

Список использованных источников

1. Кинематический расчет рычажных механизмов методом замкнутых векторных контуров. Котович А. В., студ., Буткевич В. Г., доц., Ильющенко А. В., доц., Мачихо Т. А., доц., Краснер С.Ю., доц. Витебский государственный технологический университет, Витебск, Материалы докладов конференции 2017.
2. Фролов, К. В., Попов, С. А., Мусатов, А. К. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – 4-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004. – 664 с.
3. Малахов, А. Н., Балабина, Т. А. Теория механизмов и машин. – М.: Издат. группа «АСТ», 2008. – 254 с.

УДК 004.056.2

ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Логис В. Д., студ., Окунев Р. В., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены этапы обратного проектирования. Обратное проектирование с применением 3D-сканирования и современных программных решений является перспективным и экономически выгодным подходом для восстановления и модернизации сложных узлов и деталей, особенно в условиях ограниченного доступа к оригинальной документации и необходимости импортозамещения. Этот метод способствует повышению технологической независимости, улучшению качества продукции и развитию отечественного производства.

Ключевые слова: реверс-инжиниринг, обратное проектирование, 3D-сканирование, 3D-сканеры, облако точек, CAD-модель, аддитивное производство, импортозамещение, восстановление документации, модернизация оборудования.

Обратное проектирование (реверс-инжиниринг) представляет собой процесс анализа физического или цифрового объекта (например, детали, устройства или программного обеспечения) и его документации с целью выявления принципов функционирования, внесения изменений или воспроизведения объекта с сохранением его функциональных характеристик. Наиболее эффективным методом создания виртуальной модели является использование 3D-сканирования с последующей обработкой данных в специализированных программных средствах.

Данный процесс осуществляется в несколько последовательных этапов.

1. Сканирование объекта с использованием 3D-сканеров для получения точных цифровых репрезентаций.
2. Обработка полученных трехмерных данных с целью устранения шумов и ошибок, а также подготовки к моделированию.
3. Создание трехмерной модели и технической документации на основе обработанных данных.
4. Экспорт полученной модели в системы автоматизированного проектирования (САМ) для дальнейшей подготовки производственного процесса.
5. Реализация производства с использованием аддитивных технологий, станков с числовым программным управлением (ЧПУ) или проектирования пресс-форм.

Основным устройством, используемым в реверс-инжиниринге, являются 3D-сканеры – приборы, осуществляющие исследование объекта посредством излучения, чаще всего ультразвукового, светового или лазерного. Эти излучения направляются на поверхность объекта, отражаются от нее и улавливаются специальными датчиками сканера. В результате множество полученных точек формирует плотное облако данных определенной формы, которое и представляет собой цифровое отображение детали.



Рисунок 1 – Колесо гидротрансформатора являющееся частью КПП Allison

Процесс 3D-сканирования включает систематическое определение координат точек, принадлежащих поверхностям сложных физических объектов, с целью последующего создания их пространственных математических моделей. Эти модели могут быть легко модифицированы и использованы в CAD-системах для дальнейшей обработки и производства.

В рамках прохождения преддипломной практики на ОАО «БЕЛАЗ» выполнялась работа над колесом гидротрансформатора, входящего в состав КПП Allison (рис. 1).

Данный объект был отсканирован с целью обратного проектирования, сравнения исходной и полученной геометрии, расчётов и подготовки комплекта документации для последующего импортозамещения на полностью отечественное производство.

На этапе обработки и подготовки полученных данных к трёхмерному моделированию производилась чистка шумов, поиск общих точек на полученных сканах для рационального сшивания поверхностей. Работа выполнялась в программе Geomagic Design X [1] вручную, так как деталь симметрична и автоматический алгоритм не способен корректно соединить поверхности. После сшивки получена полигональная модель полученной поверхности (рис. 2).

Созданная при помощи алгоритмов полигональная модель не идеальна – при построении сетки возникали дефекты, такие как маленькие кластеры, разорванные полигоны, согнутые полиповерхности, незамкнутые кривые и взаимопересечение полиповерхностей. Всё это нуждалось в исправлении при помощи инструмента «Мастер лечения» (рис. 3).

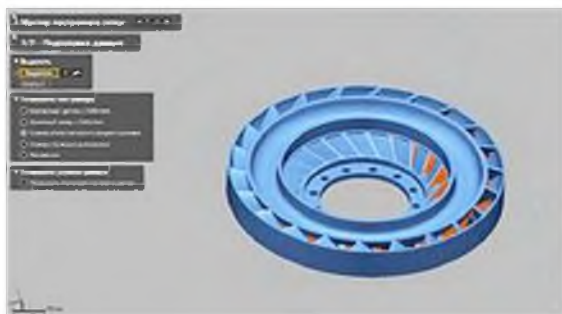


Рисунок 2 – Мастер построения сетки (автоматическое построение)

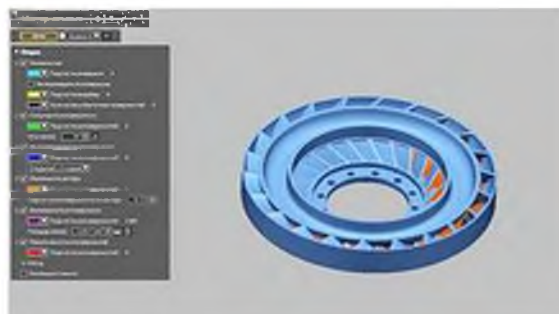


Рисунок 3 – Мастер лечения

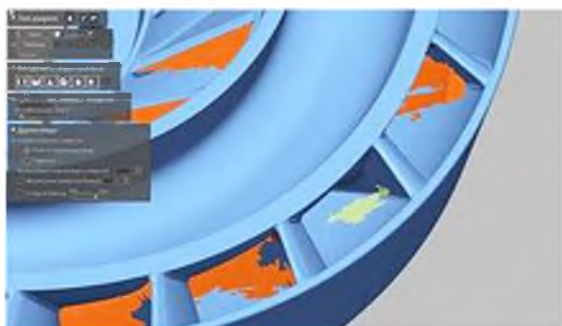


Рисунок 4 – Заполнение отверстий

Далее заполнялись отверстия, которые попали в «теневые зоны» (рис. 4).

В завершение подготовки полигональной модели к трёхмерному моделированию все поверхности были разбиты на множество более простых типичных поверхностей (цилиндр, сфера, тор, плоскость, конус) для удобства работы (рис. 5).

Этап моделирования осуществляется по подготовленной полигональной модели. Итоговая трёхмерная модель в точности повторяет всю геометрию изделия, что позволило выполнить всю необходимую документацию для последующей передачи в САМ-систему, где в последующем

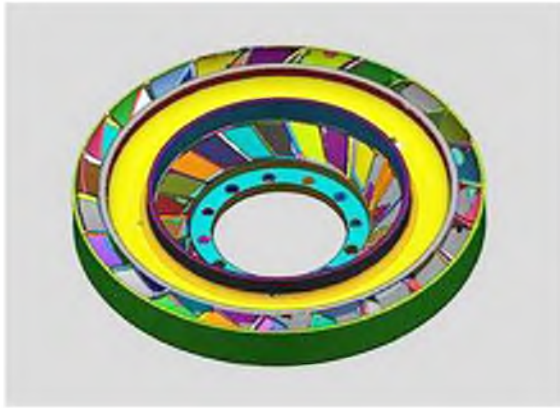


Рисунок 5 – Разбиение на типовые поверхности

реализуют план обработки на ЧПУ или других установках, необходимых для производства.

Таким образом, опыт, полученный в ходе преддипломной практики, показал важность и перспективность реверс-инжиниринга в современной промышленности, особенно в условиях импортозамещения и необходимости восстановления утраченной документации.

Список используемых источников

1. OQTON – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oqton.com/geomagic-designx/>. – Дата доступа: 17.04.2025.

УДК 621.22(075.8)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ОБЪЕМНОЙ ГИДРОМАШИНЕ

Кривенков В. В. , студ. Андреевец Ю. А., ст. преп.

*Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрен энергетический баланс объемной гидромашины, произведен анализ различных видов потерь, причины их возникновения, факторы, влияющие на их величину и способы снижения с целью повышения общего КПД гидромашины, применяемые на этапе проектирования конструкции и в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: объемные гидромашины, энергетический баланс, объемные потери, гидравлические потери, механические потери.

Объемные гидромашины (насосы и гидромоторы) широко используются в гидравлических системах для преобразования механической энергии в энергию потока жидкости и наоборот. Однако в процессе работы возникают энергетические потери, которые снижают КПД устройства. Эти потери связаны с различными физическими процессами и конструктивными особенностями гидромашин и их можно разделить на несколько основных видов: механические, гидравлические и объёмные [1], [2], [3].

К гидравлической машине подводится определенная мощность P_{BX} , которая при выполнении баланса энергии определяется как сумма выходной мощности $P_{ВЫХ}$, мощности объемных потерь P_{VP} , мощности гидравлических потерь P_H и мощности механических потерь $P_{МEX}$.

Объемную гидромашину можно схематически представить в виде комбинации элементарных органов: активного органа – идеальной гидромашины, работающей без потерь, и пассивных органов (тормоза Т, дросселей Д и Д1), которые символизируют потери в гидромашине (рис. 1).

Механические потери в объемной гидромашине связаны с трением и сопротивлением, возникающими при работе механических элементов устройства. Основными источниками механических потерь являются трение в подшипниках, уплотнениях, зазорах между подвижными и неподвижными деталями. В поршневых насосах механические потери возникают из-за трения поршней о стенки цилиндров, в шестерённых насосах – из-за трения между зубьями шестерней и корпусом, а в пластинчатых насосах – из-за трения пластин о ротор и статор.

Механические потери зависят от нескольких факторов, включая качество изготовления деталей, точность их подгонки, материал уплотнений и смазки, а также режим работы гидромашины. Например, при увеличении частоты вращения вала или давления в системе