

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ГИДРОФИЦИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДЕМОНТАЖА КОЛЕЦ БУКСОВЫХ ПОДШИПНИКОВ**

**Р.И. Чернин**, к.т.н., доцент, **В.А. Лодня**, к.т.н., доцент

*Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Ключевые слова: вагоноремонтное производство, технологии 3D-моделирования, Autodesk Inventor, оптимизация конструкции, применение методики в учебном процессе.

Аннотация: представлен подход к процессу конструирования и оптимизации устройства для распрессовки колец буксовых подшипников колёсных пар с использованием технологии 3D-моделирования в системе Autodesk Inventor. Данная методика внедрена в учебный процесс по курсу «Технология вагоностроения и ремонта вагонов».

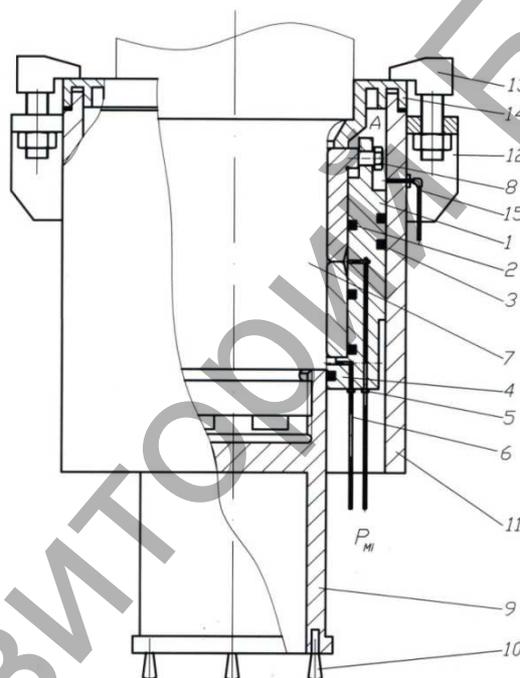
Развитие экономики невозможно без повышения эффективности производства, одним из путей этого является совершенствование существующих технологических процессов внедрением более совершенного оборудования, которое обеспечивает снижение затрат материальных ресурсов на выполнение требуемых операций.

В сложившихся экономических условиях для железнодорожного транспорта первостепенными вопросами наряду с повышением безопасности движения поездов, становятся и вопросы снижения затрат на ремонт подвижного состава.

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 3D твердотельного моделирования. Наиболее целесообразно применение интегрированных программных средств, позволяющие производить инженерные расчеты в полностью автоматизированном режиме.

Получено положительное решение на выдачу патента Республики Беларусь на полезную модель «Устройство для распрессовки внутренних колец буксовых подшипников колёсных пар» (заявка на патент № u 20150102, решение о выдаче патента от 05.08.2015 г.). Устройство относится к железнодорожному транспорту, а именно к вагоноремонтному производству, предназначено для демонтажа (гидрораспрессовки) соединений с гарантированным натягом внутренних колец буксовых подшипников колёсных пар вагонов с использованием торцовой подачи рабочей жидкости (РЖ) высокого давления в зону сопряжения деталей неподвижного соединения.

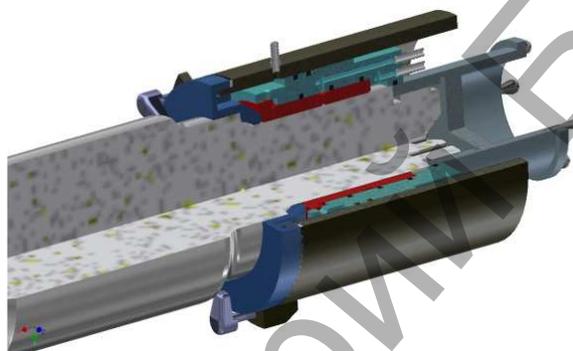
На рисунке 1 представлена принципиальная схема устройства для распрессовки колец буксовых подшипников колёсных пар. Устройство работает следующим образом. Перед разборкой соединения устанавливают концентрично на напрессованные на шейку оси внутренние кольца переднего и заднего подшипников корпус 1 рабочего гидроцилиндра вместе с охватывающим его гидроцилиндром 11 аксиального перемещения этого корпуса. Наворачивают на шейку оси 7 поршень-шток 9. Сдвигают гидроцилиндр 11 аксиального перемещения (открывая элементы закрепления 8) и при помощи последних закрепляют на буртике кольца заднего подшипника (концентрично ему) корпус 1. Надвигают на корпус 1 гидроцилиндр 11 аксиального перемещения до упора последнего в кольцо 14 лабиринтного уплотнения буксы и закрепляют к этому кольцу гидроцилиндр 11 на уплотнительной торцевой прокладке (на чертеже условно не обозначена) при помощи элементов крепления 12, 13 (кронштейн, захват), изолируя внутреннюю сдвигающую полость «А» от внешней среды.



**Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства для распрессовки колец буксовых подшипников колёсных пар**

Нагнетают минеральное масло (РЖ) под высоким давлением  $P_M$  с торцов напрессованных колец подшипников в зону их сопряжения с шейкой оси 7 колёсной пары через маслопроводы 5, 6. Подают масло в изолированную полость «А» гидроцилиндра 11 через маслопровод 15 и сдвигают кольца заднего и переднего подшипников по образовавшейся масляной прослойке между поверхностями их контакта с шейкой оси на цилиндрическую поверхность поршень-штока 9 (меньшего диаметра по сравнению с шейкой оси). Удаляют масло из устройства через сливной клапан (на чертеже условно не показан), освобождают элементы крепления 12, 13, отворачивают поршень-шток 9 и снимают устройство вместе со снятыми с шейки оси кольцами подшипников с колесной пары и удаляют из устройства снятые кольца, освобождая элементы крепления 8.

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 последующим применением методики в учебном процессе. Особое внимание уделялось получению максимальной точности 3D-моделей. Поставленная задача решалась в системе трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования Autodesk Inventor 2014, предназначенной для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации [1]. Моделирование осуществлялось в среде сборки. На начальном этапе создавалась модель оси колесной пары, которая стала основой для последующей работы над всей конструкцией. Последовательно, используя базовую геометрию оси, моделировались кольца подшипников и лабиринтное кольцо (начальный результат моделирования представлен на рисунке 2).



*Рисунок 2 – 3D-модель устройства для распрессовки колец буксовых подшипников колёсных пар*

Таким образом, определилась 3D-модель устройства для гидрораспрессовки с первичными кинематическими связями. Вторым этапом 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 Inventor до появления натурного образца, что экономит материальные затраты на отработку конструкции. С использованием 3D-элементов конструкции автоматически генерируются «плоские» чертежи для изготовления. Также данный подход обеспечивает интеграцию обучающихся по курсу «Технология вагоностроения и ремонта вагонов» специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта (Вагоны)» в современные технологии цифрового моделирования и прототипирования и, как следствие, повышает эффективность освоения графических дисциплин и дисциплин специальности.

#### **Литература**

1. Тремблей, Т. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT. Основы. Официальный учебный курс / Т. Тремблей ; пер. с англ. Л. Талхина. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 344 с.: ил.