

УДК 66.05

Победоносцева М.В., Таволгин А.Ю.

**РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
АДСОРБИРУЮЩЕЙ КОЛОННЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЕЧНО-
ЭЛЕМЕНТНОГО МЕТОДА**

Волгоградский государственный технический университет,

Волгоград, пр. им. Ленина 28, 400005

Pobedonostseva M.V., Tavolgin A.Y.

**CALCULATION OF UNSTEADY TEMPERATURE FIELD OF ADSORBING
COLUMN USING THE FINITE ELEMENT MODEL**

Volgograd State Technical University,

Volgograd, Lenin avenue, 28, 400005

Аннотация. В ходе работы был проведен расчет нестационарных температурных полей адсорбирующей колонны с использованием конечно-элементной модели. Анализ проводится с использованием программного конечно-элементного комплекса ANSYS 14.5. В работе была построена конечно-элементная модель и проведен расчёт температурных полей для летнего и зимнего режимов эксплуатации аппарата и построены диаграммы распределения температур на различных участках времени. В результате расчета нестационарных температурных полей были определены зоны наибольшего температурного воздействия что позволяет рационально спроектировать конструкцию и скорректировать сроки и условия эксплуатации работающей адсорбирующей колонны.

Ключевые слова: адсорбирующая колонна, расчет нестационарных температурных полей, конструкция, конечно-элементная модель, температура, диаграмма распределения температур.

Abstract. In this work we analyze calculation of unsteady temperature fields adsorbing column using the finite element model. The analysis is performed using a software finite element complex ANSYS 14.5. In the work was constructed finite element model and carried out the calculation of temperature fields for summer and winter conditions operating the unit and the diagrams of temperature distribution on the various range of time. The result of calculation of unsteady temperature fields, we determined highest temperature impact zone that allows a rational design structure and adjust the terms and conditions of operation running adsorbing column.

Key words. adsorbent column, calculation of unsteady temperature fields, design, finite element model, temperature, temperature distribution diagram.

Вступление.

Адсорбирующие колонны А-100А÷Е, А-120÷Е представляют собой вертикальный цилиндрический сосуд диаметром 4600 мм и высотой 18,5 м, изготовленный из стали SA-533 Gr.BCl.2, установленной на открытой площадке. Опорная обечайка, состоящая из стали SA-516 Gr.70, приварена к нижнему днищу колонны. Колонны футерованы изнутри теплоизоляционным бетоном. Колонны предназначены для осушки природного газа с использованием силикагеля перед его подачей на транспортировку.

Расчет нестационарных температурных полей адсорбирующих колонн выполнялся с использованием разработанной конечно-элементной модели. Дает возможность оценивать прочность и прогнозировать долговечность элементов и узлов конструкций, как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации. При разработке модели были учтены особенности геометрических параметров конструкции, особенности материалов. Исходя из того, что конструкция является симметричной, модель построена с использованием 8-узловых осесимметричных температурных элементов типа PLANET 78. Анализ проводится с использованием программного конечно-элементного комплекса ANSYS 14.5.

Обзор литературы.

Анализ проводится с использованием программного конечно-элементного комплекса ANSYS 14.5. ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного анализа. Программный комплекс предназначен для расчета элементов конструкции в рамках плоской и осесимметричной задач термомеханики. Является популярной в выполнении автоматических инженерных расчётов. Одним из главных нововведений для прочностных расчетов в версии 14.5 являются инструменты для анализа механики разрушения в интерфейсе Mechanical. Программа выполняет расчеты в соответствии со стандартом ASME Sec. VIII, Div.2, 2010. [1]

Входные данные и методы.

Эскиз конечно-элементной модели представлен на рис. 1.

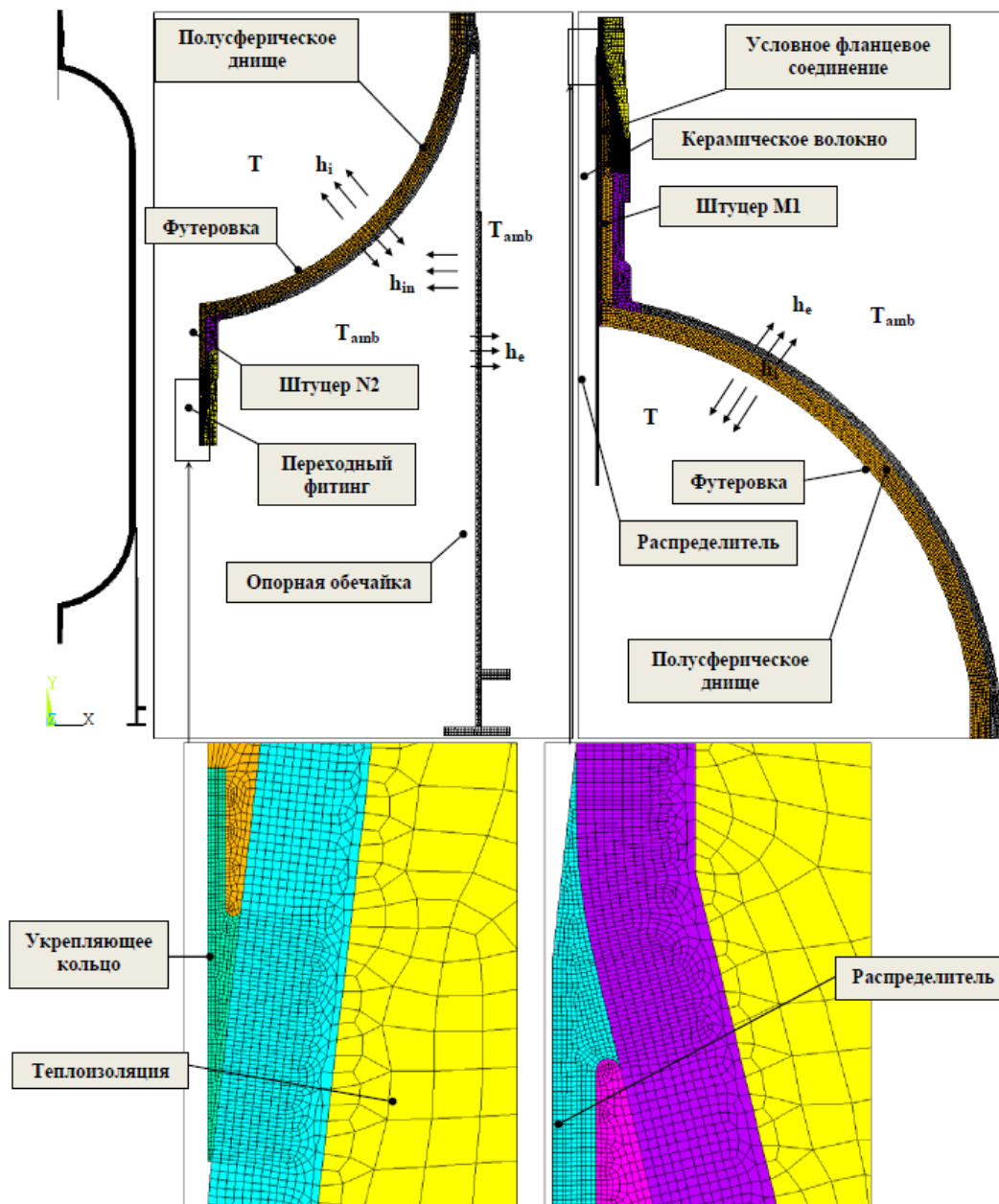


Рис. 1. Конечно-элементная модель адсорбирующих колонн.

Граничные условия:

1) Коэффициент теплопередачи на внутренней поверхности футеровки:

$$h_i = 1000 \left[\frac{Bm}{m^2 \cdot K} \right], \quad (1)$$

Температура рабочей среды (Т) определяется в соответствии с графиком (рис. 2) и таблицы 1.

Таблица 1

Фаза цикла	Время, мин	Температура, °С	Давление, МПа
Фаза переключения клапана и нагрева	15	от 7-30 до 295	от 9.05 до 9.25
Фаза нагрева – Первая установившаяся ступень	30	295	9.25
Фаза охлаждения	50	от 295 до 7-30	9.25
Фаза переключения клапана и адсорбции – Вторая ступень	405	7-30	от 9.25 до 9.05

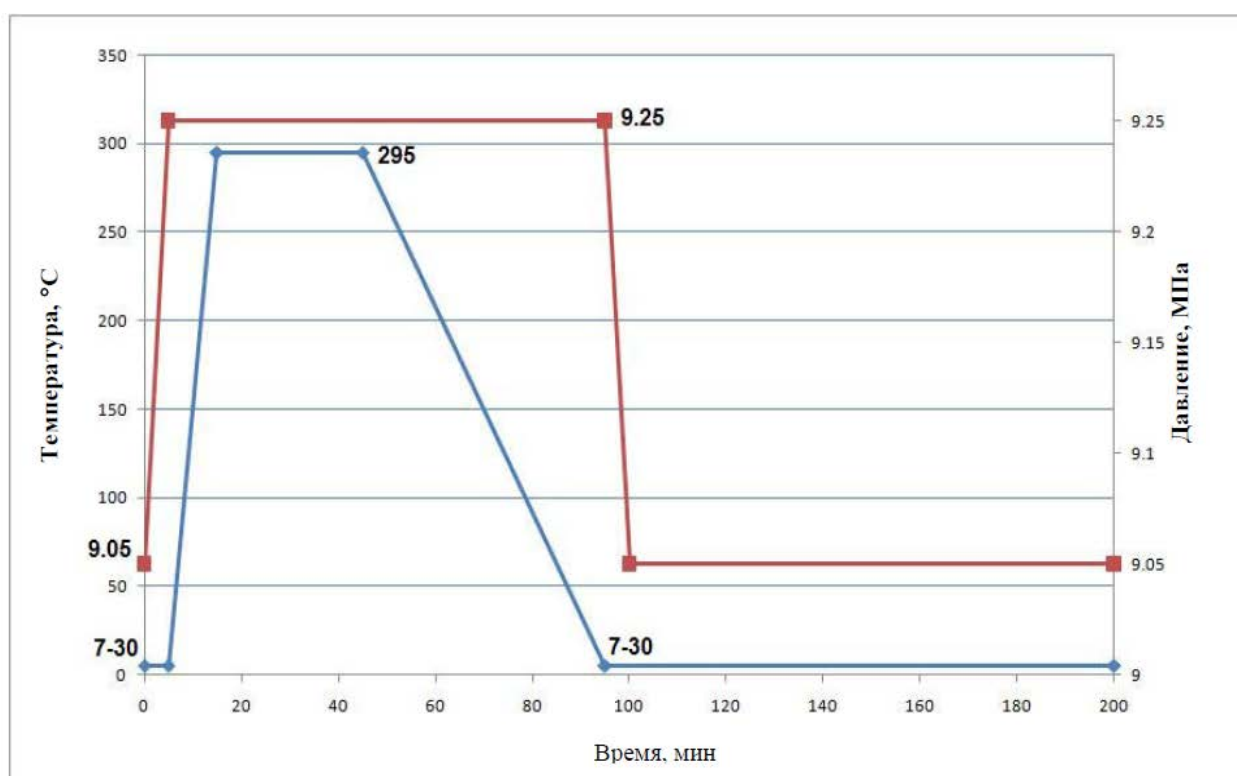


Рис. 2. График изменения температуры и давления за время рабочего цикла.

2) Коэффициент теплопередачи на наружной поверхности аппарата для тепловых аппаратов, расположенных на открытом воздухе и не защищенных от ветра, определяется по следующей формуле [2]:

$$h_e = 3,49 + 11,63\sqrt{V}, \quad (2)$$

где V – скорость ветра, м/с.

Расчет проводился для двух режимов эксплуатации аппаратов (таблица 2).

Таблица 2

Режим эксплуатации	Температура окружающей среды (T_{amb}), °C	Скорость ветра (V), м/с	Коэффициент теплопередачи (h_e), Вт/м ² ·K
Летний	33	0	3,49
Зимний	-40	5	29,5

3) Коэффициент теплопередачи на внутренней поверхности опоры и наружной поверхности нижнего полусферического днища:

$$h_{in} = 3,49 \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot К} \right]$$

Результаты. Обсуждение и анализ.

Результаты расчета температурных полей

На рисунках 3-7 представлены результаты расчета температурных полей верхней и нижней части аппаратов для зимнего режима эксплуатации в следующие моменты времени:

- 5 минут от начала цикла (начало фазы нагрева);
- 15 минут от начала цикла (начало первой установившейся ступени);
- 45 минут от начала цикла (начало фазы охлаждения);
- 95 минут от начала цикла (начало второй установившейся ступени);
- 500 минут от начала цикла (окончание второй установившейся ступени).

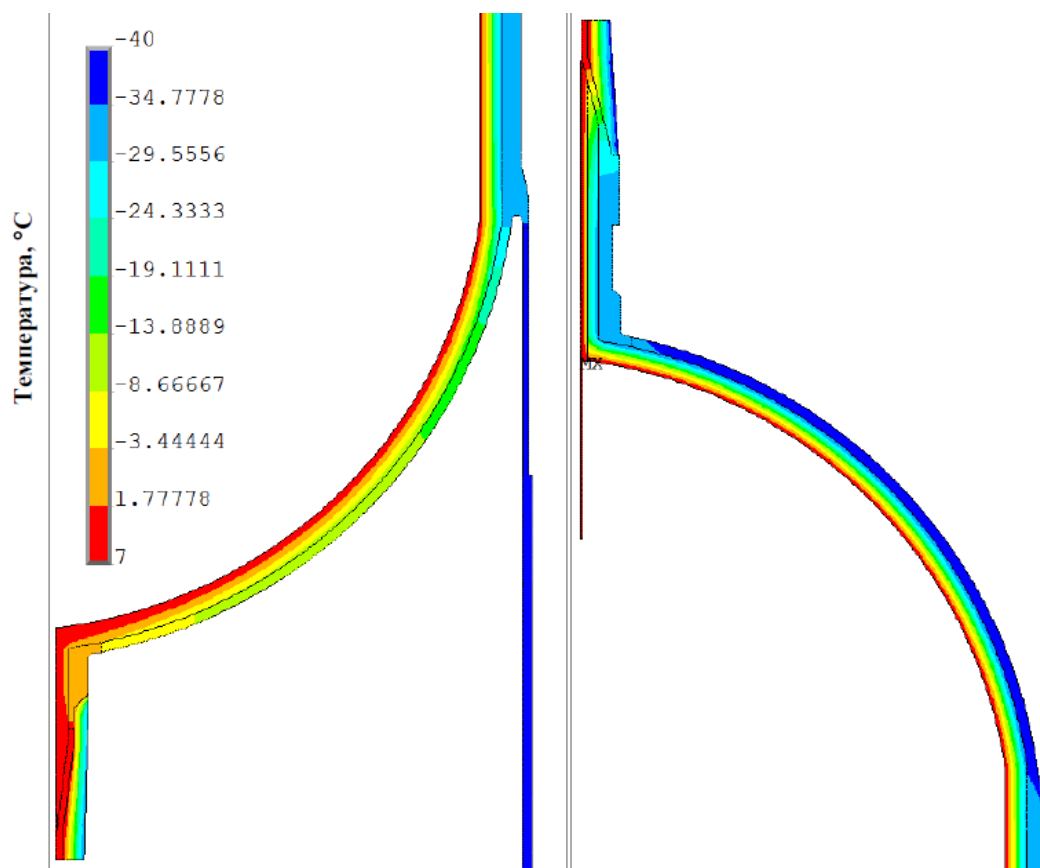


Рис. 3. – Цветовая диаграмма распределения температур – 5 минут от начала цикла.

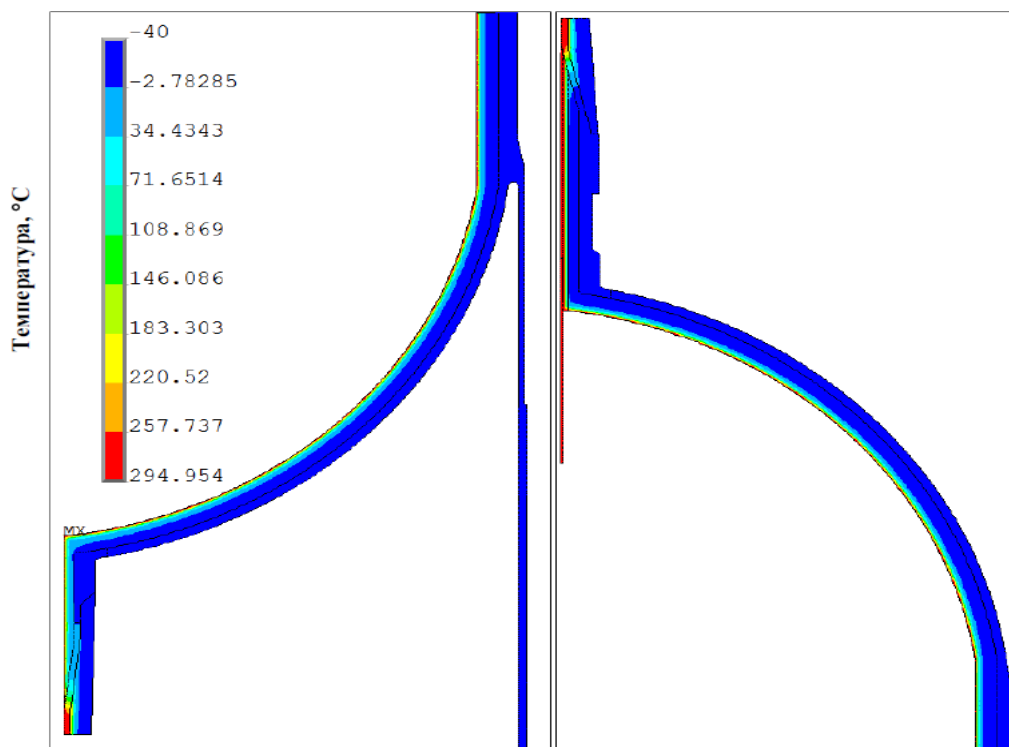


Рис. 4. – Цветовая диаграмма распределения температур – 15 минут от начала цикла.

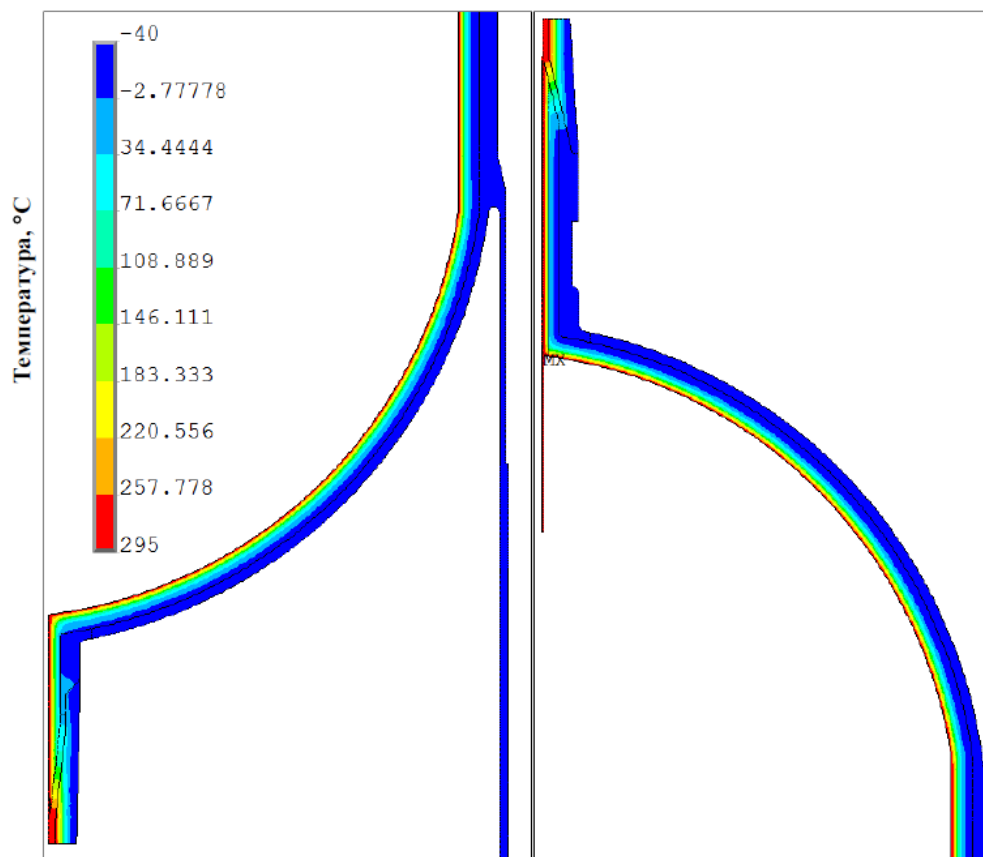


Рис. 5. – Цветовая диаграмма распределения температур – 45 минут от начала цикла.

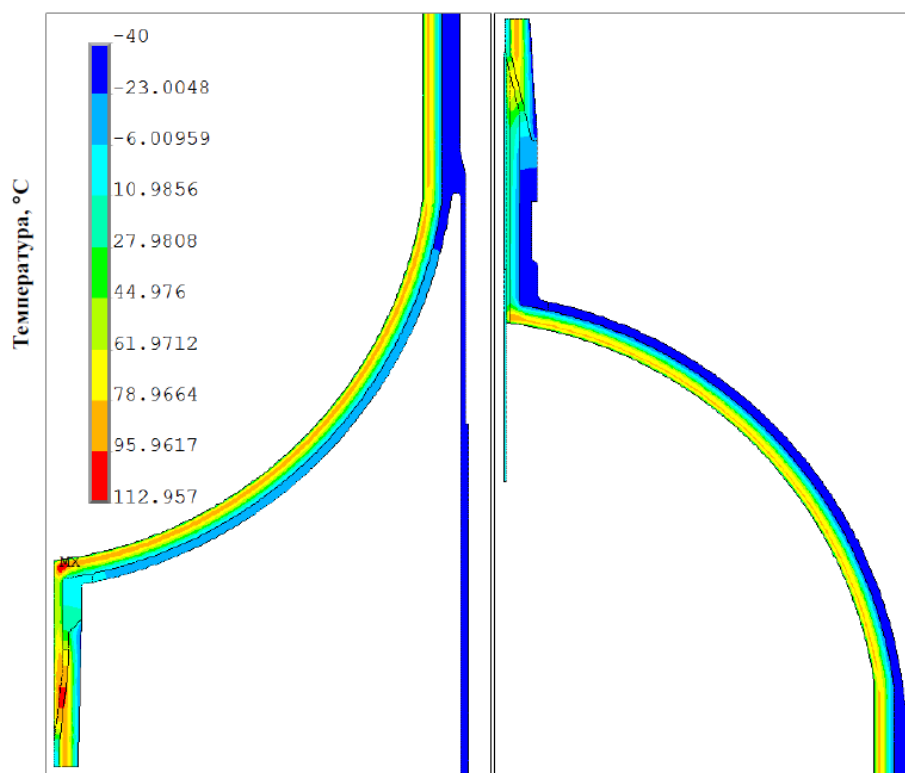


Рис. 6. – Цветовая диаграмма распределения температур – 95 минут от начала цикла.

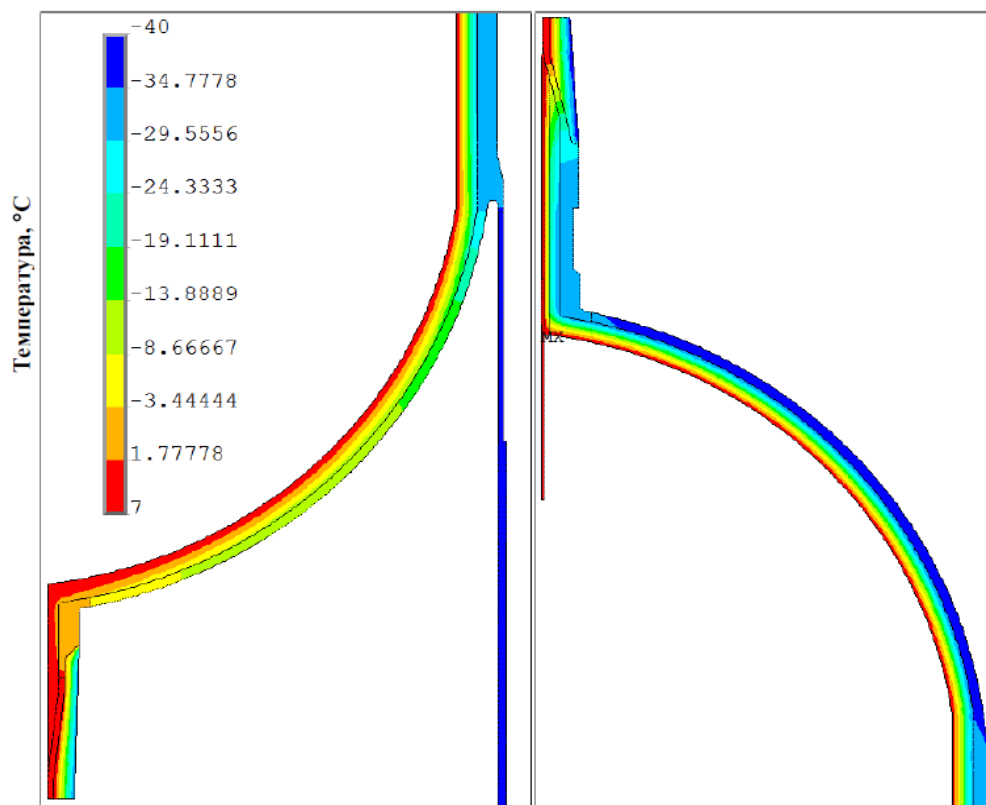


Рис.7. Цветовая диаграмма распределения температур – 500 минут от начала цикла.

Заключение и выводы.

В результате расчета нестационарных температурных полей (рис. 3 -7) были определены зоны наибольшего температурного воздействия, что позволяет рационально спроектировать конструкцию и скорректировать сроки и условия эксплуатации работающей адсорбирующей колонны.

Литература:

1. Международный стандарт ASME Sec. VIII, Div.2, 2010 «Правила проектирования сосудов высокого давления». – 998 с.
2. ВСН 429-81. «Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов». – 19 с.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Быков Ю. М.

Статья отправлена: 03.12.2015 г.

© Победоносцева М.В., Таволгин А.Ю.