

# РАСЧЕТ СОСУДОВ И АППАРАТОВ – ЧТО НОВОГО В ВЕРСИИ ПАССАТ 3.06

Краснокутский А. Н., ООО «НТП Трубопровод»

На страницах отечественных научно-технических журналов уже рассказывалось [1–8] 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. Напомним некоторые основные особенности программы.

**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 др. определяются автоматически. При этом большинство элементов – фланцевые соединения, прокладки, заглушки, кольца жесткости, опоры, в том числе для аппаратов колонного типа, и др. – задаются из базы данных программы, включающей данные как по отечественным ГОСТ, ОСТ, АТК, так и по зарубежным нормам (ASME, EN, DIN и др.).

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 (НД) – 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 от внешних, ветровых и сейсмических нагрузок на основе ГОСТ 34233.9-2017, ГОСТ 34283-2017, ASME VIII div.1, EN 13445-3.

• **МОДУЛЬ ПАССАТ-ТЕПЛОБМЕНИКИ** рассчитывает кожухотрубчатые теплообменные аппараты и аппараты воздушного охлаждения (АВО) на основе ГОСТ 34233.5-2017, ASME VIII div.1.

• **МОДУЛЬ ПАССАТ-РЕЗЕРВУАРЫ** рассчитывает вертикальные резервуары согласно отечественным (СТО-СА-03-002-09) и зарубежным (API 650) нормам.

• **МОДУЛЬ ПАССАТ-СЕЙСМИКА** рассчитывает на прочность и устойчивость горизонтальные и вертикальные сосуды (аппараты) с учетом нагрузок от сейсмических воздействий на основе различных национальных норм: СТО-СА-03.003-2009, ГОСТ 34283-2017, EN 1998 (EU), IS 1893 (IND), АхDTN 2.3-1 (AZE), CFE-2015 (Mexico).

В новейшей версии программы 3.06, выпущенной в июле 2023 г., добавлен целый ряд новых возможностей. Расскажем об основных из них.

Список поддерживаемых стандартов по определению ветровых нагрузок пополнили широко используемый в мире стандарт ASCE 7-16, национальные стандарты Индии (IS-875) и Мексики (CFE-2020), а также стандарт EC EN 1991-1-4 для вертикальных резервуаров. Сейсмические нагрузки также теперь могут рассчитываться по ASCE 7-16, стандарту EC EN 1998, и национальным стандартам Индии (IS 1893) и Мексики (CFE-2015). Реализован также расчет инерционных (транспортных) нагрузок по заданным ускорениям.

Добавлен расчет сейсмических нагрузок колонных аппаратов с учетом высших гармоник по СП 14.13330.2018 (рис.1), что

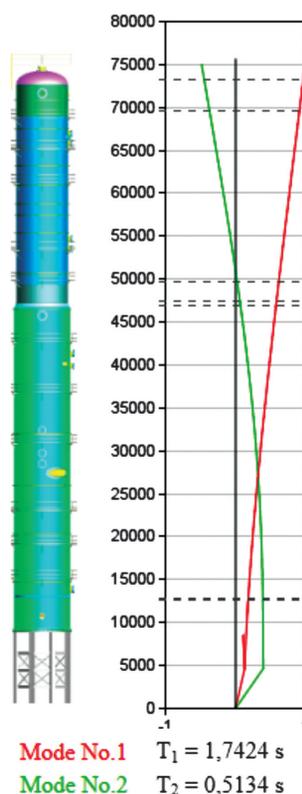


Рисунок 1 – Собственные частоты и формы колебаний аппарата колонного типа

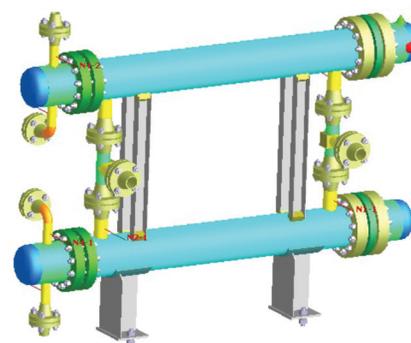


Рисунок 2 – Сдвоенный теплообменник

существенно повысит точность расчета. Стал возможен также и ручной ввод собственных частот колебаний конструкции при задании ветровых и сейсмических нагрузок.

Добавлен расчет инерционных (транспортных) нагрузок по заданным ускорениям.

Добавлен также расчет целого ряда элементов по дополнительным нормам: плоских приварных днищ по европейским нормам EN-13445, обечаек и трубчатых стоек на внешние нагрузки по EN 13445-2021, ослабления плоского днища врезками по ASME VIII-1 и EN-13445, смотрового стекла на прочность по ISO 21922-2021, моментов затяжки крепежа фланцев по ПНАЭ Г-7-002-86.

Значительные усовершенствования в версии 3.06 касаются работы с металлоконструкциями. Теперь программа умеет формировать сборки из металлоконструкций, соединять металлоконструкции между собой, а также присоединять связи и крепления как на начальные, так и на конечные точки элементов. Это позволяет моделировать и рассчитывать весьма сложные составные аппараты (рис. 2), а также аппараты вместе со сложной трубопроводной обвязкой (рис.3).

Доработан расчет на малоцикловую прочность с учетом различных случаев нагружения.

Добавлен также расчет моментов затяжки фундаментных болтов.

Работа над программой продолжается в соответствии с пожеланиями наших многочисленных пользователей. Следите за новостями!

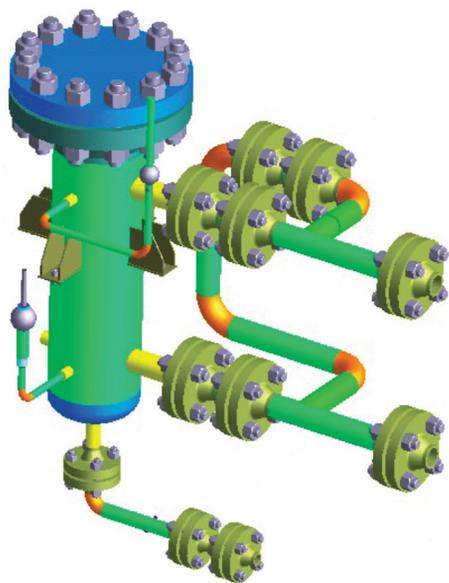


Рисунок 3 – Фильтр с элементами обвязки

Санкт-Петербург, октябрь 2023 года

#### Список литературы:

1. Краснокутский А. Н. Новые возможности расчета сосудов и аппаратов в программе ПАСКАТ 3.05 // ТПА, 2022, 4 (121). – с. 48–49.
2. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Новые возможности программы ПАСКАТ // CADmaster, 2013, № 3. – с.76–79.
3. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Опыт расчетов сосудов и аппаратов на прочность и устойчивость // CADmaster, 2012, № 3. – с. 92–94.
4. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. ПАСКАТ в модулях // CADmaster, 2012, № 3. – с.96–97.
5. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Методики расчетов сосудов и аппаратов и их реализация в программе ПАСКАТ // Технологии нефти и газа, 2012, № 3. – с. 21–27.
6. Краснокутский А. Н. Новый ПАСКАТ 2.02 с новыми ГОСТами и расчетом сейсмостойкости сосудов и аппаратов // CADmaster, 2011, № 3. – с. 90–93.
7. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. ПАСКАТ 1.07 – теперь с теплообменниками // CADmaster, 2008, № 3. – с. 74–77.
8. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Прочностной анализ сосудов и аппаратов в программе ПАСКАТ // CADmaster, 2006, № 3. – с. 86–89.

# ДАВАЙТЕ ГОВОРИТЬ

как арматуростроители

## Неправильно

Краны́, крано́в, кранáми  
Клапанá  
Вентиля́  
Электроприводá  
Договорá

## Правильно

Кра́ны, кра́нов, кра́нами  
Кла́паны  
Ве́нтили  
Электропр́иводы  
Догово́ры



Правильно назвать –  
правильно понять

(французская пословица)