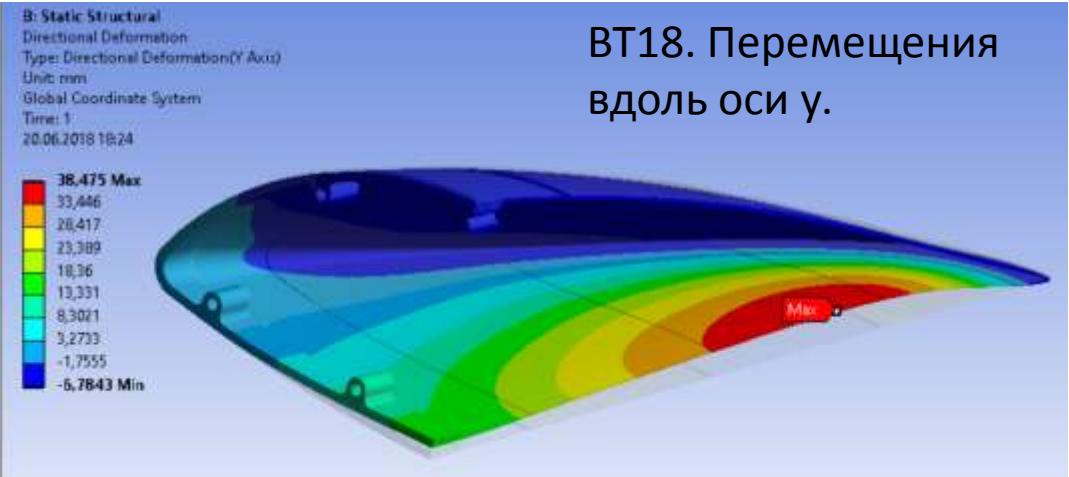


Механические характеристики материалов:

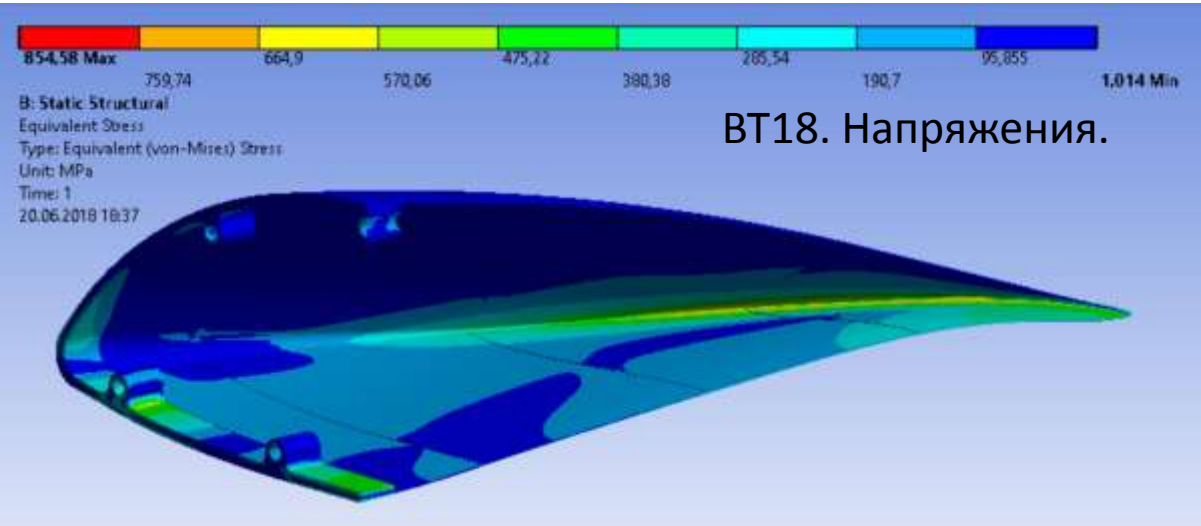
	BT18				ЭП99		
Температура, °C	E	$\sigma_{0,2}$	σ_B	Температура, °C	E	$\sigma_{0,2}$	σ_B
	МПа				МПа		
20	120000	950-1150	1000-1200	20	194000	750-800	1180-1250
400	98000	710	900	600	155000	700-750	950-1000
500	95000	690	880	700	148000	700-750	930-1000
600	85000	500	770	800	140000	600-650	750-800
700	65000	380	650	900	120000	500-550	500-600
800	57000	140	380	1000	95000	130-150	160-200

Результаты расчета в режиме «Старт»

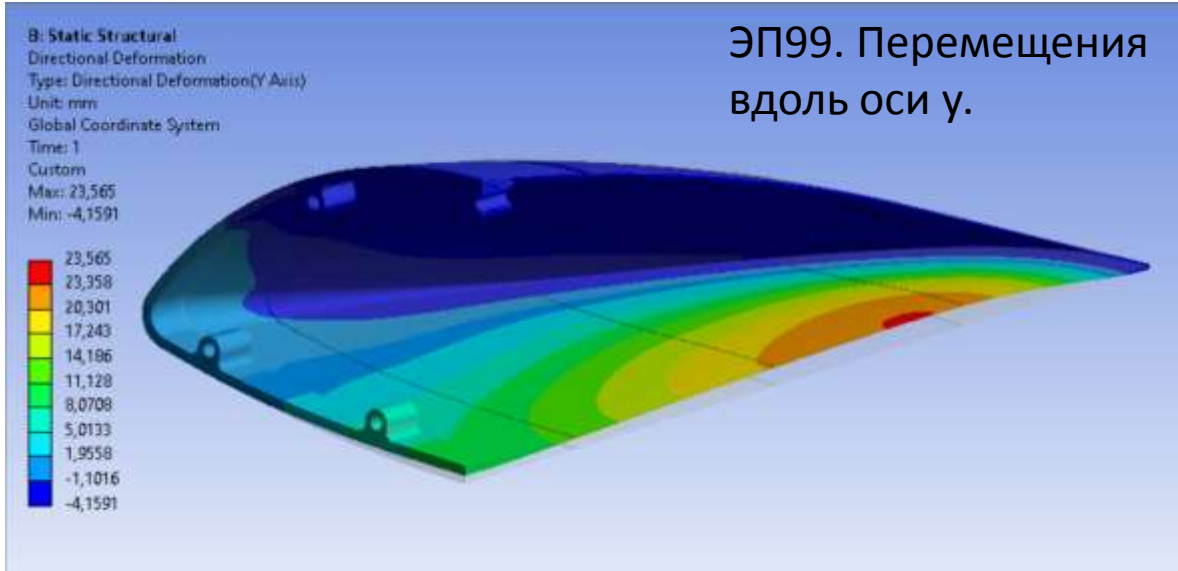
Материал	Максимальные перемещения, мм	Максимальные напряжения, МПа
BT18	38,5	664,9
ЭП99	23,6	695



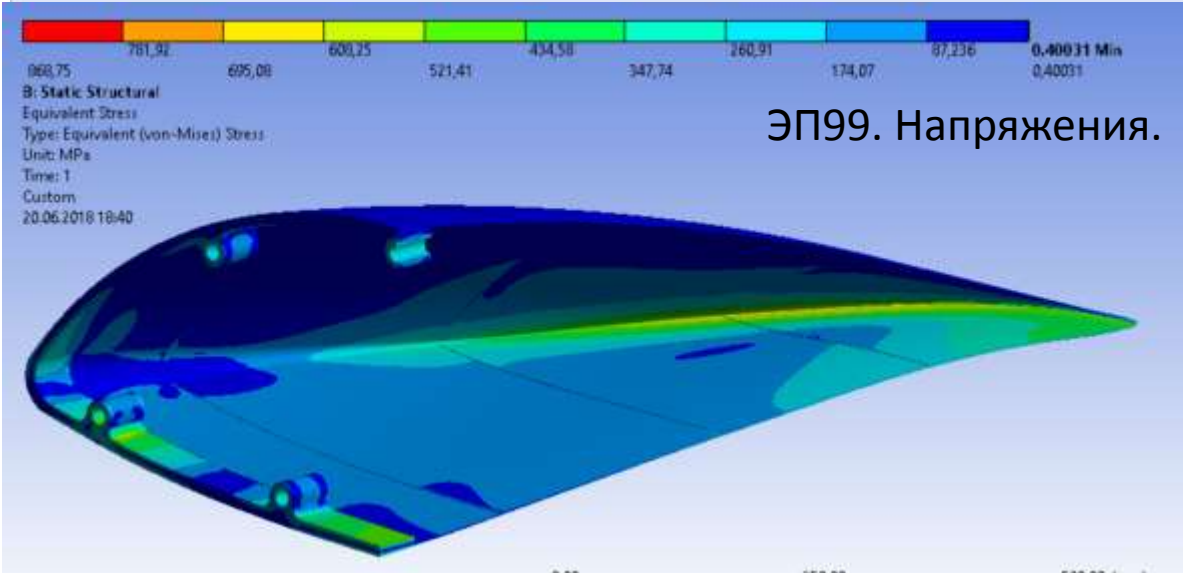
BT18. Перемещения
вдоль оси у.



BT18. Напряжения.

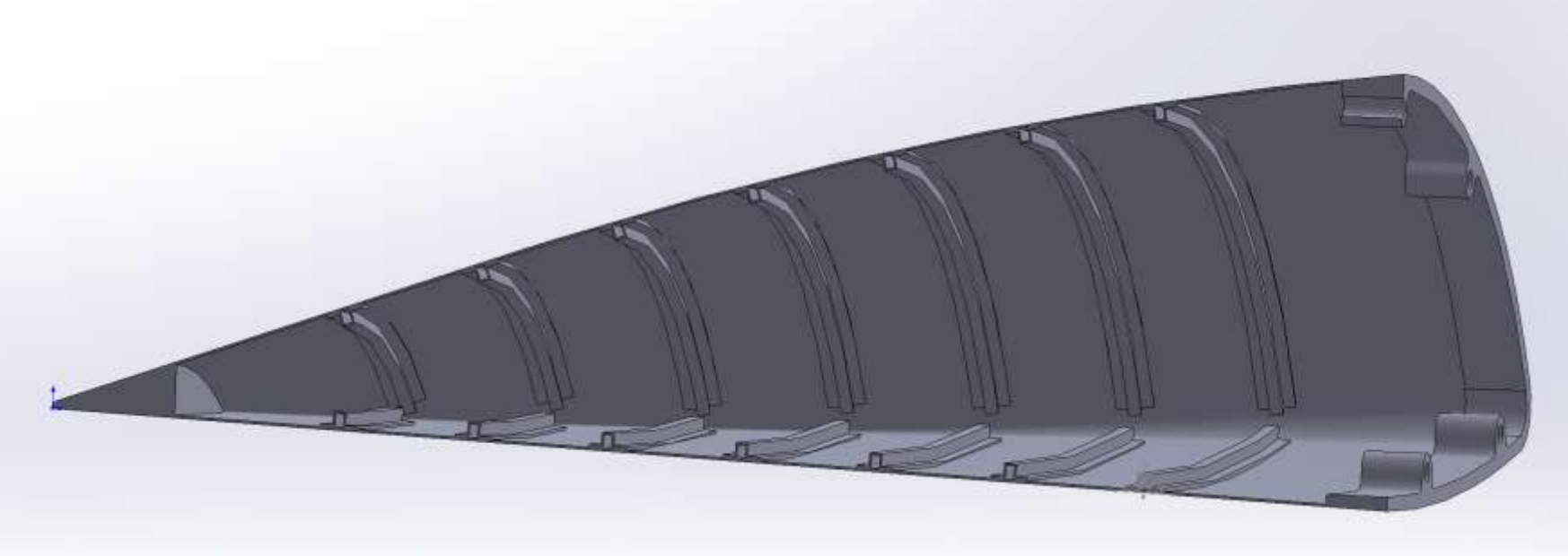
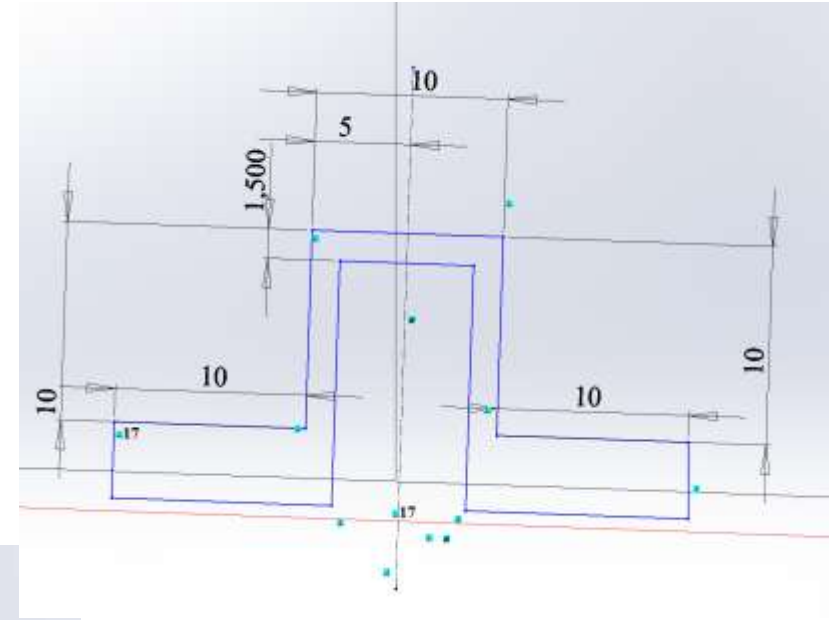
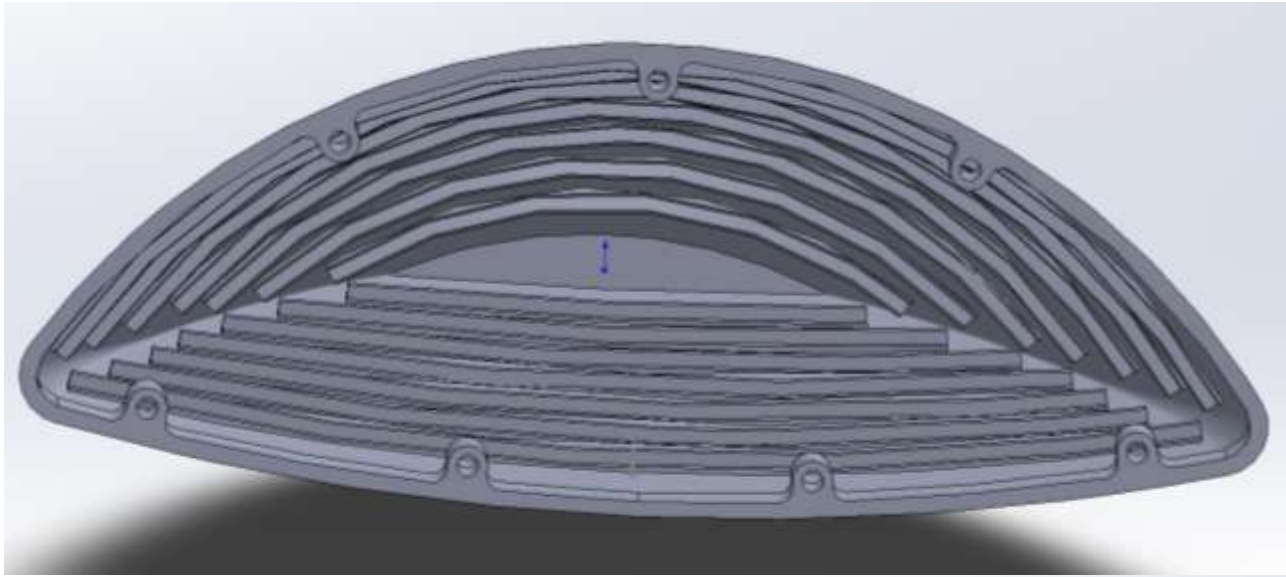


ЭП99. Перемещения
вдоль оси у.



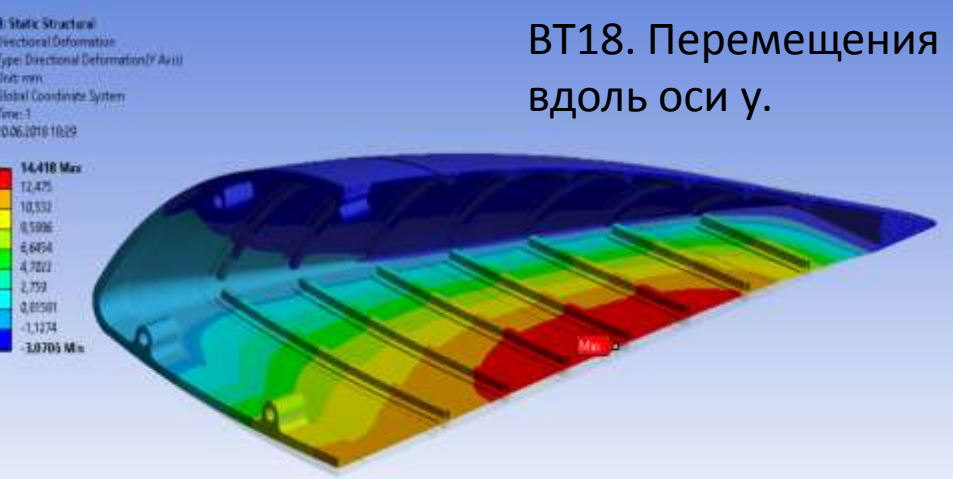
ЭП99. Напряжения.

Моделирование подкрепляющего набора

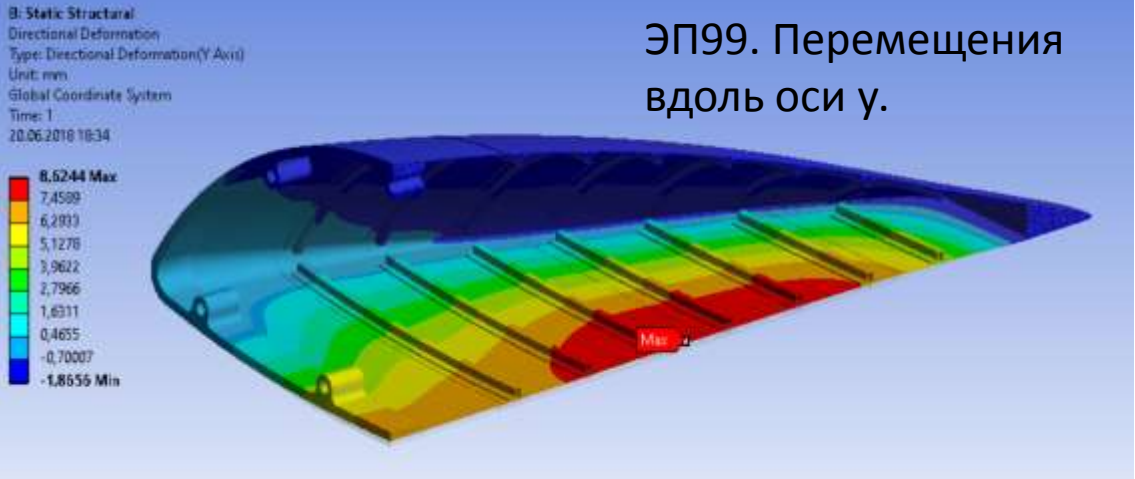


Результаты расчета в режиме «Старт» обтекателя с подкрепляющим набором

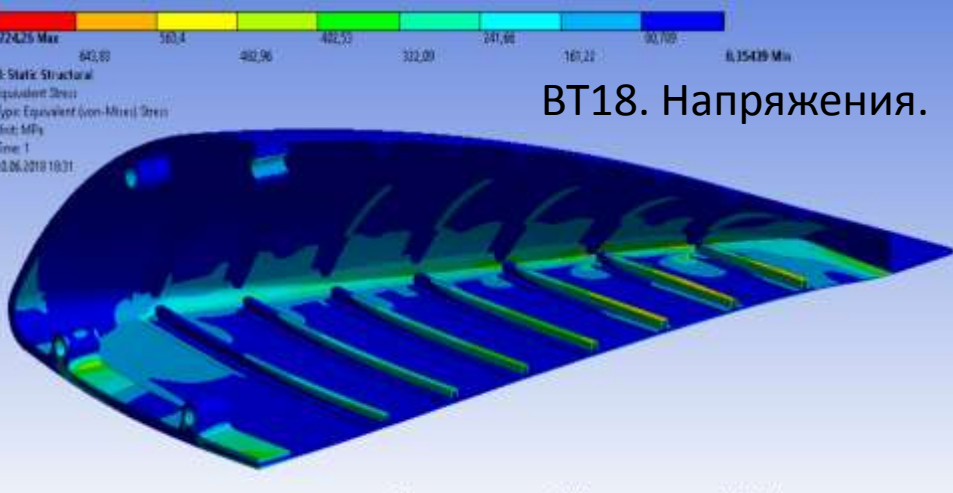
	Материал	Максимальные перемещения, мм	Максимальные напряжения, МПа
Обтекатель без подкрепляющего набора	ВТ18	38,5	664,9
	ЭП99	23,6	695
Обтекатель с подкрепляющим набором	ВТ18	14,4	643
	ЭП99	8,6	681



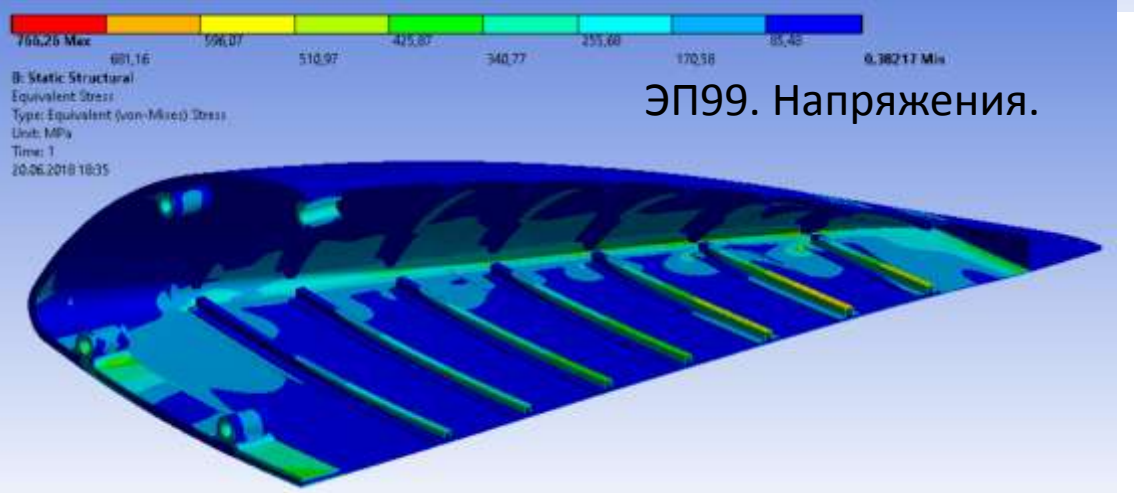
ВТ18. Перемещения
вдоль оси у.



ЭП99. Перемещения
вдоль оси у.

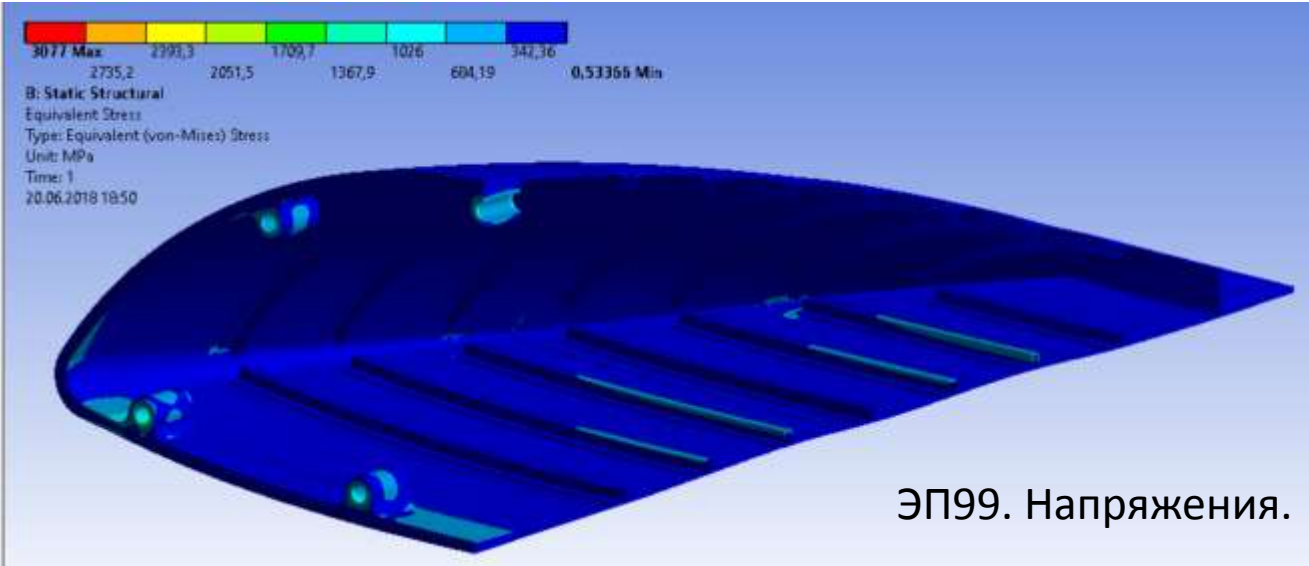
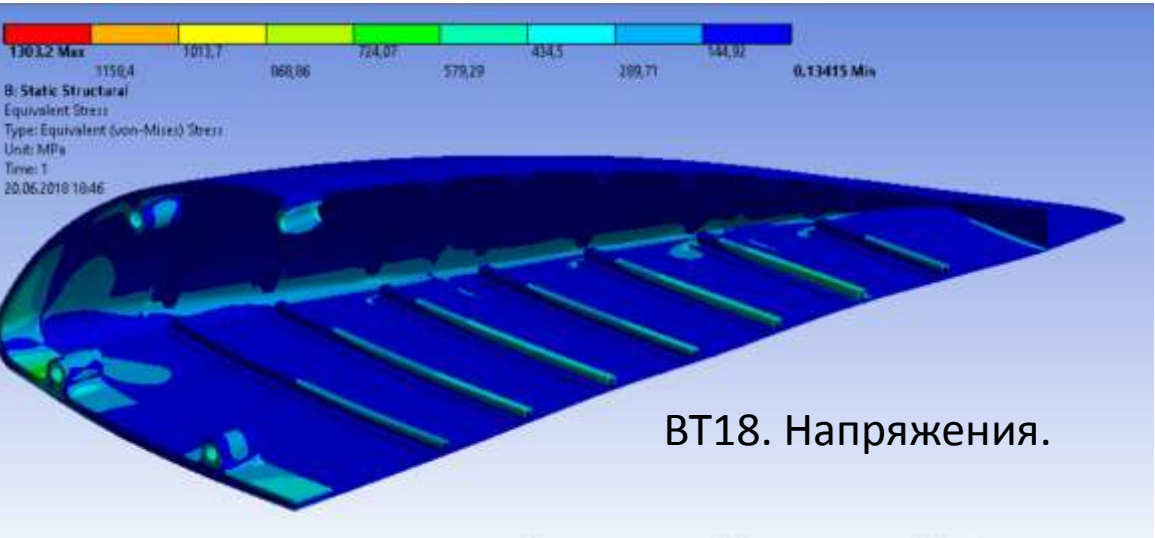
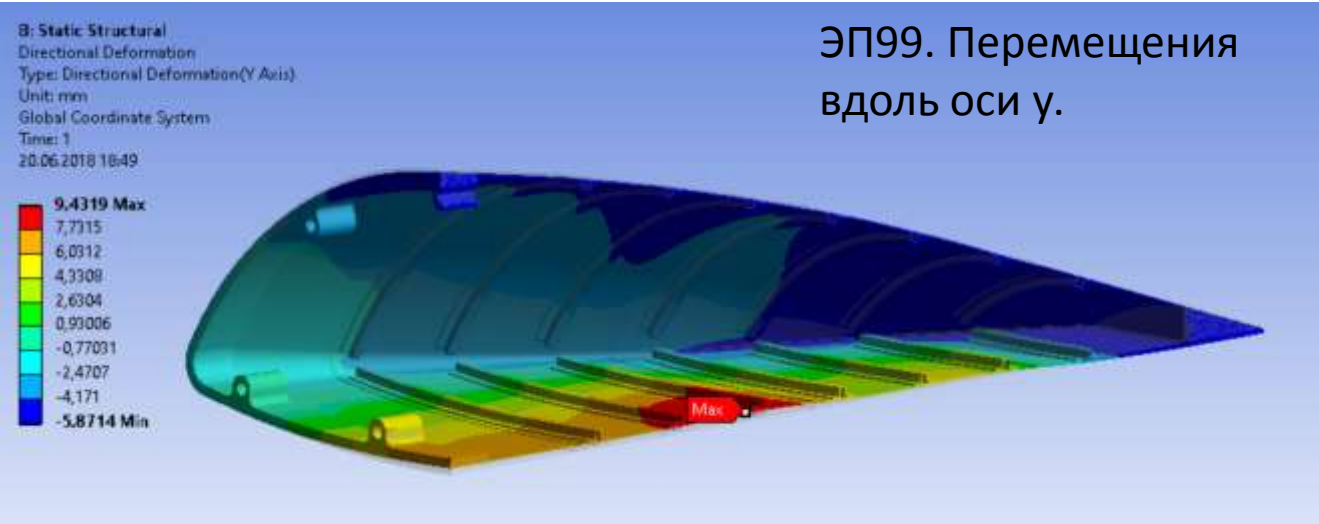
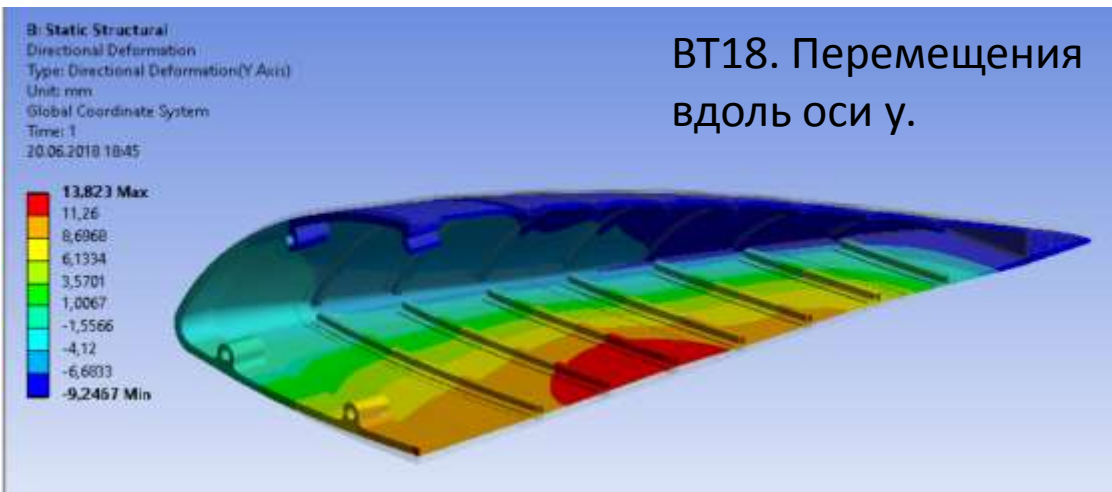


ВТ18. Напряжения.



ЭП99. Напряжения.

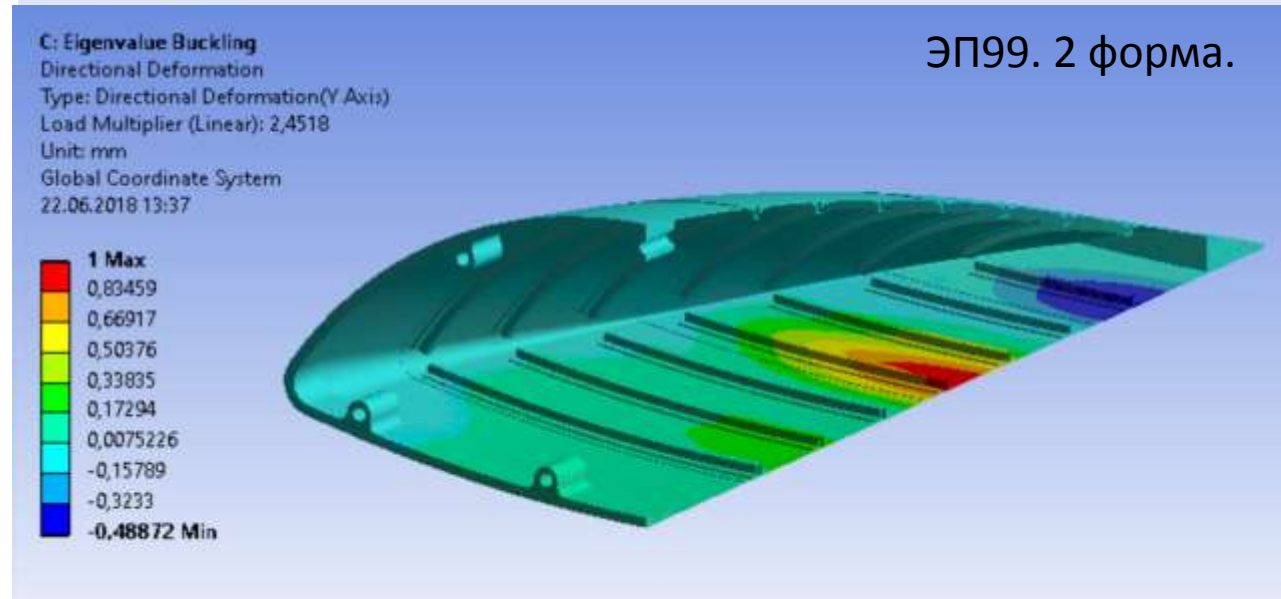
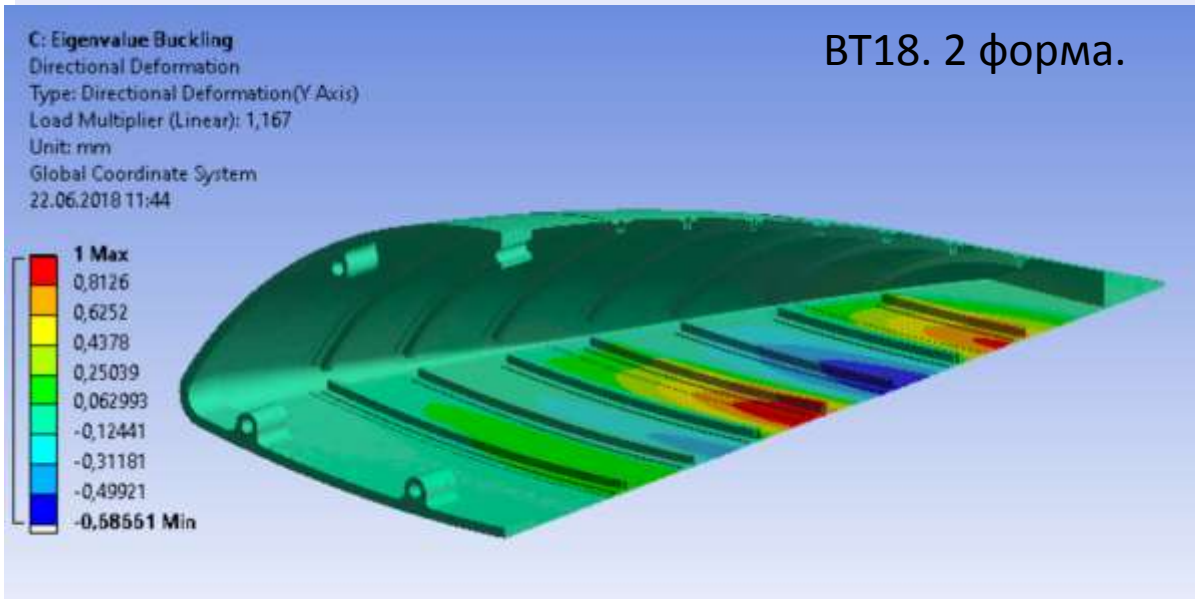
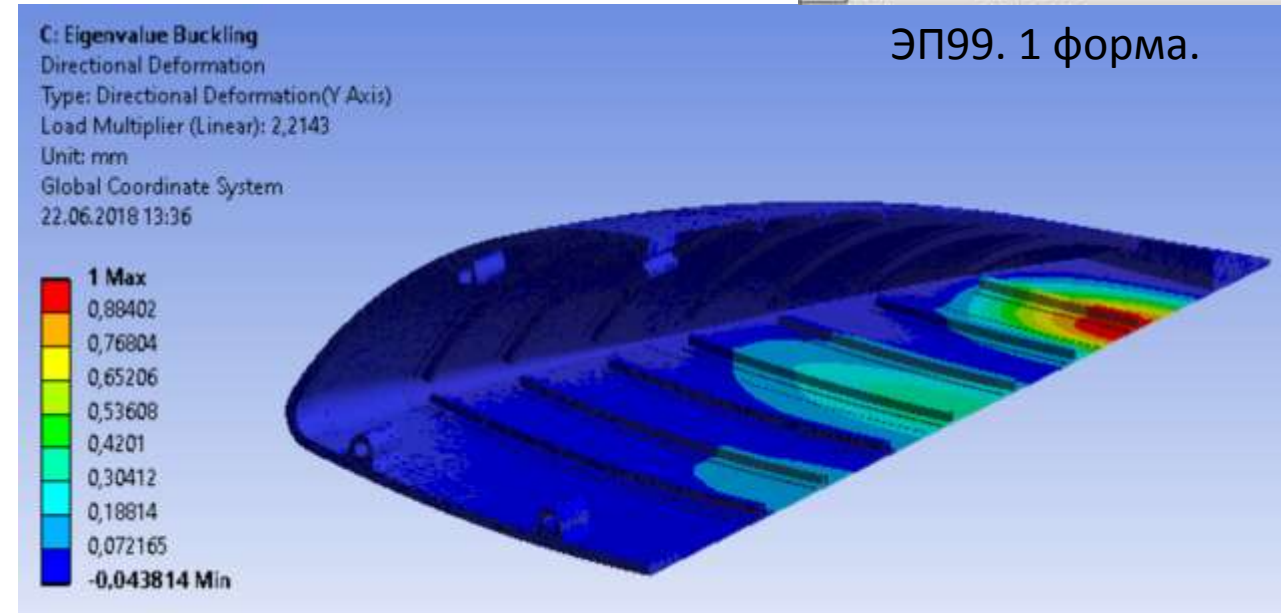
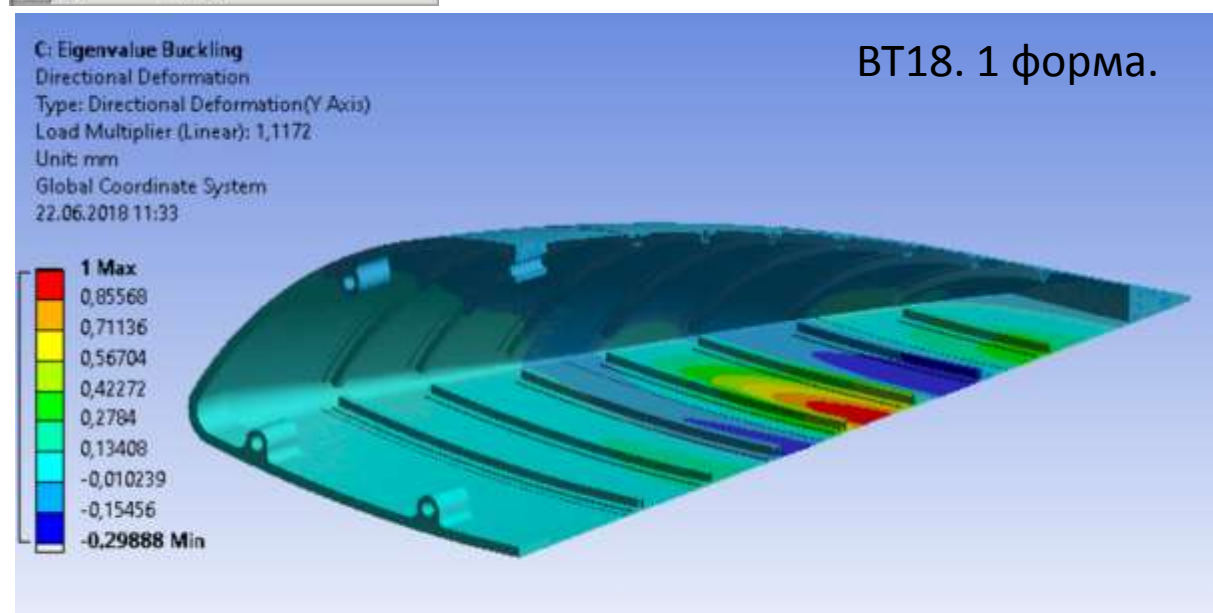
Результаты расчета в режиме «Марш»



	Mode	☒ Load Multiplier
1	1,	1,1172
2	2,	1,167

Результаты расчета на устойчивость

	Mode	☒ Load Multiplier
1	1,	2,2143
2	2,	2,4518



Сравнение результатов расчетов для материалов ВТ18 и ЭП99

	Старт			
	ВТ18	ЭП99	Предельные	
			ВТ18	ЭП99
Перемещения, мм	14,4	8,6	15	15
Напряжения, МПа	643	681	1000-1200	1180-1250
	Марш			
	ВТ18	ЭП99	Предельные	
			ВТ18	ЭП99
Перемещения, мм	13,8	9,43	15	15
Напряжения, МПа				
750°С	289	342	380	750-800
550°С	580	684	880	950-1000
350°С	580	684	900	1180-1125
250°С	930	1050	1000-1200	1180-1125
Устойчивость				
	ВТ18		ЭП99	
Форма 1	1,12		2,21	
Форма 2	1,17		2,45	

Заключение

В работе был проведен численный расчет напряженно-деформированного состояния обтекателя с материалами ВТ18 и ЭП99, находящегося в режиме «Старт» и в режиме «Марш». Оба материала удовлетворили требования по напряжениям и деформациям, но при максимальном нагреве в 750 °С максимальные напряжения у материала ВТ18 составили 289 Мпа, при допустимых 380 Мпа, а у материала ЭП99 342 Мпа при допустимых 750-700МПа. Решающую роль в выборе материала сыграл расчет на устойчивость. В результате расчета на устойчивость при использовании материала ВТ18 коэффициент запаса для первой формы равен 1,12, а при использовании материала ЭП99 2,2. Потеря устойчивости при сверхзвуковых скоростях имеет важную роль, так как при действии внешнего давления потеря устойчивости оболочек происходит хлопком [5]. В ходе анализа полученный материалов был сделан выбор в пользу материала ЭП99, так данный материал обеспечивает наибольший запас прочности конструкции.

Благодарю за внимание!

Исследование напряженно-
деформированного состояния обтекателя
летательного аппарата

Выполнила: студентка гр.4-33 Зволинская А.Р.

Руководитель: к.т.н. Крайнова Л.Н.