

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА СОСУДОВ И АППАРАТОВ В ПРОГРАММЕ ПАССАТ 3.05

Краснокутский А. Н., ООО «НТП Трубопровод»

На страницах отечественных научно-технических журналов уже рассказывалось [1–7] о разработанной в НТП Трубопровод программе ПАССАТ («Прочностной Анализ Состояния Сосудов, Аппаратов, Теплообменников») для расчета прочности и устойчивости сосудов, аппаратов и их элементов с целью оценки несущей способности в рабочих условиях, а также в условиях испытаний и монтажа.

**И**деология и пользовательский интерфейс программы обеспечивают простоту, удобство и эффективность ее использования. Так, в программе в качестве входных данных используются лишь размеры и взаимное расположение элементов и опор, их материальное исполнение и условия нагружения, а расчетные величины, такие как вес, расчетные длины, опорные нагрузки, характеристики колец жесткости (как в цилиндрических обечайках, так и в седловых опорах), длины хорд окружностей и другие показатели, определяются автоматически. При этом большинство элементов – фланцевые соединения, прокладки, заглушки, кольца жесткости, опоры, в том числе для аппаратов колонного типа – задаются из базы данных программы, включающей данные как по отечественным (ГОСТ, ОСТ, АТК), так и по зарубежным нормам (ASME, EN, DIN).

Особенностью программы является отображение трехмерной модели рассчитываемого аппарата (также и в полупрозрачном режиме), что позволяет визуально контролировать введенные данные по принципу «что вижу, то и считаю». При этом в программе учитывается взаимное влияние элементов.

В качестве отчета пользователь получает не просто заключение о работоспособности, а полный, оформленный по ЕСКД протокол расчета, включая примененные формулы, ссылки на нормативные документы и промежуточные вычисления. Таким образом, программа полностью имитирует расчет вручную. Возможен вывод результатов как на русском, так и на английском языках.

## В настоящее время ПАССАТ состоит из пяти модулей

- **Базовый модуль** осуществляет расчет прочности и устойчивости горизонтальных и вертикальных сосудов и аппаратов в соответствии как с отечественными нормативными документами – ГОСТ, РД и другими – так и с зарубежными стандартами (ASME VIII div. 1 (2), EN 13445-3, WRC 107/297/537 и пр.).

- **Модуль ПАССАТ-Колонны** рассчитывает аппараты колонного типа на прочность и устойчивость к внешним, ветровым и сейсмическим нагрузкам на основе ГОСТ 34233.9-2017, ГОСТ 34283-2017, ASME VIII div. 1, EN 13445-3.

- **Модуль ПАССАТ-Теплообменники** рассчитывает кожухотрубчатые теплообменные аппараты и аппараты воздушного охлаждения (ABO) на основе ГОСТ 34233.5-2017, ASME VIII div. 1.

- **Модуль ПАССАТ-Резервуары** рассчитывает вертикальные резервуары согласно отечественным (СТО-CA-03-002-2009) и зарубежным (API 650) нормам.

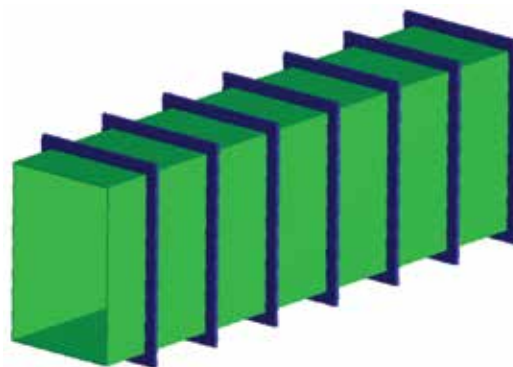


Рисунок 1

- **Модуль ПАССАТ-Сеймика** рассчитывает на прочность и устойчивость горизонтальные и вертикальные сосуды (аппараты) с учетом нагрузок от сейсмических воздействий на основе различных национальных норм: СТО-CA-03-002-2009, ГОСТ 34283-2017, EN 1998 (EU), IS 1893 (IND), AzDTN 2.3-1 (AZE).

В новейшей версии программы (v.3.05) к расчетам сосудов и аппаратов в рабочих условиях, условиях монтажа и испытаний, расчетам с учетом сейсмических и ветровых нагрузок добавлены расчеты сосудов некруглой формы (прямоугольные, овальные, скругленные, с перегородками) (рис. 1) по ASME VIII-1 App. 13.

Другим значительным усовершенствованием версии 3.05 стала возможность моделирования и анализа каркасных крыш вертикальных резервуаров:

- разработан визуальный конструктор балочного каркаса (рис. 2);

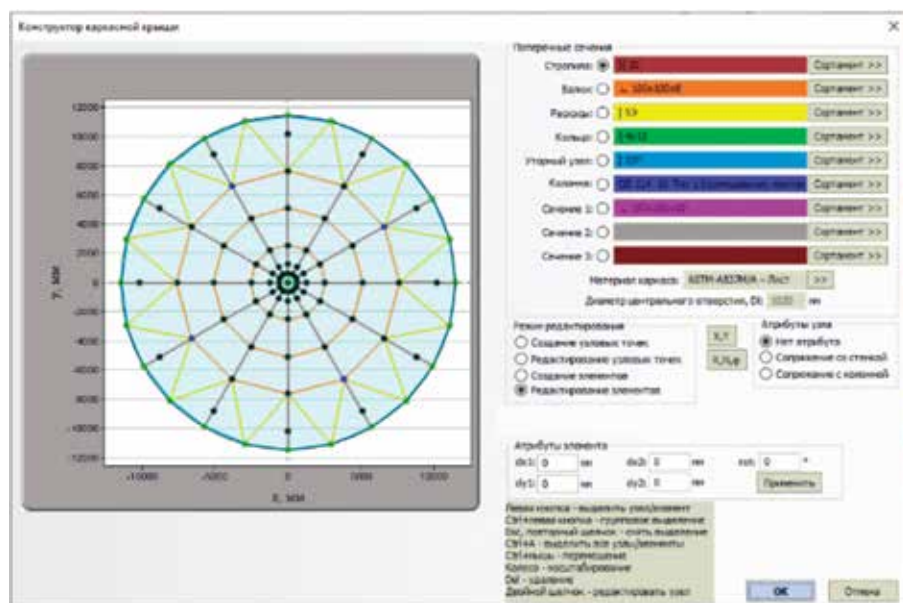


Рисунок 2

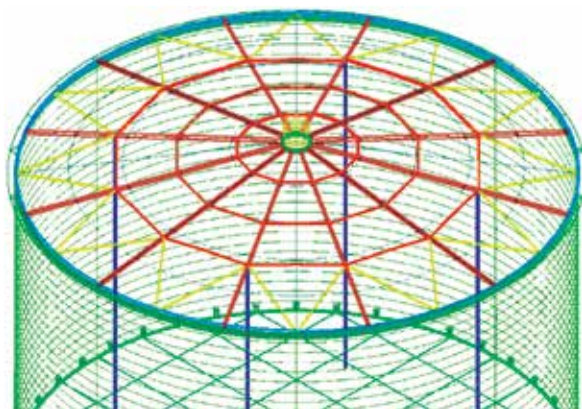


Рисунок 3

- разработан алгоритм автоматической генерации балочно-оболочковой конечно-элементной модели резервуара, включающей каркас крыши, настил, опорные колонны, стенку с кольцами жесткости (рис. 3);

- разработан алгоритм автоматического нагружения конечно-элементной модели резервуара нагрузками от собственного веса элементов, снега, ветра, оборудования, наружного и внутреннего давления, гидростатического давления, согласно рекомендациям СТО-СА-03-002-2009 или API 650 (по выбору пользователя – рис. 4);

- разработан модуль экспорта конечно-элементной модели с условиями нагружения резервуара в программу ANSYS (рис. 5) посредством формата APDL.

Средствами программы ANSYS можно выполнить расчет на прочность и устойчивость резервуара с каркасной крышей, созданного в программе ПАССАТ (рис. 6).

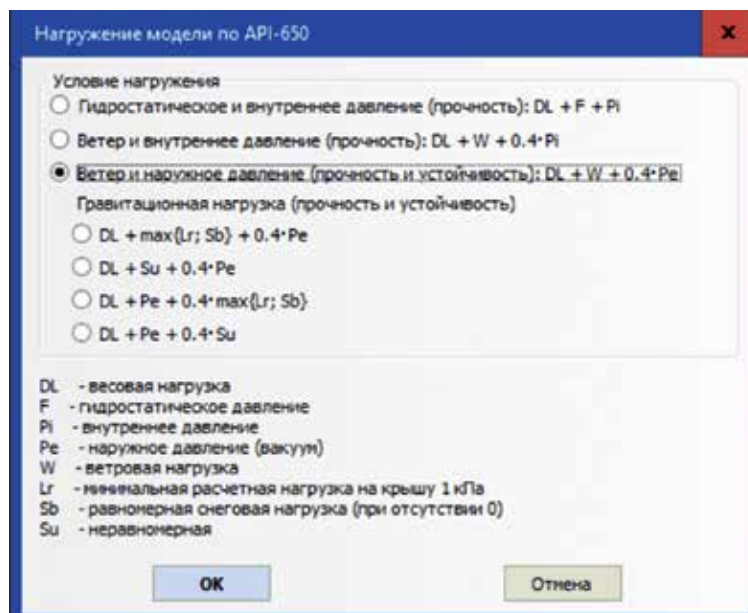


Рисунок 4

Среди других улучшений новой версии – расчет сильфонных компенсаторов по нормам EN 13445-3, EN 14917, фланцевых соединений по EN 13445-3, пополнение базы данных стандартных элементов и целый ряд других нововведений.

**Работа над программой продолжается – следите за новостями!**

Москва, август 2022 года

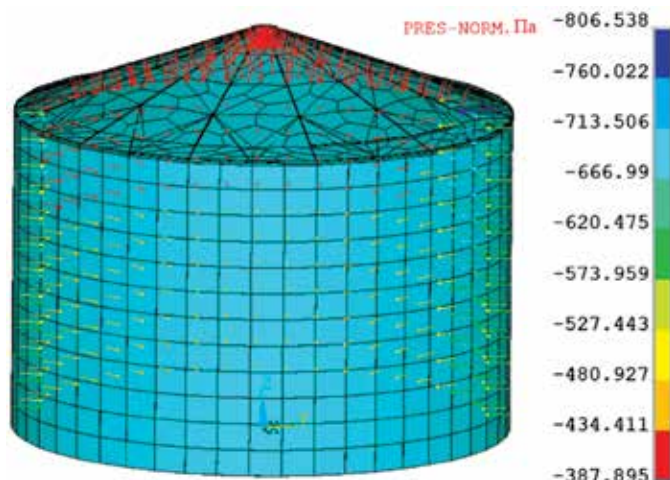


Рисунок 5

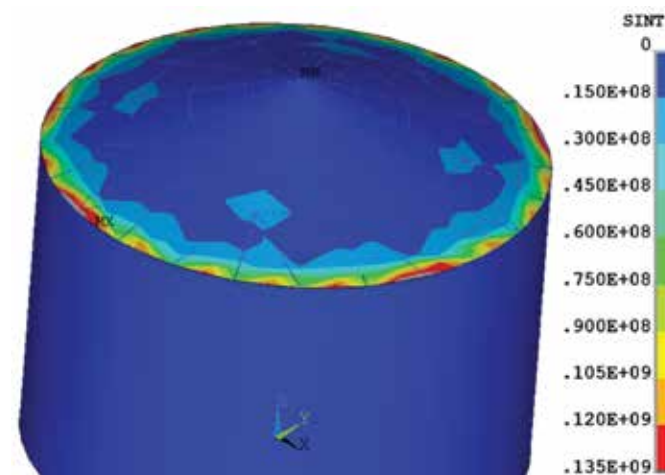


Рисунок 6

#### Список литературы:

1. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Новые возможности программы ПАССАТ // CADmaster. – 2013. – № 3. – С. 76–79.
2. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Опыт расчетов сосудов и аппаратов на прочность и устойчивость // CADmaster. – 2012. – № 3. – С. 92–94.
3. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Пассат в модулях // CADmaster. – 2012. – № 3. – С. 96–97.
4. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Методики расчетов сосудов и аппаратов и их реализация в программе ПАССАТ // Технологии нефти и газа. – 2012. – № 3. – С. 21–27.
5. Краснокутский А. Н. Новый ПАССАТ 2.02 с новыми ГОСТами и расчетом сейсмостойкости сосудов и аппаратов // CADmaster. – 2011. – № 3. – С. 90–93.
6. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Пассат 1.07 – теперь с теплообменниками // CADmaster. – 2008. – № 3. – С. 74–77.
7. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Прочностной анализ сосудов и аппаратов в программе ПАССАТ // CADmaster. – 2006. – № 3. – С. 86–89.