

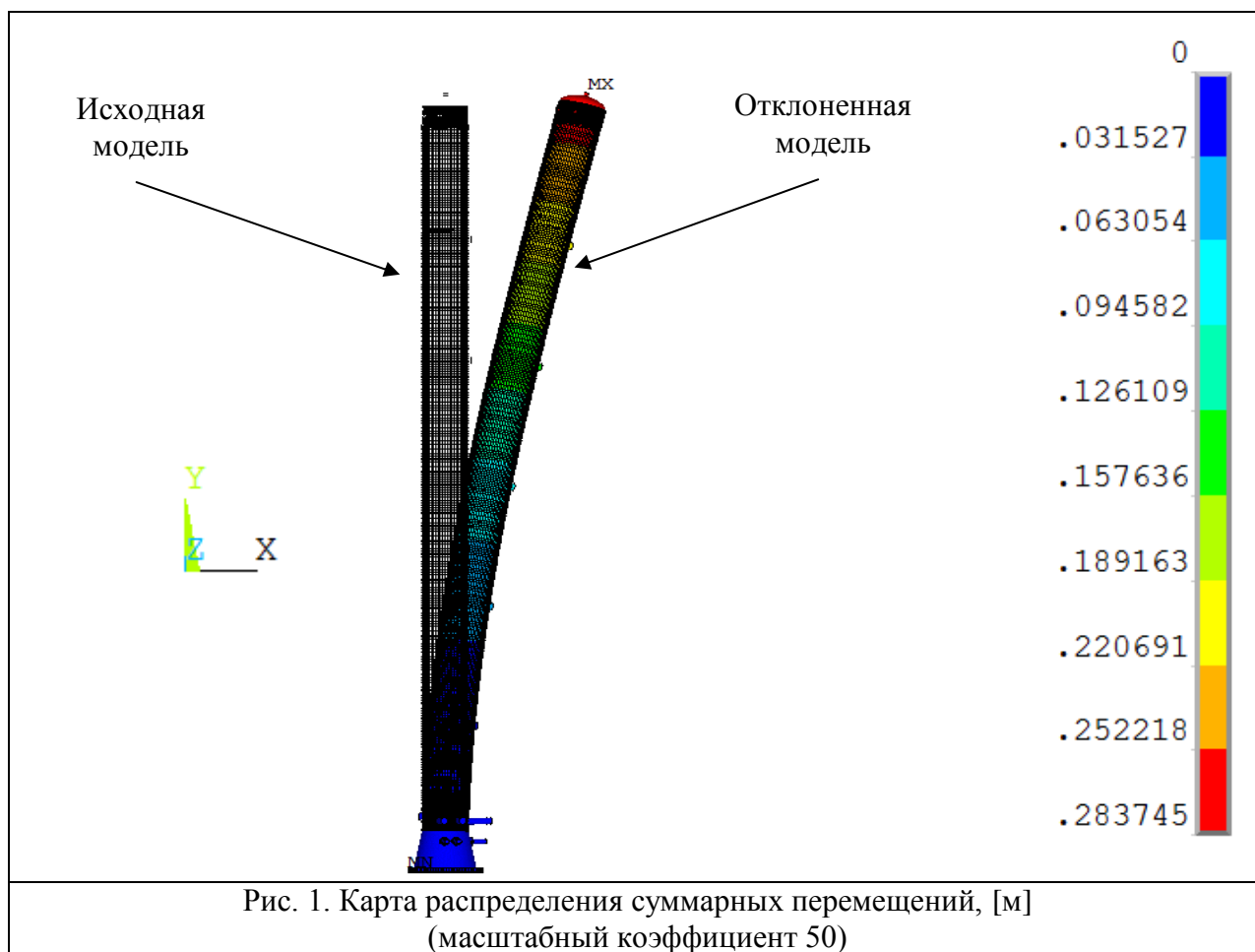
# Оценка НДС ректификационной колонны при нормальных условиях эксплуатации и пневмоиспытаниях

В данной работе производился расчет на прочность тарельчатой ректификационной колонны разделения пропан-пропиленовой фракции высотой 72 м (далее колонна) после аварии.

В результате проведенной экспертизы промышленной безопасности было определено, что верх колонны отклонился от проектного положения на 284 мм. Как следствие, для определения возможности дальнейшей эксплуатации колонны потребовалось проведение уточненного расчета на прочность.

Расчет проводился методом конечных элементов, т.к. с помощью данного метода можно с более высокой степенью точности определить напряженно-деформированное состояние объектов, имеющих отклонения или несоответствия проекту, по сравнению со стандартными методиками расчета по нормативно-технической документации.

Начальное отклонение (крен) от исходного вертикального положения было учтено с помощью перемещения верха колонны конечно-элементной модели (рис. 1).

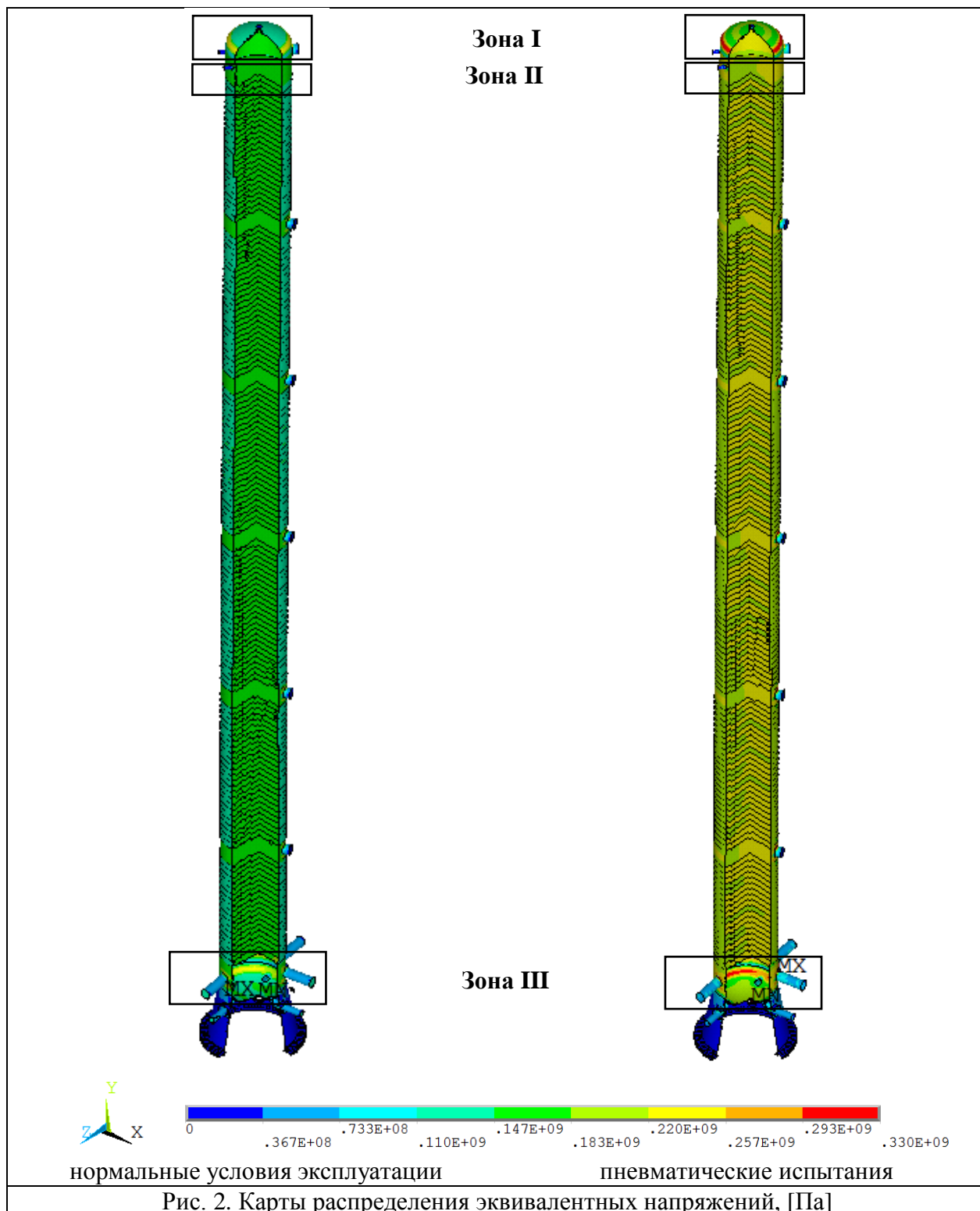


В соответствии с ПНАЭ Г-7-002-86, расчет проводился для стационарного режима (нормальные условия эксплуатации) и пневмоиспытания. Расчетные модели были получены приложением соответствующих нагрузок. Значения основных расчетных нагрузок при различных режимах представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные расчетные нагрузки

Режим	Давление, [МПа]	Температура, [°C]
Нормальные условия эксплуатации	2,60	20
Пневматические испытания	3,56	75

При воздействии расчетных нагрузок был произведен расчет напряженно-деформированного состояния колонны. Результаты расчета для двух режимов представлены на рис. 2.



В итоге были определены наиболее нагруженные зоны для каждой категории напряжений\* (рис. 2):

**Зона I** - верхнее эллиптическое днище ( $\max(\sigma)_2$ );

**Зона II** - верхняя обечайка ( $\max(\sigma)_1$ );

**Зона III** - врезка трубопроводов в нижнюю обечайку ( $\max(\sigma)_{RV}$ ).

Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2. Оценка результатов расчета

Категория напряжений	Нормальные условия эксплуатации			Пневматические испытания		
	Расчетное значение, [МПа]	Допустимое значение, [МПа]	Коэффициент запаса	Расчетное значение, [МПа]	Допустимое значение, [МПа]	Коэффициент запаса
$(\sigma)_1$	180	180	<b>1,0</b>	250	266	<b>1,1</b>
$(\sigma)_2$	234	234	<b>1,0</b>	335	335	<b>1,0</b>
$(\sigma)_{RV}$	340	469	<b>1,4</b>	470	513	<b>1,1</b>

**Выводы:**

В двух режимах эксплуатации минимальный коэффициент запаса совпадает и равен **1,0**. Это связано со следующими факторами:

- 1) При нормальных условиях эксплуатации расчетное давление меньше, но и допускаемое напряжение меньше, вследствие более высокой расчетной температуры;
- 2) При пневматических испытаниях расчетное давление больше, но и допускаемое напряжение больше, вследствие меньшей расчетной температуры и повышенных коэффициентов согласно ПНАЭ Г-7-002-86, п.5.4.6.

*\*Примечание*

$(\sigma)_1$  – группа приведенных напряжений, определяемая по составляющим общих мембранных напряжений;

$(\sigma)_2$  – группа приведенных напряжений, определяемая по суммам составляющих общих или местных мембранных и общих изгибных напряжений;

$(\sigma)_{RV}$  – размах приведенных напряжений, определяемый по суммам составляющих общих или местных мембранных, общих или местных изгибных, общих температурных напряжений и напряжений компенсации в оборудовании.