

УДК 532.528

РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КАВИТАЦИИ В СТРУЙНЫХ АППАРАТАХ

Мизгирев Дмитрий Сергеевич¹, доцент, доктор технических наук, профессор

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

Власов Владимир Николаевич¹, старший преподаватель

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

Власов Дмитрий Владимирович¹, студент

e-mail: dv_vlasov@vk.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В работе рассматриваются возможности различных современных программных пакетов для исследования процессов кавитации и производится анализ их применимости для численного моделирования процесса гидродинамической кавитации в струйном аппарате.

Ключевые слова: кавитация, эжектор, струйный аппарат, кавитационная каверна, моделирование кавитации, компьютерное моделирование.

CONSIDERATION OF THE POSSIBILITIES OF MODERN SOFTWARE PACKAGES FOR NUMERICAL SIMULATION OF CAVITATION PROCESSES IN JET DEVICES

Mizgirev Dmitry Sergeevich¹, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

Vlasov Vladimir Nikolaevich¹, Senior Lecturer

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

Vlasov Dmitry Vladimirovich¹, Student

e-mail: dv_vlasov@vk.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The paper examines the capabilities of various modern software packages for studying cavitation processes and analyzes their applicability for numerical modeling of the process of hydrodynamic cavitation in a jet apparatus.

Keywords: cavitation, ejector, jet apparatus, cavitation cavity, cavitation modeling, computer modeling.

В общем виде кавитация — это процесс образования в потоке движущейся жидкости полостей, заполненных паром, называемых, кавитационными кавернами и их последующее схлопывание, сопровождающееся гидравлическими ударами [1].

Описание кавитации, как нестационарного процесса, является одной из актуальных и значимых проблем гидродинамики, а его экспериментальное исследование представляет собой еще более сложную задачу.

Практическая реализация процесса кавитации осуществляется в специально созданных для этих целей аппаратах – кавитаторах. Для описания данных процессов применима теория струйного аппарата, а для приближенного проектирования методика расчета струйных насосов – эжекторов. Это связано с тем, что эжектор, исходя из своей конструкции, уже является источником гидродинамической кавитации [2 – 4].

Наиболее сложным вопросом является моделирование процессов кавитации струйных аппаратов. Проблема описания процесса кавитации в них связана с тем, что на данный момент нет достаточной информации, описывающей экспериментальную часть таких исследований. Нет рекомендаций и методик, по исследованию кавитации, как явления. Связано это с тем, что энергия, высвобождаемая при схлопывании пузырьков, физические параметры: реологические характеристики жидкости, внешние характеристики потока: давление, скорость и геометрические характеристики рабочей камеры кавитатора разные по управляемости, что не позволяет установить точную корреляцию между ними. И если геометрические и физические параметры доступны для измерения, то фактическая оценка энергии, высвобождаемой при схлопывании пузырьков, которая будет определять интенсивность кавитации, невозможна по причине сложности представления процесса.

Можно только предполагать, что величина начального радиуса пузырька неразрывно связана с конечным радиусом его схлопывания, а значит, определяет количество энергии, выделившейся по итогу. Определение этой величины при прямом экспериментальном исследовании весьма проблематично. Поэтому остаются только косвенные методы или использование компьютерного моделирования процессов, что делает предпочтительным численное исследование процесса кавитации [6].

На данный момент существуют различные программные решения, позволяющие осуществлять моделирование процессов кавитации с различными начальными параметрами. Среди наиболее распространенных можно выделить ANSYS Fluent, SOLIDWORKS Flow Simulation и FlowVision. Рассмотрим каждый из них поподробнее.

Ansyes Fluent представляет собой профессиональный программный пакет с большой функциональностью и позволяющий производить моделирование турбулентного течения жидкости (Рисунок 1) [7].



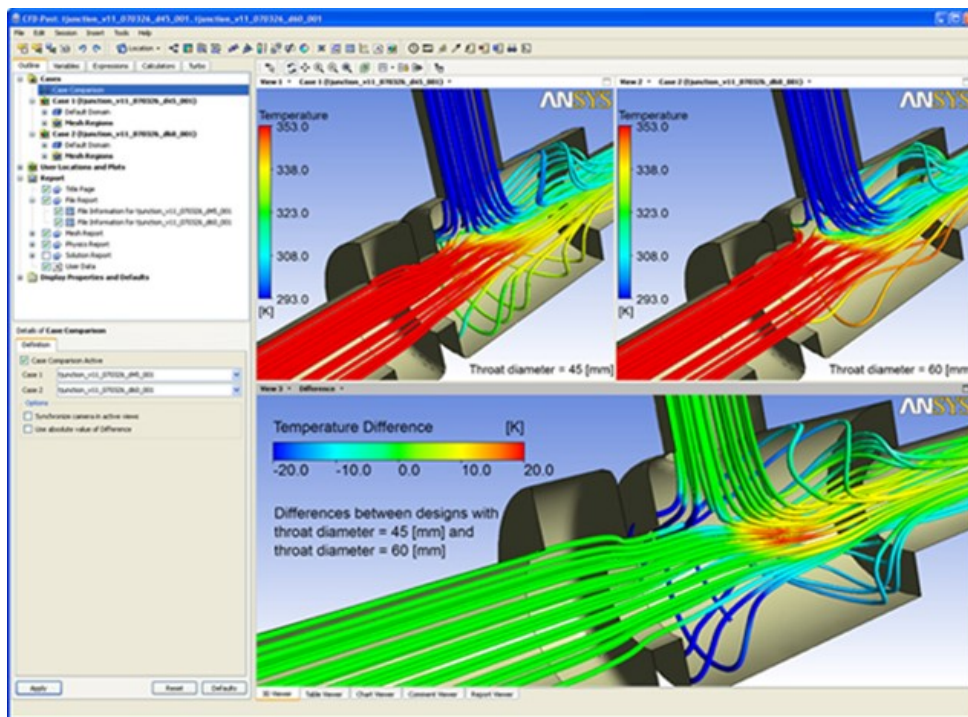


Рисунок 1 – Рабочее окно Ansys Fluent

SOLIDWORKS Flow Simulation, в свою очередь, является программным пакетом, позволяющим производить общее параметрическое моделирование потока. Он позволяет моделировать потоки жидкости и газа в условиях приближенных к реальности и эффективно анализировать последствия прохождения потока жидкости через компоненты созданной гидросистемы (Рисунок 2) [8].

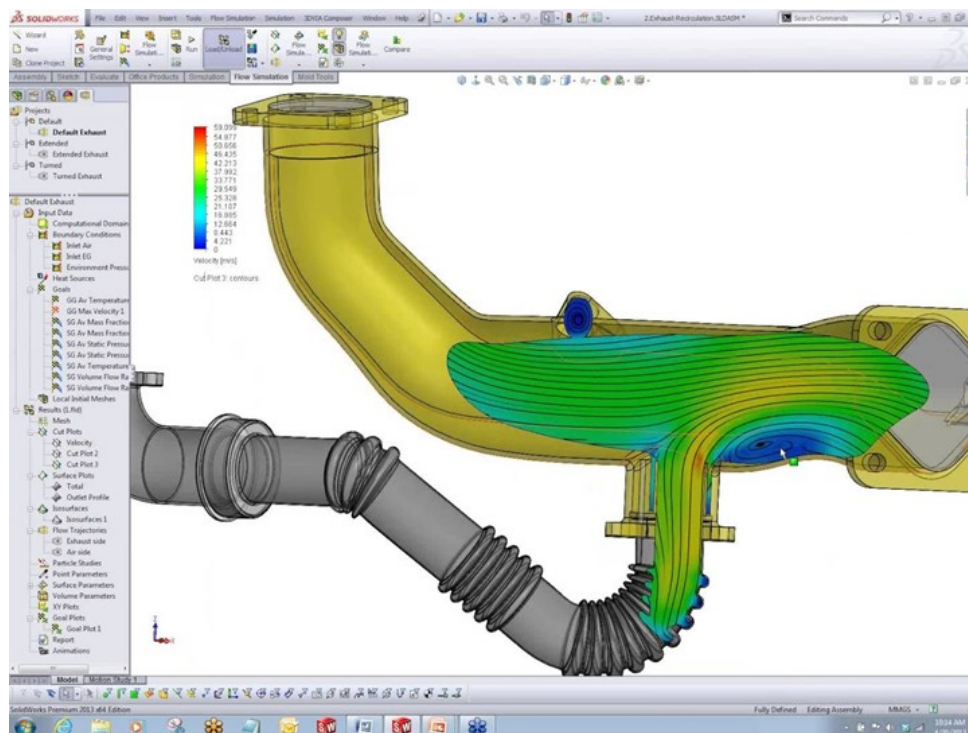


Рисунок 2 – Рабочее окно SOLIDWORKS Flow Simulation

Программный комплекс FlowVision представляет собой комплексное программное решение, которое позволяет производить моделирование трехмерных течений жидкости и газа (Рисунок 3). Данное моделирование осуществляется за счет численного решения трехмерных стационарных и нестационарных уравнений динамики жидкости и газа. В случае же расчета сложных движений жидкости и газа, которые сопровождаются дополнительными физическими явлениями, такими, как, например, турбулентность, в математическую модель включаются дополнительные уравнения, описывающие эти явления, что вполне применимо для решаемых нами задач [9].

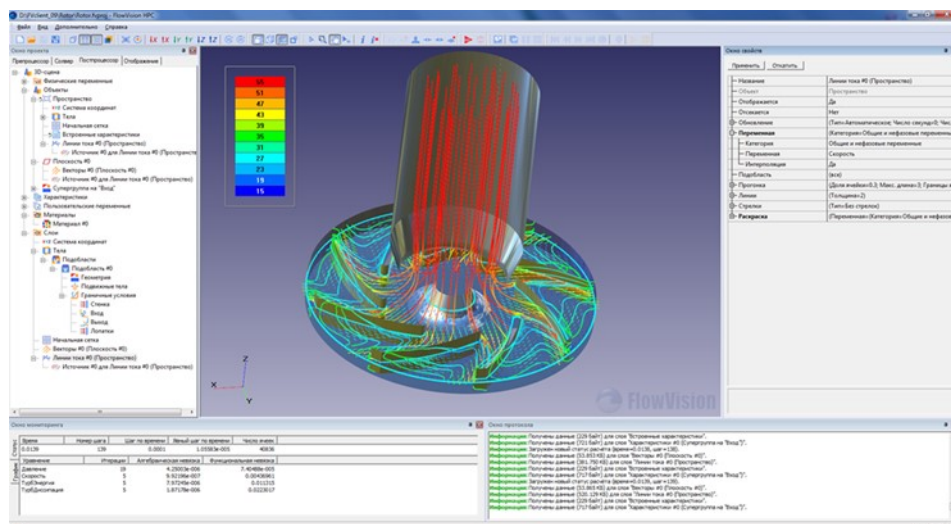


Рисунок 3 – Рабочее окно FlowVision

Таким образом, выбор конкретного пакета программного обеспечения для моделирования процессов кавитации в струйном аппарате может быть осуществлен по результатам комплексной оценки, методом анализа иерархий, основанным на возможностях конкретного программного продукта наиболее полно и адекватно экспериментальным данным описать работу устройства в зависимости от его геометрических параметров и всех характеристик рабочей среды.

Список литературы:

1. Наприенко А.А. Кавитация // IX Всероссийская научно-техническая конференция «Молодежь и наука». – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. – 4 с.
2. Mizgirev D., Vlasov D., Vlasov V. Mathematical description of the cavitation process in the jet apparatus // Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 052054, DOI:10.1088/1742-6596/2131/5/052054
3. Мизгирев Д.С., Курников А.С., Михеева Т.А. Проектирование эжектора-кавитатора как одного из элементов судовых систем. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – С. 68 – 76
4. Миличенко С. Л. Ремонт кавитационных разрушений гидротурбин. – Москва: Энергия, 1971. – 105 с.
5. Mizgirev D., Vlasov D., Vlasov V. Mathematical description of the cavitation process in the jet apparatus // Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 052054, DOI:10.1088/1742-6596/2131/5/052054
6. Мизгирев Д.С., Власов Д.В., Власов В.Н. Задачи экспериментального исследования процесса кавитации в струйных аппаратах. // Транспорт. Горизонты развития. 2022:

Материалы международного научно-практического форума. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2022.
– URL: http://вф-река-море.рф/2022/5_21.pdf (дата обращения 13.04.2024)

7. Ansys Fluent | Fluid Simulation Software. – URL:
<https://www.ansys.com/products/fluids/ansys-fluent> (дата обращения 13.04.2024)

8. SOLIDWORKS Flow Simulation | SOLIDWORKS. – URL:
<https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-flow-simulation> (дата обращения 13.04.2024)

9. FlowVision CFD. – URL: <https://flowvision.ru/ru/> (дата обращения 13.04.2024)

