

$$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g$$

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

$$SEQV < S_{доп}$$

$$q_{газ} = 10^{(-2)} \cdot p \cdot D$$

$$\rho_{расчетное} = n \cdot \rho_{нормативное}$$

$$q_{лед} = 0,17 \cdot b \cdot D_n$$

$$R < R_u$$

# Определение влияния ветровой нагрузки на НДС ректификационной КОЛОННЫ

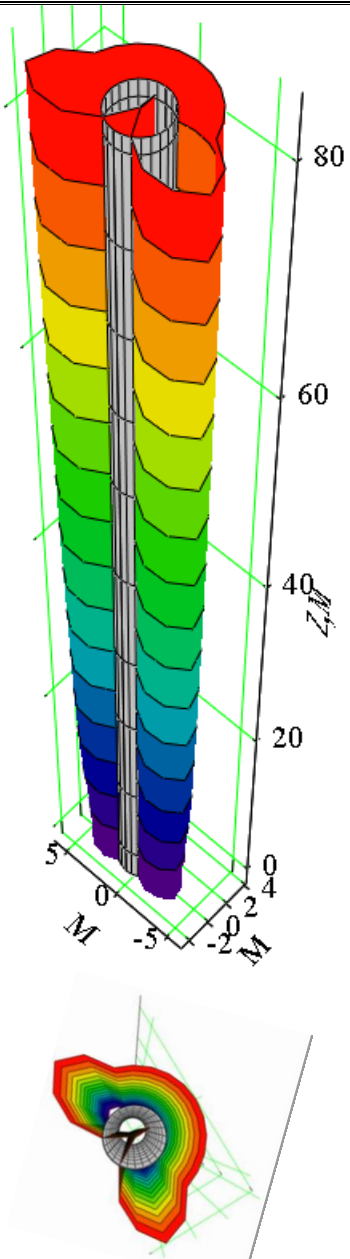
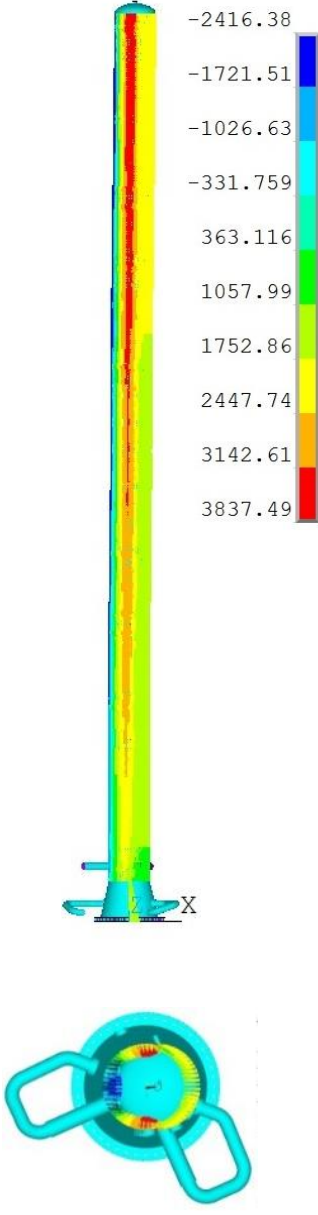
Для оценки влияния ветровой нагрузки на напряженно-деформированное состояние (НДС) ректификационной колонны, имеющей отклонение верхней части около 0,5 м (далее колонна), был выполнен расчет методом конечных элементов при различных направлениях ветра.

Колонна представляет собой вертикальный стальной сварной аппарат, состоящий из цилиндрического корпуса, сваренного из 29-ти обечаек, 2-х эллиптических днищ и технологических патрубков. Колонна оборудована 174-мя четырехпоточными ситчатыми тарелками. Общая высота колонны с опорой составляет 82520 мм.

Была построена конечно-элементная модель колонны путем импортирования поверхностной модели, созданной в системе трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования Autodesk Inventor LT, в универсальную программную систему конечно-элементного анализа ANSYS.

Расчетная модель была получена приложением нагрузок в соответствии с ГОСТ Р 51274–99, значения которых предварительно были определены в системе автоматизации математических расчетов Mathcad. В табл. 1 представлена ветровая нагрузка в качестве примера.

Таблица 1. Пример

Ветровая нагрузка	
определенная в Mathcad	смоделированная в ANSYS
	

Для определения наиболее нагруженных зон при воздействии расчетных нагрузок была произведена серия расчетов (табл. 2) с поэтапным увеличением ветровой нагрузки при 4х направлениях.

Таблица 2. Сочетание нагрузок

№№ стадий	Собственный вес конструкции	Температурное воздействие	Внутреннее давление, МПа	Ветровое давление w	
				значение, Па	направление
1	расчетное значение			0	-
2				480 (расчетное значение)	+OX
					-OX
					+OZ
					-OZ
3				960	+OX
					-OX
					+OZ
					-OZ
4				1440	+OX
					-OX
					+OZ
					-OZ

Карта распределения эквивалентных напряжений (SINT) при нулевом значении ветрового давления (стадия №1) представлена на рис. 1.

По результатам расчетов были определены 3 наиболее нагруженные зоны и проанализировано их НДС:

- зона нижняя (опорная и 1ая обечайка, нижнее эллиптическое днище);
- зона максимальных напряжений (2 нижних люк-лаза);
- зона верхняя (верхнее эллиптическое днище).

В качестве примера рассмотрим распределение сжимающих напряжений (S3) в нижней зоне при различном направлении ветра и определим места с максимальными напряжениями сжатия (табл. 3).

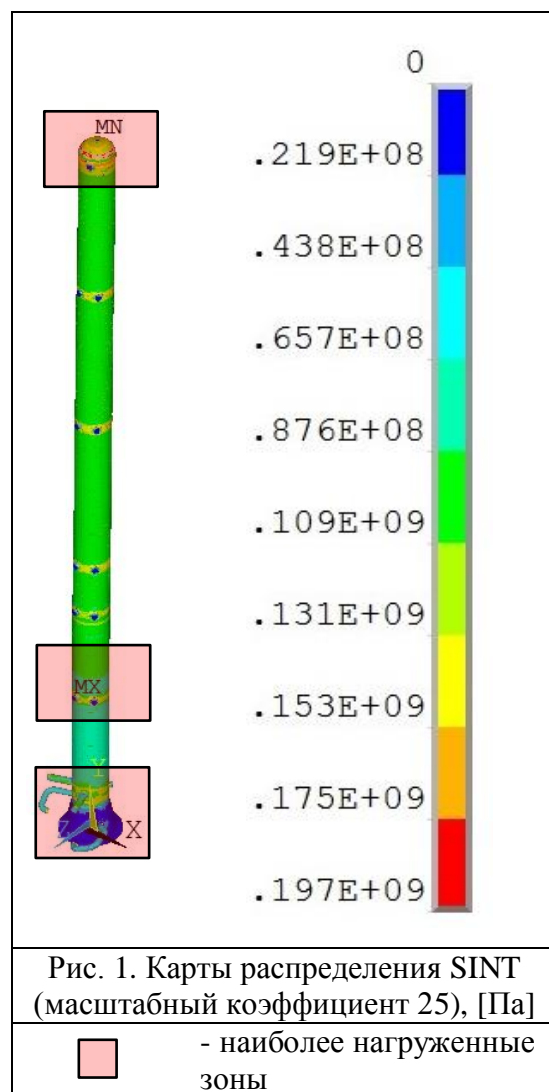
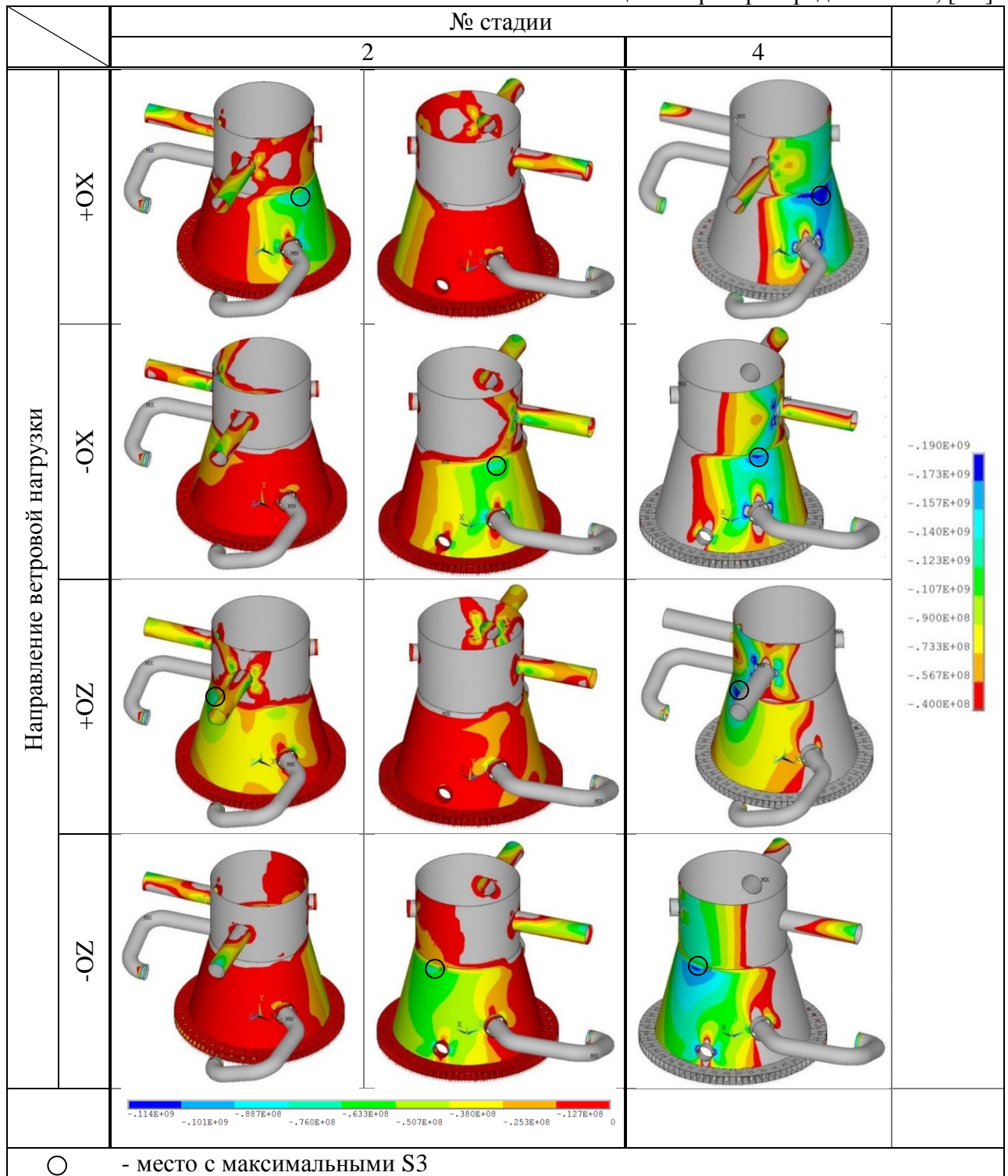


Таблица 3. Карты распределения S3, [Па]

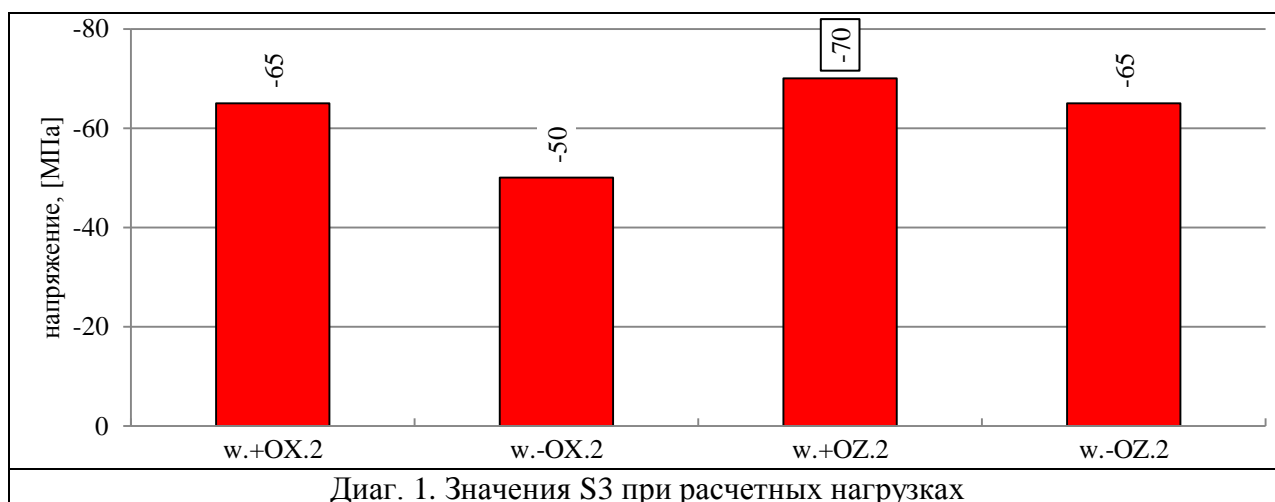


Для определения зависимости изменения сжимающих напряжений от нагрузки в выбранных местах были построены графики (табл. 4).

Таблица 4. Графики зависимости

		Зависимость сжимающих напряжений от нагрузки, [- / Па]
Направление ветровой нагрузки	+OX	
	-OX	
	+OZ	
	-OZ	

По графикам были определены  $S_3$  при расчетных нагрузках (диаг. 1).



Максимальное значение составляет 70 МПа. Необходимые условия прочности и устойчивости выполняются:  $S_3 = 70 \text{ МПа} < [S_3] = 140 \text{ МПа}$ .

Коэффициент запаса по допускаемым напряжениям при расчетных нагрузках равен 2.

**Выводы:**

- 1) Начальное отклонение колонны оказывает незначительное влияние на НДС.
- 2) Максимальное напряжение сжатия возникает при направлении ветра +OZ.
- 3) На распределение напряжений в нижней зоне существенное влияние оказывает расположение подводных трубопроводов.