

Редактирование данных оцифрованных чертежей представляется достаточно трудоемким относительно использования тех же растровых чертежей как подложки с дальнейшим наложением векторов на растр.

При оценке результатом и трудоемкости оцифровки можно сделать вывод:

Автоматическая векторизация востребована в тех случаях, когда исходный документ (бумажный носитель) имеет очень хорошее качество при идеальном переводе в растр, при этом содержимое файла не требует внесения изменений, а сам файл, уже в векторном формате, предназначен только для хранения (так как занимает значительно меньше места на дисковом пространстве носителя) и вывода на печать. Ручная же, или полуавтоматическая, векторизация позволяет оцифровать исходный материал с минимумом погрешностей и неточностей. При этом появляются возможности внесения в оригинал изменений в соответствии к стандартам отрасли и, что особенно важно, точное воссоздание текстовой части документа (шрифт; размеры; техническая характеристика, технические условия, буквенные и цифровые обозначения и т.п.). В полуавтоматическом же режиме можно выполнить очистку изображения от "мусора" – пятен, следов сгибов, потертостей и т.п.

Существующий софт для так называемой автоматической векторизации чертежей потенциально не справляется с задачей однозначной векторизации. После оцифровки чертежей таким способом потребуется ещё больше времени на исправление ошибок, чем на изготовление чертежа заново.

Таким образом, подводим итоги: автоматическая векторизация однозначно полностью не заменит ручную коррекцию сканов, сделанных на основе бумажных носителей, однако значительное повышение производительности труда в некоторых отраслях и сферах народного хозяйства – неоспоримо.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГИДРОРАСПРЕССОВКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ С ШЕЙКОЙ ОСИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Лодня В.А., Чернин Р.И.*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В цепи «конструкторская разработка – поставка продукции на рынок» наиболее определяющим в настоящее время выступает фактор времени на разработку и себестоимость опытно-конструкторских работ. В практике конструирования часто возникают задачи оценки анализа и оптимизации конструкции в статике, анализ усталостных напряжений и определение ресурса конструкции, нелинейный динамический анализ, позволяющий проверить конструкцию при выходе за допустимые пределы прочности материала. Эксперименты с прототипами – длительный во времени и весьма дорогостоящий процесс. Органически возникшим решением перечисленных проблем является внедрение и эффективное применение в конструировании средств компьютерного твердотельного моделирования. Наиболее целесообразно применение интегрированных программных средств, позволяющее производить инженерные расчеты в полностью автоматизированном режиме. К таким комплексам относятся: *Creo* с *ANSYS*,

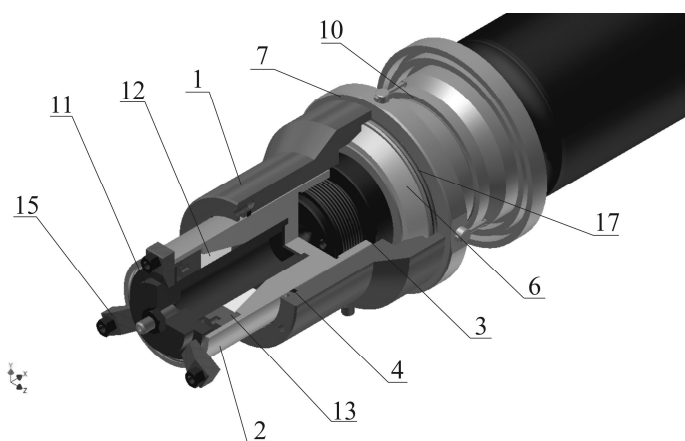
*SolidWorks* с *COSMOS WORKS*, *Autodesk Inventor* с *ALGOR* и ряд других. В этих программных продуктах графическое моделирование производится на основе построения ключевых геометрических объектов (линий, поверхностей, объемов) и используются в качестве основных процедур часто встречающиеся технологические операции – сгибание поверхностей, экструзия, создание отверстий, разделка кромок и т.д. Затем геометрические объекты "оснащаются физическим смыслом", определяются материал, нагрузки, закрепления и производится вычисление напряжений (деформаций) в рамках теории вязкоупругих систем.

Переход на проектирование с использованием цифровых макетов реальных конструкций позволяет качественно улучшить уровень подготовки специалиста. Компьютерное моделирование направлено на освобождение инженеров от выполнения рутинных и детерминированных действий, на предоставление разработчику новых творческих возможностей по трехмерному реалистичному моделированию, последующему автоматизированному построению чертежей (проекций, сечений и т.п.), поиску и разрешению конфликтов при формировании сборочных узлов, анализа конструкций и многих других действий. В настоящей работе ставилась задача проектирования, прогнозирования поведения и оптимизация реальной конструкции устройства для гидрораспрессовки соединений с натягом колец подшипников с шейкой оси колесной пары с использованием технологии 3D-моделирования. Особое внимание уделялось получению максимальной точности 3D-моделей. Поставленная задача решалась в системе трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования *Autodesk Inventor 2011*, предназначенной для создания цифровых прототипов промышленных изделий и обеспечивающей полный цикл проектирования, анализа конструкций и создания конструкторской документации.

Устройство (ВУ 8350 У «Устройство для гидрораспрессовки соединений с натягом колец подшипников с шейками осей колесных пар») относится к вагоноремонтному производству и предназначено для демонтажа соединений с гарантированным натягом колесных пар вагонов гидропрессовым способом с торцовым нагнетанием жидкой смазки в зону сопряжения. Гидропрессовое формирование посадок и маслосъём деталей с осей (валов) в условиях гидрораспора от высокого давления масла в зоне сопряжения являются более предпочтительными по технико-экономической эффективности. При высоком давлении масла происходит упругое расширение втулки и сжатие вала, масло проникает по длине соприкосновения последних и непосредственный металлический контакт поверхностей сопряжения устраняется. Соединения с натягом превращается как бы в соединение с зазором (заполненным маслом). Давление масла поддерживает искусственный зазор, при этом масляная плёнка уменьшает силу трения. Вместе с тем при использовании гидропрессовой технологии исключается отрицательное влияние остаточных температурных напряжений и обеспечивается возможность многократного монтажа и демонтажа соединений без повреждений поверхностей деталей в виде задиров и пр. Уменьшение потребного запрессовочного (распрессовочного) усилия позволяет исключить необходимость применения крупногабаритной технологической оснастки большой мощности. Возможность производства многократного формирования и разборки сопряжений позволяет относить гидропрессовые соединения к кате-

гории легкоразъемных. Исследованиями ВНИТИ и экспериментальными за-прессовками конических соединений установлено, что для гидропрессовых сопряжений, где имел место жидкостной контакт, смятие микронеровностей практически такое же, как и при тепловом формировании соединений. При этом отмечается удовлетворительное удаление рабочей жидкости из зоны контакта без применения специальных маслоотводящих каналов.

Моделирование устройства осуществлялось средствами *Autodesk Inventor* в среде сборки (рисунок 1). На начальном этапе создавалась модель оси колесной пары, которая стала основой для последующей работы над всей конструкцией.



**Рисунок 1 – 3D-модель конструкции устройства для гидрораспрессовки соединений с натягом колец подшипников с шейкой оси колесной пары**

Последовательно, используя базовую геометрию оси колёсной пары вагона, моделировались внутренние кольца буксовых подшипников 9 и 10, а также ступенчатая резьбовая втулка 7 с элементами скрепления 8. По имеющейся начальной конструкции моделировался основной корпус гидроцилиндра 1 с полым поршнем – штоком 2, который закреплен соосно на торце шейки оси колесной пары 3, кольцевое уплотнение 4 и штуцер 5 для подвода рабочей жидкости в зону сопряжения деталей, конусной втулкой кольцевого уплотнения 6. Дальнейшее моделирование происходило с использованием справочной геометрии созданной ранее конструкции, что в свою очередь исключало вероятность ошибок в процессе моделирования. Моделировались последовательно силовой стаканообразный поршень 11 с конусной втулкой 12 кольцевого уплотнения и нажимным резьбовым кольцом 13, продольные тяги 14, захваты 15 и штуцер 16 подачи масла под силовой поршень 11, уплотнительную прокладку 17 на торце поршня штока. Таким образом, определилась 3D-модель устройства для гидрораспрессовки с первичными кинематическими связями.

На втором этапе придавались моделям конструкции свойства материалов, условия перемещения и ограничения степеней свободы. Т.е. модель конструкции максимально приближалась к физическому объекту. В окончании моделирования симулировалась работа конструкции с целью выявления возможных конфликтов элементов.

Таким образом, в результате работы определена работоспособная конструкция устройства, смоделированная и протестированная средствами *Autodesk Inventor* до появления натурального образца, что экономит материальные затраты на отработку конструкции. При использовании 3D-модели элементов конструкции автоматически генерируются «плоские» чертежи для изготовления.