

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАСТНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАШИН.

Миняйло Дмитрий Иванович

магистрант, Омский государственный технический университет, РФ, г. Омск

Павлюченко Евгений Александрович

доцент, канд. техн. наук, Омский государственный технический университет, РФ, г. Омск

На сегодняшний день промышленность развивается высокими темпами. Основная её задача заключается в динамичном развитии производства и повышении его эффективности, улучшении качества продукции, росте производительности труда.

Развивающиеся научно-техническая революция (НТР), быстрый рост существующих и появление новых отраслей промышленности вызывает, в свою очередь, необходимость дальнейшего развития системы высшего и среднего специального образования, повышения качества подготовки молодых специалистов для всех отраслей промышленного производства [1].

В связи с этим возникает потребность в высококвалифицированных специалистах. Которые обладают большим багажом знаний и навыков в той или иной отрасли.

Поэтому на данный момент возникает необходимость в совершенствовании средств и методов подготовки молодых и повышения квалификации существующих специалистов.

Одним из основных путей этого совершенствования является развитие и укрепление материально-технических баз учебных заведений. Сюда входят в первую очередь широкое внедрение технических средств обучения, оснащение лабораторий и аудиторий новейшим оборудованием и приборами, модернизация лабораторных стендов и макетов с учётом последних достижений науки и техники на современной компонентной базе [1].

Выполняемые лабораторные работы в ходе учебного процесса являются основным средством изучения и усвоения учебного материала и получения практических навыков по исследованию рабочих параметров лопастных гидравлических машин.

Анализ возможностей представленных на рынке стендов.

На данный момент в России на рынке представлено огромное количество стендов. Для анализа были выбраны два стенда наиболее подходящих к теме исследования. Это комплект учебного-лабораторного оборудования «Механика жидкости» компании ООО «ПО «Зарница» и учебно-лабораторный комплекс «Исследование параметров работы насосов» компании ООО «ЭнергияЛаб».

Первый предназначен для исследования характеристик трубопроводов в зависимости от их диаметра, конфигурации и наличия местных сопротивлений; для наглядной демонстрации режимов течения жидкости; исследования характеристик насосов при различных вариантах включения их в гидросистему [2].

Второй позволяет изучать параметры работы насосов (напор, подача, давление, мощность, допустимая высота всасывания, КПД, кавитация) при различных режимах работы, изучить

совместную работу насосов (параллельное, последовательное соединение) и методов регулирования [3]. Позволяет приобрести практические навыки по проведению испытаний насосов, по работе с измерительными приборами и построению эксплуатационных характеристик [3].

Функционал проводимых лабораторных испытаний у рассматриваемых стендов очень схож. Это снятие напорных характеристик при различных местных сопротивлениях, изучение работы насосов при различных способах подключения (параллельное или последовательное), определение потребляемой мощности при различных режимах работы.

Есть и различия. К примеру первый стенд позволяет визуализировать режимы течения жидкости (ламинарный и турбулентный), изучать силовое воздействие незатопленной струи на механическую преграду. А второй стенд позволяет снять кавитационные характеристики центробежного насоса.

Есть у них и ещё одна общая черта которая объединяет практически все современных стенды. Это очень высокая стоимость. Она варьируется в пределах нескольких сотен тысяч рублей до нескольких миллионов.

Проанализировав все достоинства и недостатки современных стендов было принято решение спроектировать собственный стенд и произвести расчёт основных его компонентов таких как насосы в программе ANSYS.

Проектируемый стенд

Проектируемый стенд по исследованию рабочих параметров лопастных гидравлических машин был выполнен в трёхмерной модели в программе КОМПАС - 3D представленную на рис. 1 а. Состоит из неподвижной рамной конструкции, на которой установлены: два циркуляционных насоса; пульт управления на котором располагаются кнопки включения/выключения установки и насосов, дисплей расходомера и ваттметра; бак; система трубопроводов; запорно-регулируемая арматура. Для определения напорной характеристики и подачи система трубопровод снабжена расходомерами и датчиками давления.

а)

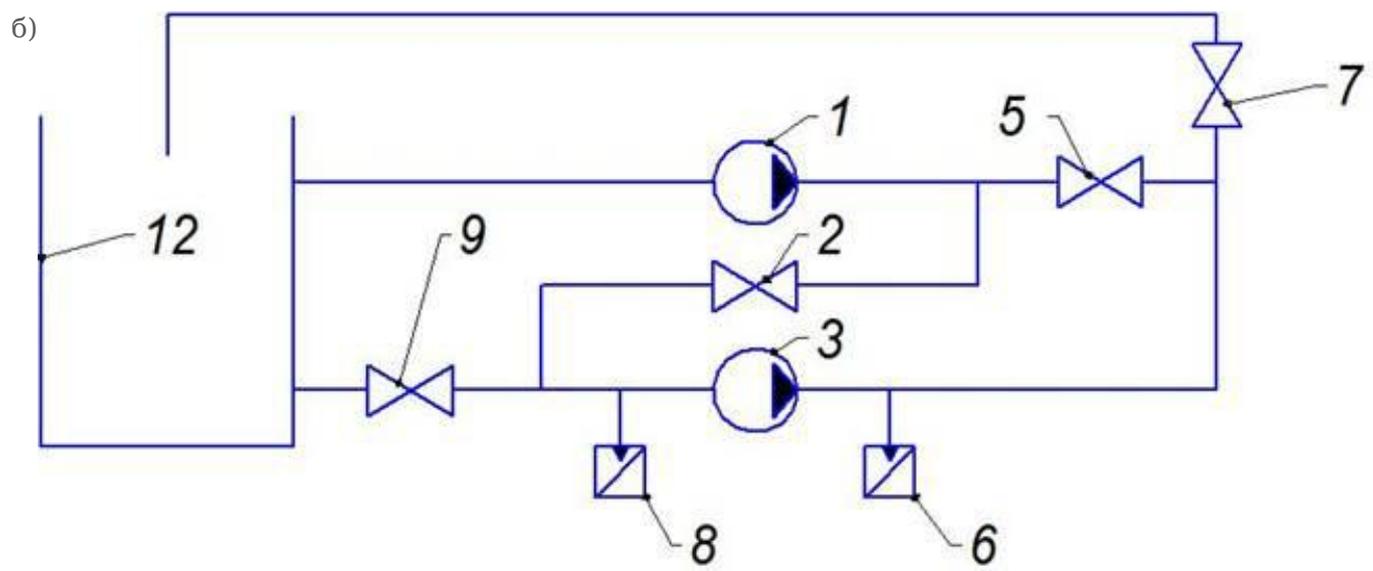
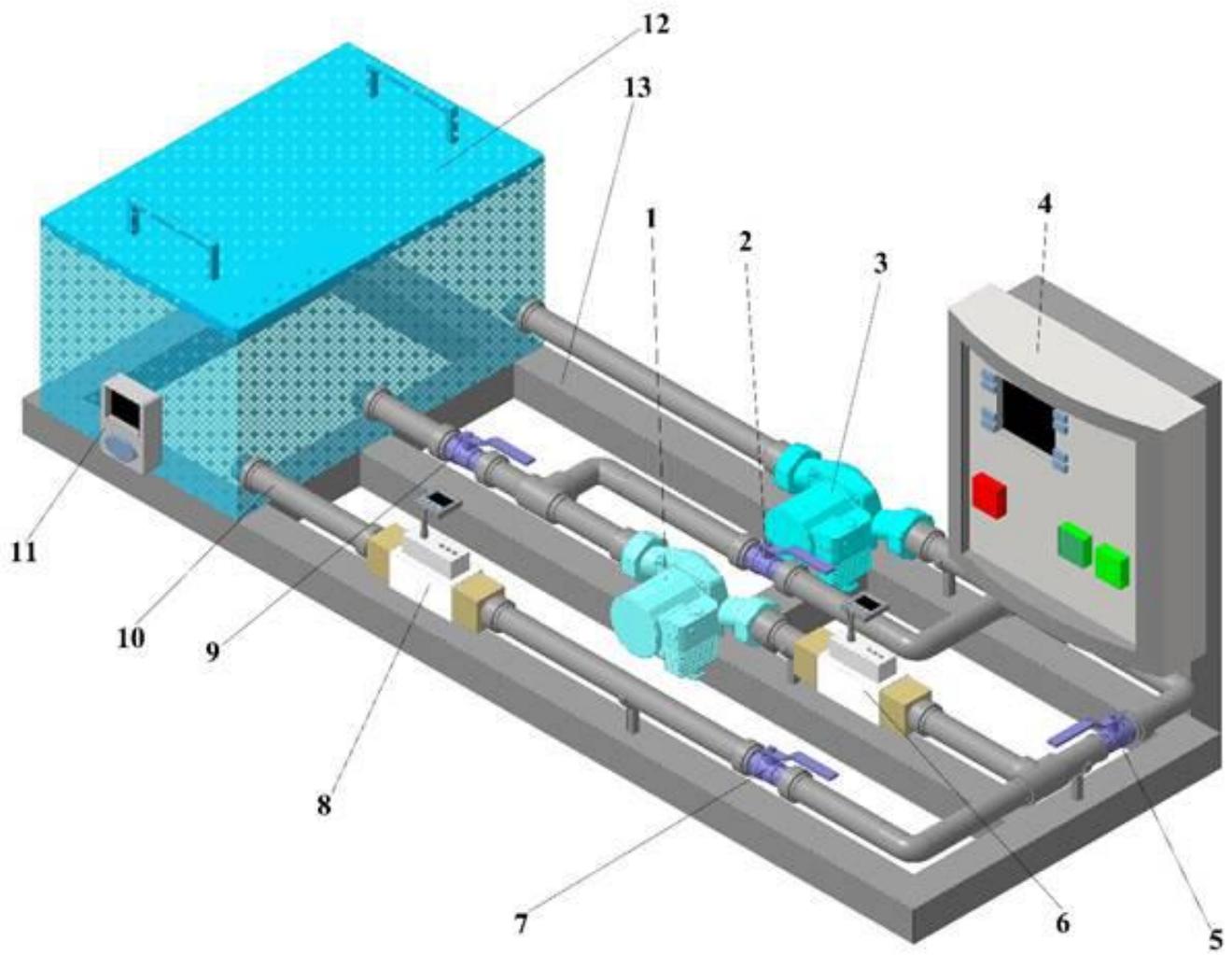


Рисунок 1. Стенд по исследованию рабочих параметров лопастных гидравлических машин: а) 3D модель стенда; б) гидравлическая схема стенда

1,3 - насосы; 2, 5, 7, 9 - шаровые краны; 4 - пульт управления; 6 - манометр; 8 - мановакуумметр; 10 - трубопровод; 11 - термометр; 12 - бак; 13 - рама

Основными элементами стенда являются два центробежных насоса (ЦН), параметры которых и требуется исследовать. Для подбора насосов можно использовать методику предварительного расчёта, которая представлено в работе А.А. Ломакина [5]. Это издание является одним из лучших источников информации о ЦН в отечественной литературе. Но для большего удобства и быстроты расчётов можно использовать программы компьютерного моделирования.

В настоящее время ещё на стадии проектирования насосов применение программ компьютерного моделирования просто необходимо. Во многих научно-исследовательских и проектных организациях широко используют программное обеспечение ANSYS [4].

Проектирование центробежного насоса с помощью программы ANSYS существенно облегчает расчёт его параметров. Уменьшает до минимума шанс допустить ошибку, связанную с человеческим фактором.

Программа ANSYS обладает рядом преимуществ, к которым можно отнести: автоматическое построение элементов конструкции насосов (меридианное сечение, профиль лопаток, конструкцию улитки), построение графиков распределения давления и скорости, визуализация движения потоков жидкости, вывод полученных данных.

Для примера приведён расчёт одного из центробежных насосов (ЦН) в среде интегрирования ANSYS Workbench. В модуле Vista Centrifugal Pump Design (CPD) было спроектировано рабочее колесо (РК) насоса в меридианном сечении, улитка и построен график расчётов при одномерном проектировании.

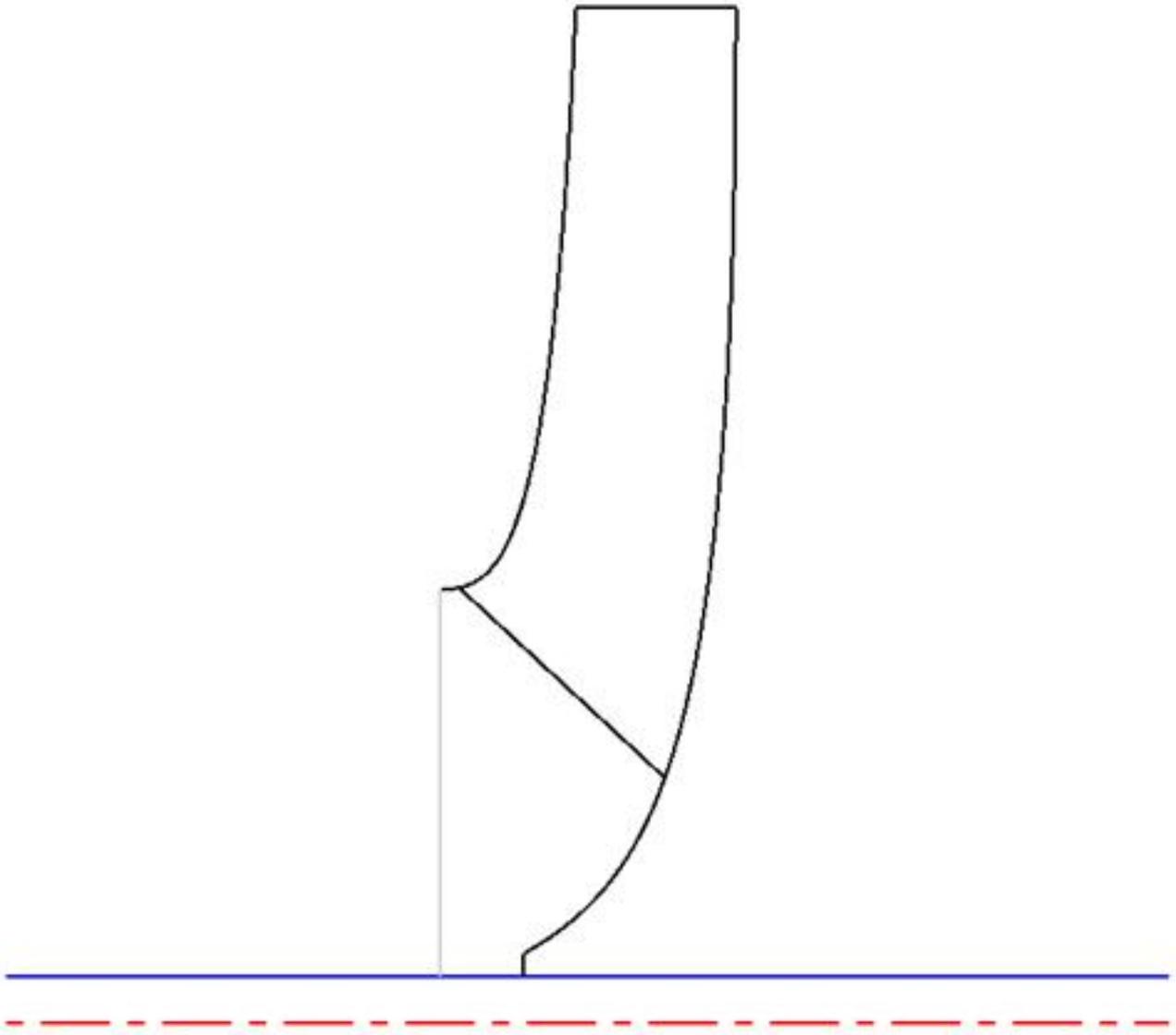


Рисунок 2. Меридианное сечение канала колеса

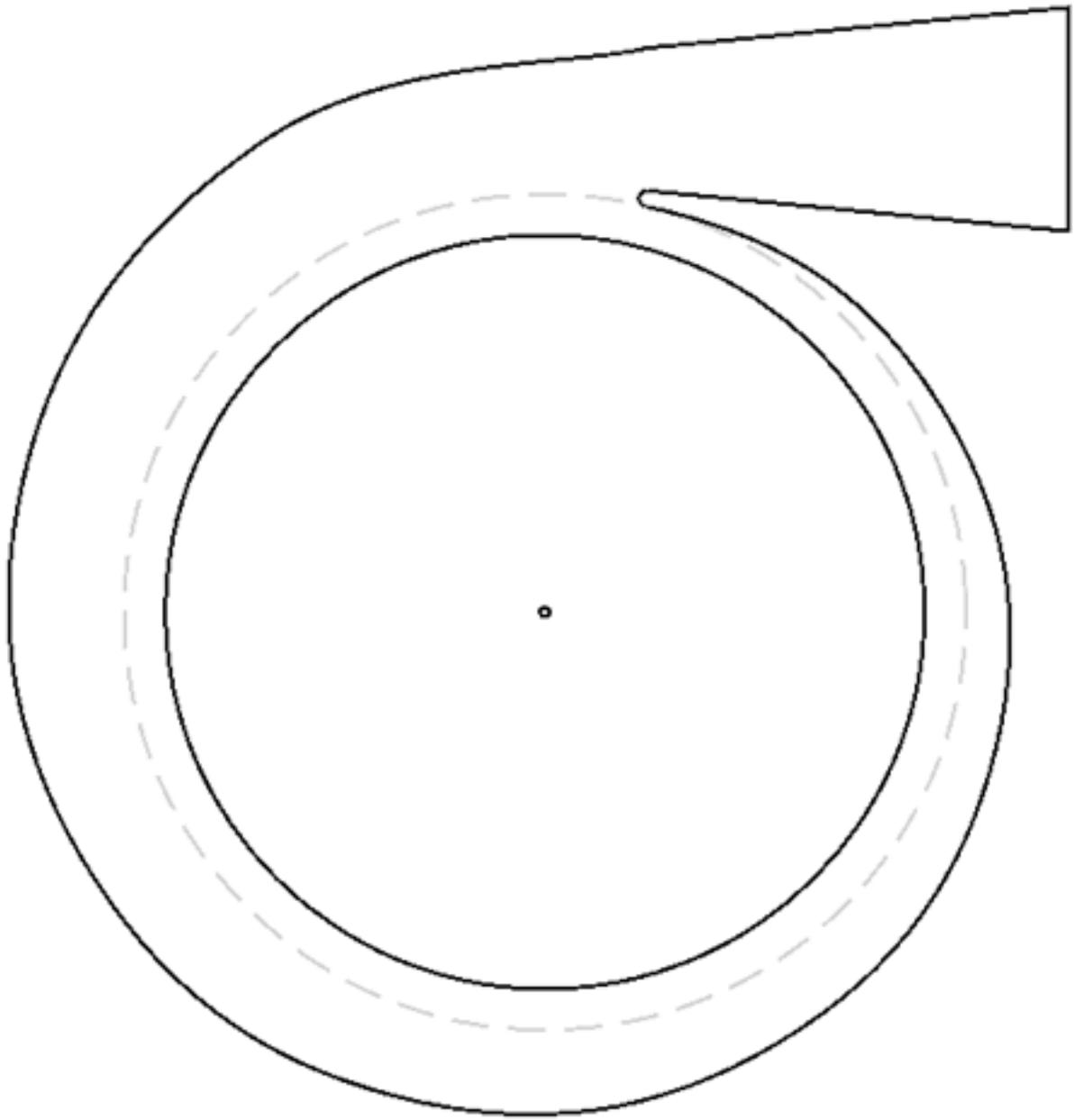


Рисунок 3. Улитка

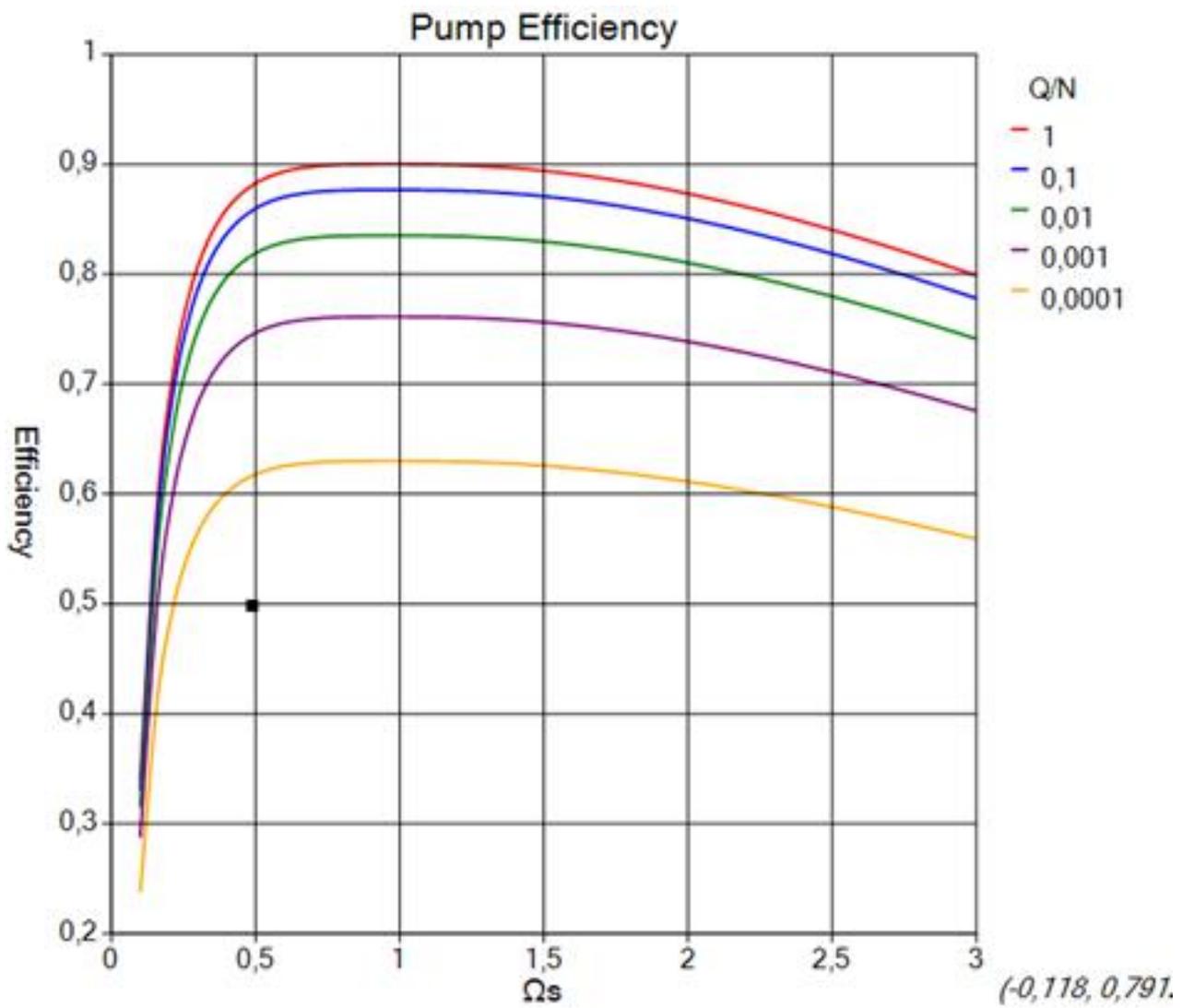


Рисунок 4. График расчётов при одномерном проектировании

В модуле DesignModeler и Meshing была создана геометрия проточной части и лопаток рабочего колеса (ПК).

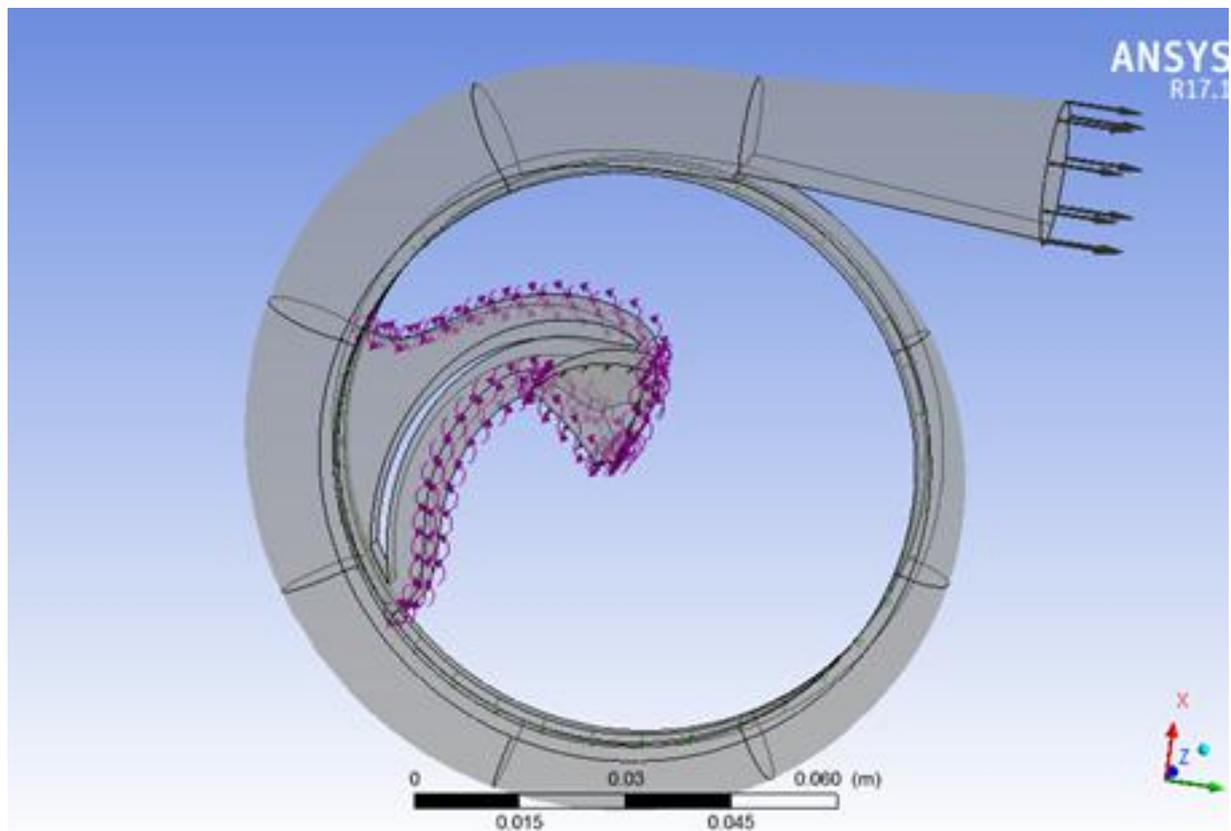


Рисунок 5. Насос

Упрощённый анализ центробежного насоса и моделирование течения жидкости в рабочем колесе и связанных с этим процессов производилось в модуле Vista Through Flow и CFX соответственно.

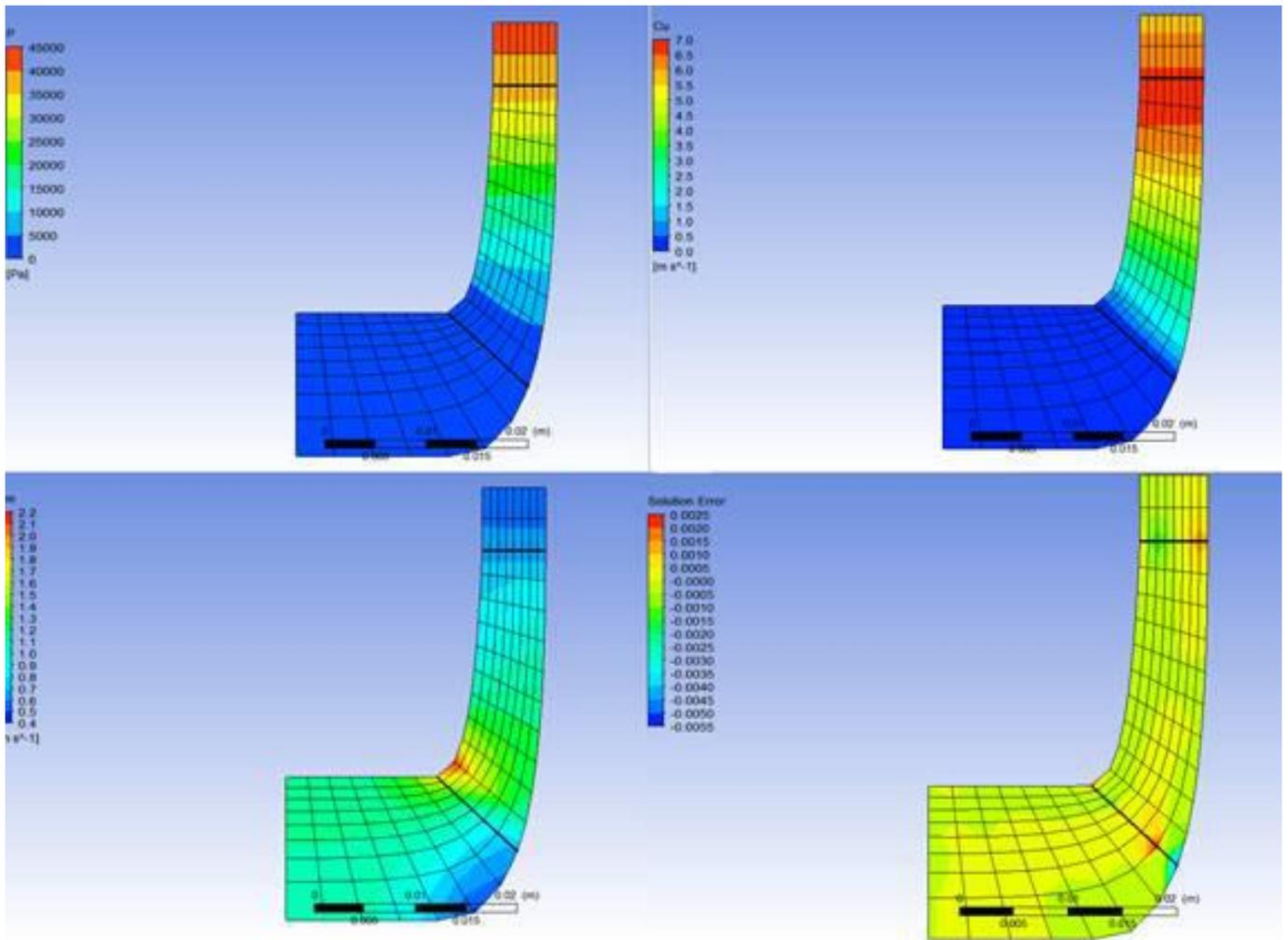


Рисунок 6. Диаграмма давления, окружной скорости, меридианной скорости и ошибок расчёта

Анализ полученных результатов и сравнение двух методов производилось в модуле CFD - Post/Turbo.

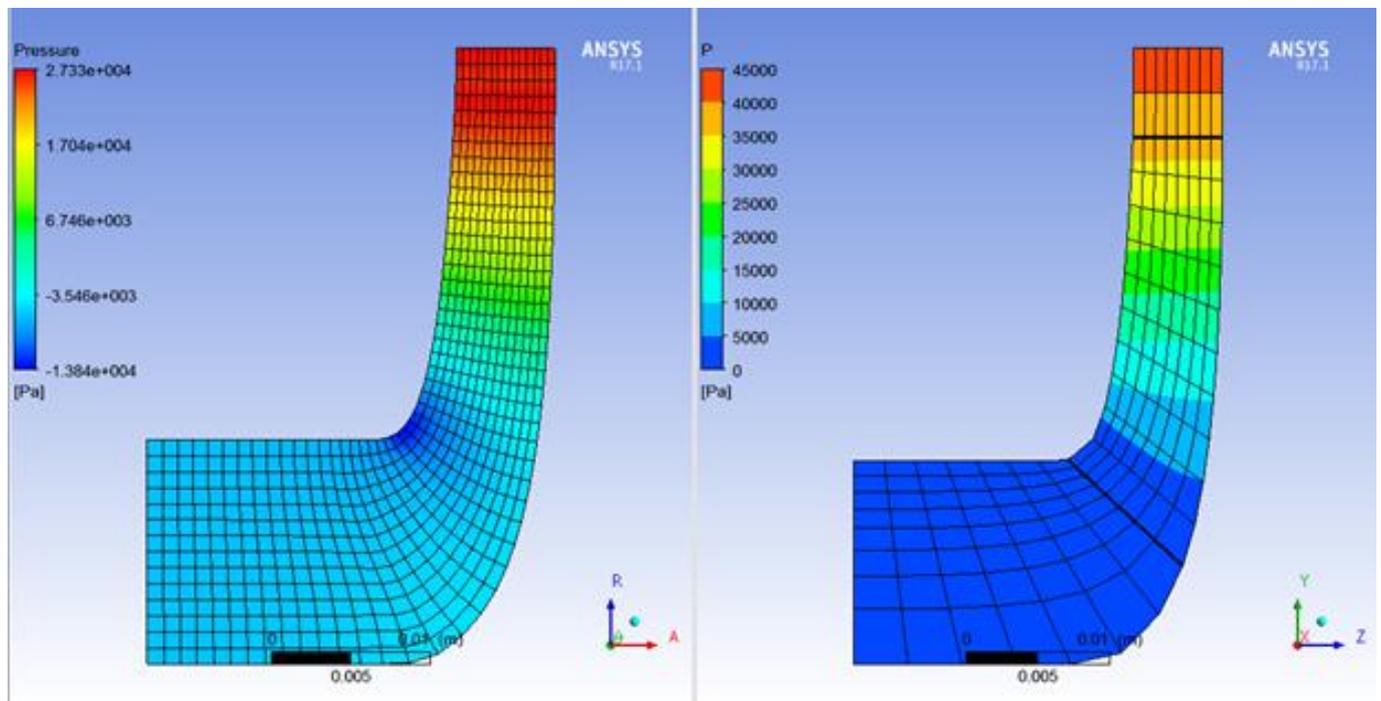


Рисунок 7. Сравнительные диаграммы двух методов расчёта

В результате анализа различных методов проектирования в программе ANSYS можно сделать вывод о том, что с помощью неё можно быстро спроектировать довольно сложный для ручного расчёта насос и узнать подойдут ли его параметры для конкретной установки или как в нашем случае учебного стенда. Что в свою очередь сэкономит время при подборе оборудования.

Список литературы:

1. Лабораторные стенды в учебном процессе. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://mirznanii.com/a/172882/laboratornye-stendy-v-uchebnom-protssesse> (дата обращения 16.05.2018)
2. Учебный лабораторный комплекс «Исследование параметров работы насосов». – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.vrnlab.ru/catalog_item/laboratornyy-kompleks-issledovanie-parametrov-raboty-nasosov-1/ (дата обращения 16.05.2018)
3. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Механика жидкости». – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://zarnitza.ru/katalog-tovarov/uchebnoe-laboratornoe-oborudovanie/gidravlika-gidroprivod-i-avtomatika/komplekt-uchebno-laboratornogo-oborudovaniya-mexanika-zhidkosti/> (дата обращения 16.05.2018)
4. Шарапова О.Ю. Сравнение программных продуктов ANSYS и SEDRAT FLUX на примере моделирования индукционной нагревательной установки непрерывного действия // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17843157> (дата обращения 16.05.2018)
5. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. Ленинград: Машиностроение, 1965. 358с.: ил.