

Расчет на прочность камеры стерилизатора

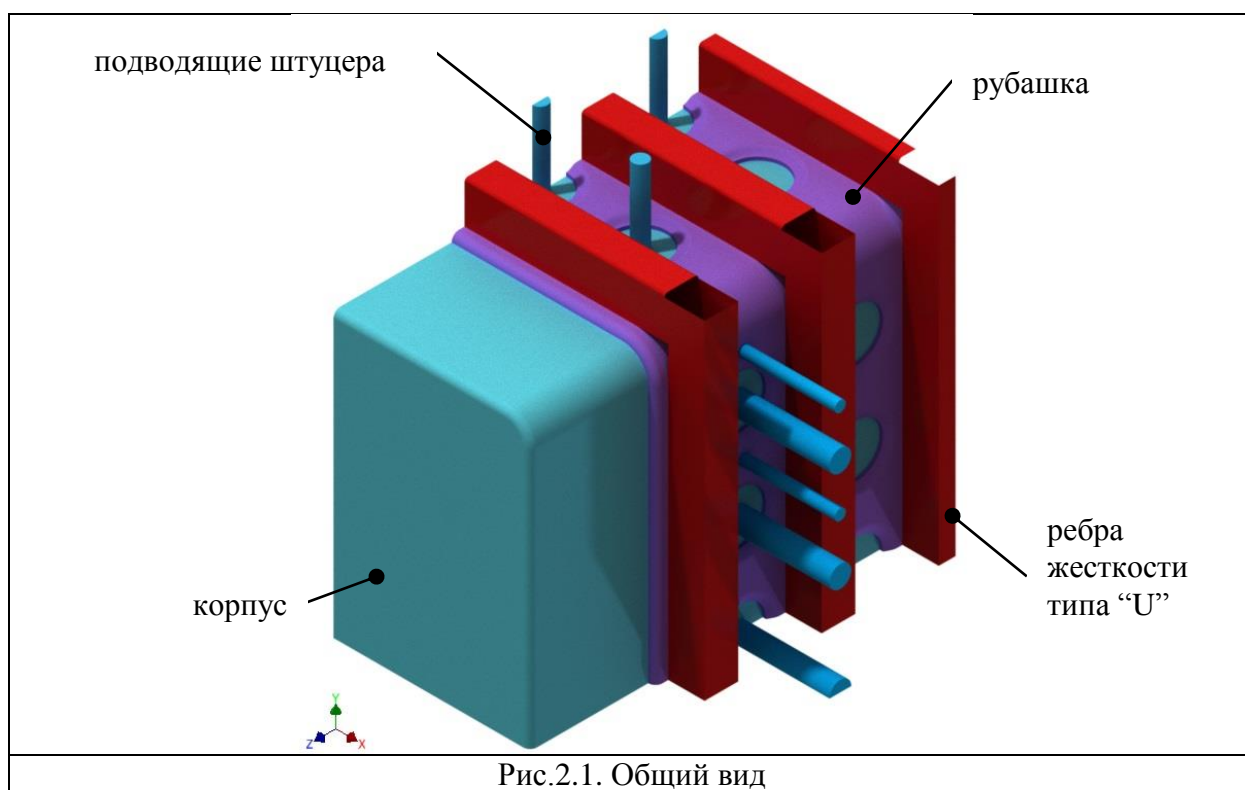
1. Аннотация

В соответствии с [1] были проведены расчеты статической и циклической прочности камеры стерилизатора (далее автоклав) при различных режимах эксплуатации для оценки возможности достижения различных предельных состояний автоклавом с учетом вероятности одновременного возникновения всевозможных нагрузок и воздействий (далее нагрузок).

2. Описание

Автоклав представляет собой прямоугольную камеру и состоит из стального корпуса в рубашке, укрепленной ребрами жесткости типа “U”, и подводящих штуцеров. Для открывания/закрывания автоклава используется байонетный затвор.

Общий вид автоклава приведен на рис.2.1 (здесь и далее представлена 1/8 часть автоклава).



Основные характеристики автоклава приведены в табл.2.1.

Табл.2.1. Основные характеристики

Тип	Параметр	Показатель
Общие	Материальное исполнение:	Сталь
	Масса пустого сосуда, [кг]	2800
Технологические	Расчетное давление в корпусе рубашке, [МПа]	-0,1/0,25 -0,1/0,25
	Расчетная температура, [°C]	от 0 до +139
	Давление гидравлического испытания в корпусе рубашке, [МПа]	0,37 0,57
Геометрические	Габариты Д×Ш×В, [мм]	1783×1143×1543
	Вместимость корпуса рубашки, [л]	1,87 0,048

3. Общие расчетные положения

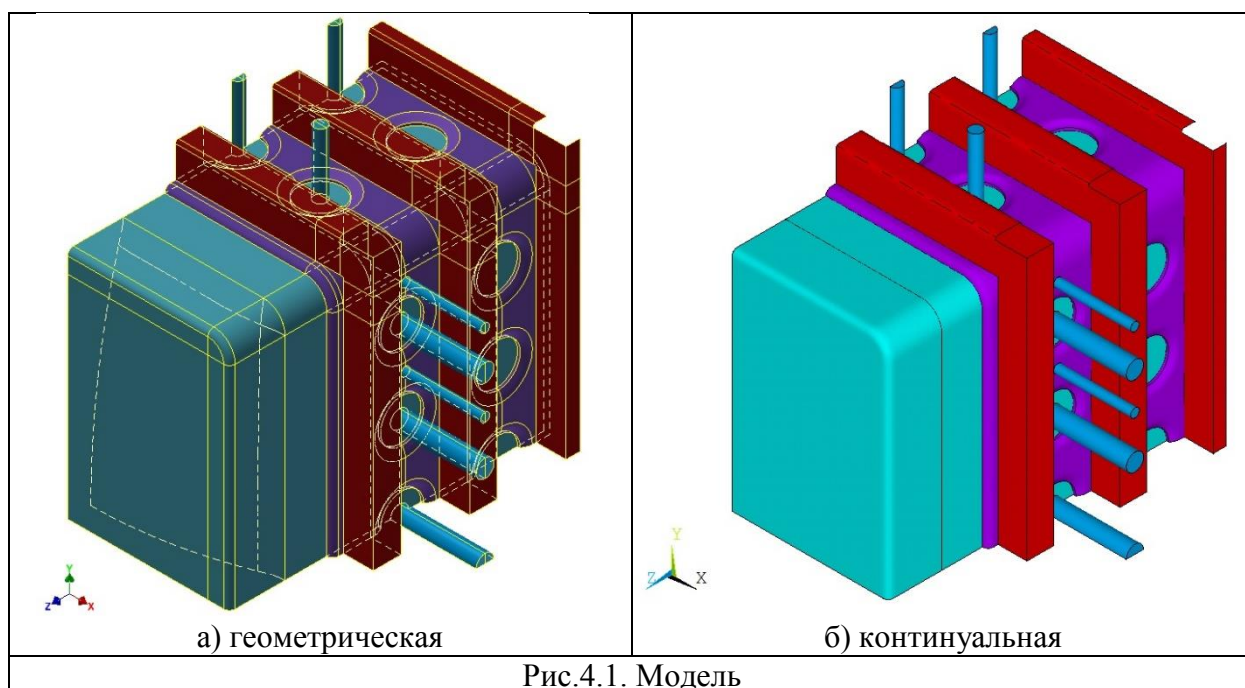
В соответствии с [2] для оценки возможности достижения автоклавом предельных состояний были проведены следующие поверочные расчеты при соответствующих расчетных режимах:

- 1) расчет на статическую прочность;
- 2) расчет на устойчивость;
- 3) расчет на циклическую прочность;
- 4) расчет на прогрессирующее формоизменение.

При выполнении расчетов были рассмотрены расчетные режимы работы автоклава, включающие в себя стационарные режимы НУЭ1 (подача давления в рубашку и создание вакуума в корпусе), НУЭ2 (подача давления в рубашку и корпус), УИ (гидравлические испытания корпуса и рубашки) и переходный режим НУЭ1-НУЭ2.

4. Создание модели

В системе трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования Autodesk Inventor была создана геометрическая модель автоклава после чего она была импортирована в программу конечно-элементного анализа ANSYS для получения континуальной модели (рис.4.1).



Континуальной модели были присвоены соответствующие прочностные и физико-механические свойства материала.

Переход от континуальной модели к дискретной расчетной схеме был осуществлен разбиением модели на конечно-элементную сетку (рис.4.2).

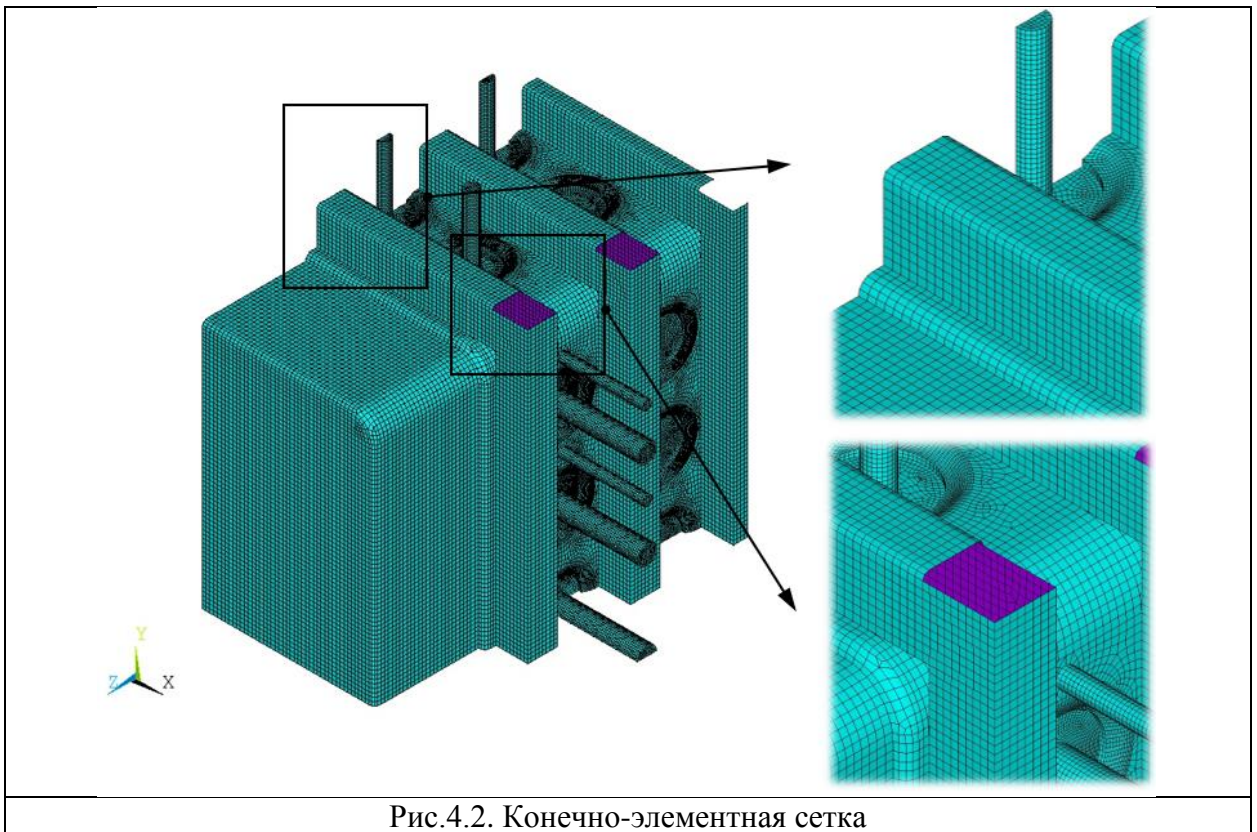


Рис.4.2. Конечно-элементная сетка

Переход к расчетным моделям был осуществлен применением на конечно-элементную модель соответствующих нагрузок и ограничений степеней свободы.

5. Нагрузки

При выполнении расчета были учтены действующие на автоклав нагрузки – внутреннее давление в корпусе и рубашке, температура, собственный вес – которые были рассмотрены в виде различных комбинаций.

Для оценки защиты от циклических нагрузок были использованы следующие циклы нагружения в соответствии с [3]:

- 1) рабочие циклы между различными режимами работы объекта, которые относятся к нормальной эксплуатации;
- 2) циклы дополнительных усилий от воздействия крепления элементов;
- 3) циклы нагружения, вызванные стесненностью температурных деформаций при нормальной эксплуатации объекта.

Нагрузки от собственного веса были учтены автоматически заданием плотности материала и ускорения свободного падения.

Нагрузки от температуры были смоделированы заданием расчетных температур материалам объекта. Исходная температура материалов была принята равной температуре монтажа.

6. Расчет

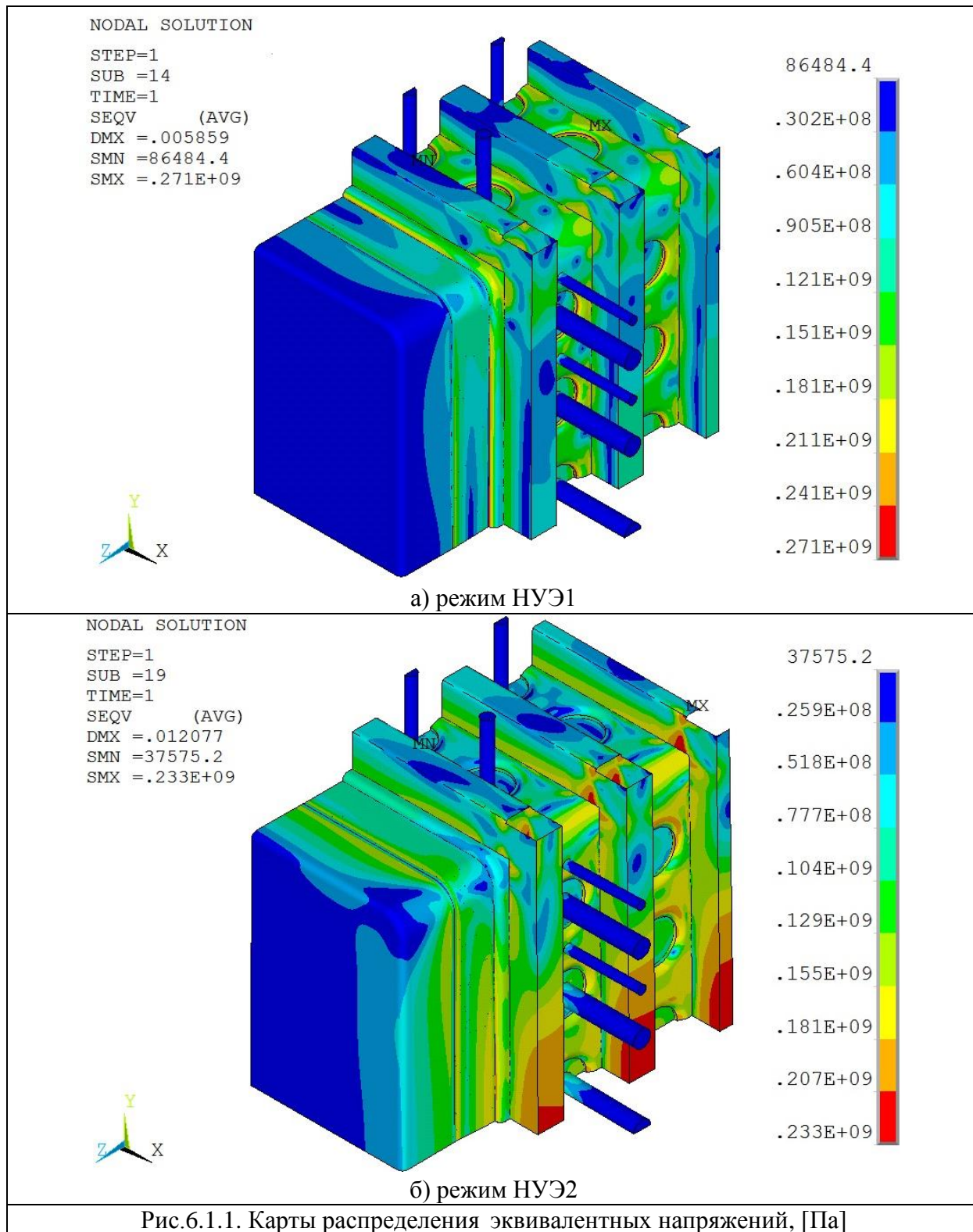
Общая вычислительная размерность расчетных моделей составила 84130 узлов и 58374 элементов.

Далее в отчете представлены некоторые результаты расчетов.

6.1. Расчет на статическую прочность и устойчивость

Данный расчет был проведен для обоснования прочности по достижению предельных состояний – вязкое кратковременное разрушение, пластическая деформация по всему сечению элемента, потеря устойчивости.

Результаты расчета при нормальных условиях эксплуатации представлены на рис.6.1.1.



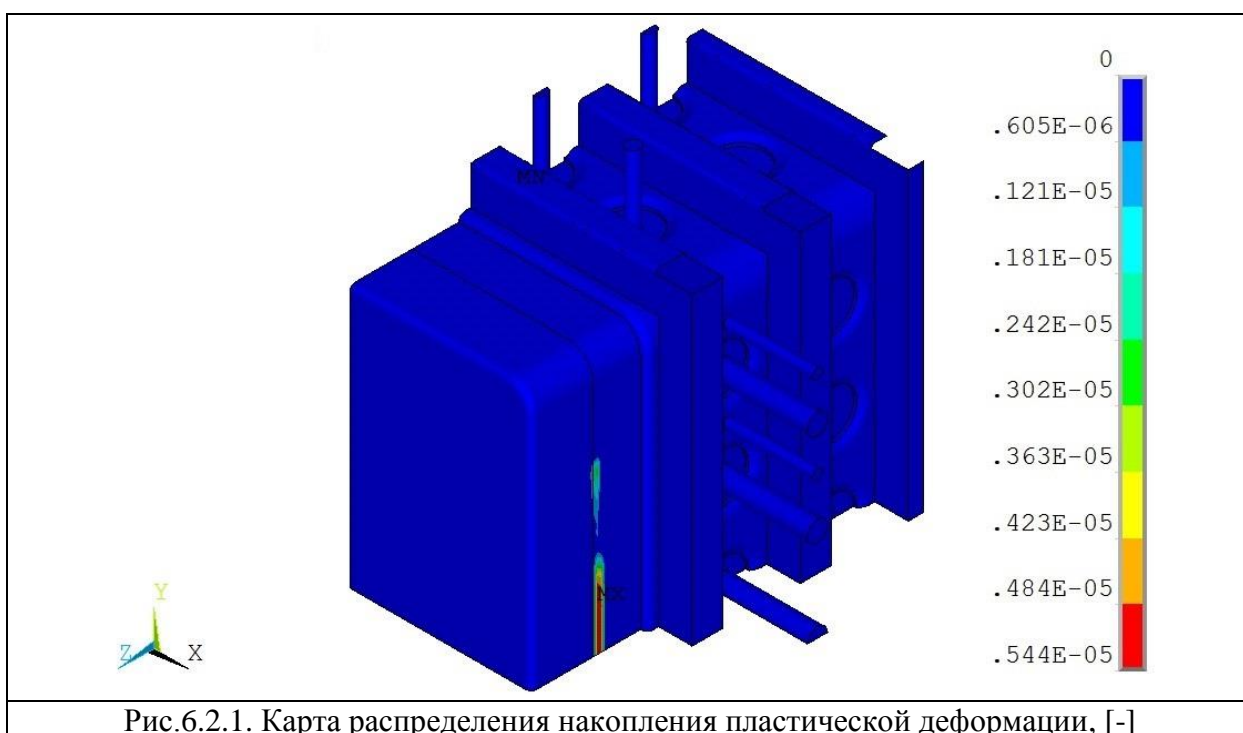
Наибольший уровень напряжений возникает:

- 1) при НУЭ1 в зоне приварки рубашки к корпусу - корпус под действием вакуума пытается схлопнуться и оторваться от рубашки;
- 2) при НУЭ2 в ребрах жесткости типа "U" - внутреннее давление распирает корпус и рубашку.

6.2. Расчет на прогрессирующее формоизменение

Данный расчет был проведен для обоснования прочности по достижению предельного состояния – циклическое накопление пластической деформации, которое приводит к недопустимому изменению размеров или квазистатическому разрушению.

Результаты расчета для переходного режима НУЭ1-НУЭ2 представлены на рис.6.2.1.

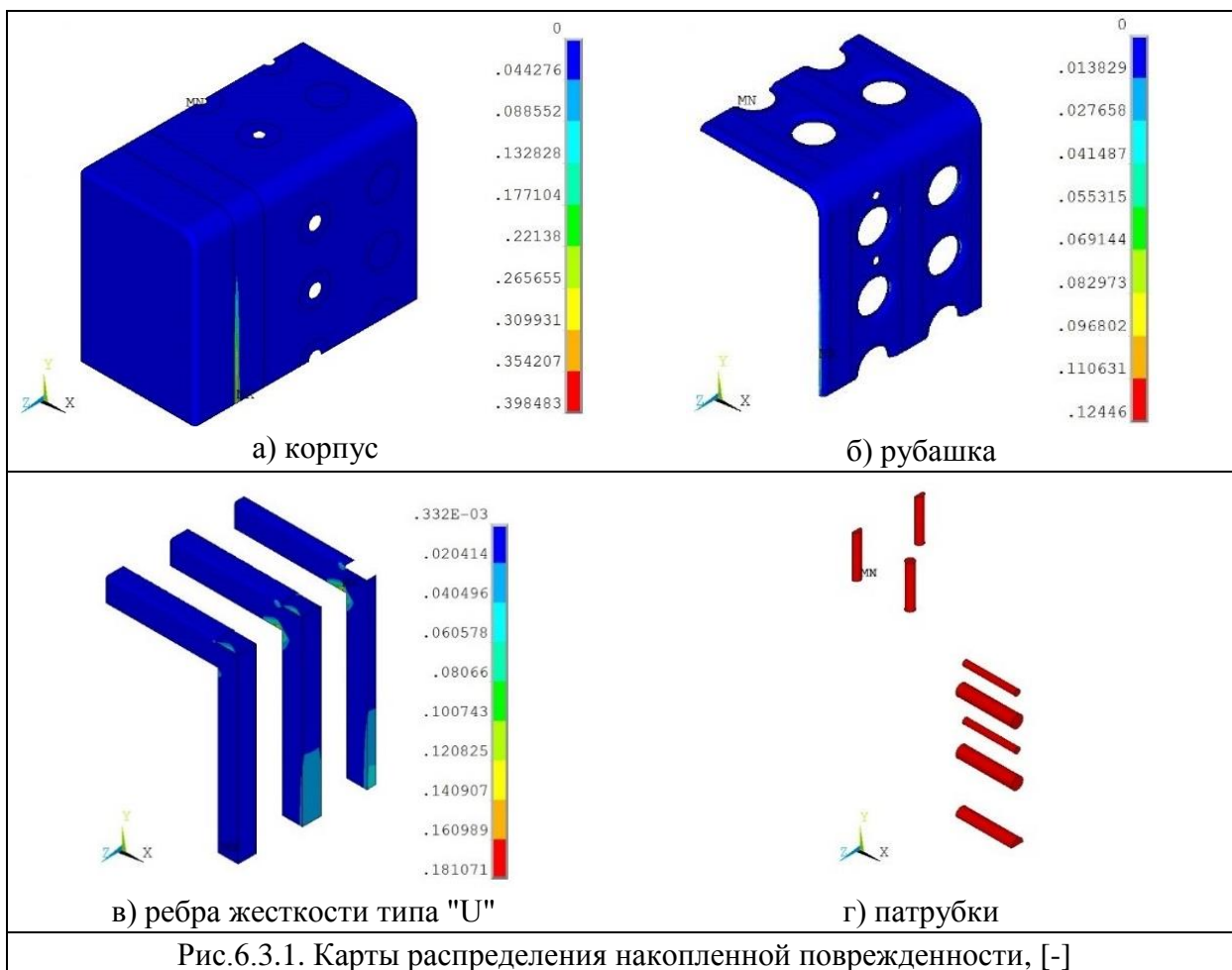


При смене режимов практически не происходит накопления пластической деформации.

6.3. Расчет на усталостную прочность

Данный расчет был проведен для обоснования прочности по достижению предельного состояния – возникновение макротрещин при циклическом нагружении.

Результаты расчета для переходного режима НУЭ1-НУЭ2 представлены на рис.6.3.1.



Накопленная поврежденность при заданном числе циклов в паспорте не превышает 1.

7. Заключение

Автоклав удовлетворяет требованиям условия прочности действующей нормативной документации и может эксплуатироваться при заданных расчетных параметрах.

Список литературы

1. ТР ТС 032. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».
2. ПНАЭ Г-7-002-86. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок / Госатомэнергонадзор СССР. - М.: Энергоатомиздат, 1989.-525 с. – (Правила и нормы в атомной энергетике).
3. ГОСТ 25859-83. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках.