

## ГИДРОПРЕССОВАЯ СБОРКА СОЕДИНЕНИЙ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ

Чернин И. Л., Сенько Н. Г., Чернин Р. И.

*The main limitation of assembly of the connections formed by mechanic pressing-in are noted, the new engineering solution on hydropress disassembly connections is described, the basic theoretical relations of process of a hydrothrust in a part jointing with guaranteed interference are adducedom*

Цилиндрические соединения с гарантированным натягом нашли широкое применение в машиностроении. Качественно выполненные сборочные единицы машин с использованием продольно- и поперечно-прессовых соединений с гарантированным натягом позволяют повысить надежность и снизить трудоемкость изготовления конструкций. Вместе с тем опыт эксплуатации и многочисленные исследования свидетельствуют, что применяемый в вагоностроении и вагоноремонтном производстве способ сборки (демонтажа) соединений с натягом колесных пар механического формирования требует всемерного совершенствования. Наличие многочисленных и трудно учитываемых факторов, влияющих на исходную прочность сопряжения цельнокатаных колес и осей вагонов при механической запрессовке, снижает надежность и долговечность колесных пар, а недостатки механической распрессовки соединений с натягом последних значительно сокращают технический ресурс осей.

Известно, что на прочность получаемых механических напрессовок колесных пар оказывают влияние основные факторы: контактное давление под посадкой; состояние поверхностей сопряжения, которое они приобретают после запрессовки; степень пластических деформаций деталей в зоне контакта; уменьшение натяга в сопряжении в результате сглаживания микронеровностей контактирующих поверхностей деталей; количество и качество смазки; скорость перемещения плунжера гидроцилиндра используемого пресса (скорость запрессовки); несовпадение продольных геометрических осей элементов формируемых соединений и пр.

Процессы взаимодействия сопряженных деталей определяют их напряженно-деформированное состояние (НДС), обуславливающие возникновение дефектов соединения. Продольно-прессовые соединения механического формирования имеют существенно низкую нагрузочную способность при значительных энергетических затратах. Анализ состояния поверхностей контакта после распрессовки соединений с большими натягами в условиях полного разделения сопряженных поверхностей осей и цельнометаллических колес с прослойкой масла [1,2] показал, что имеющиеся задиры на поверхностях деталей возникают во время механической запрессовки. В самом процессе механической сборки кроются причины снижения прочности напрессовок и технического ресурса колесных пар подвижного состава рельсового транспорта. Измерения диаметров посадочных поверхностей деталей, проведенные после четырехкратных сборок-разборок соединений, показали, что величина натяга в сопряжении за одну запрессовку снижается на 16...21% в зависимости от материалов деталей соединений, т. е. наблюдается значительный износ поверхностей контакта [2]. Устранение задиров на посадочных поверхностях подступичных частей осей после распрессовки соединений с гарантированным натягом цельнокатаных колес на много снижает долговечность колесных пар грузовых и пассажирских железнодорожных вагонов.

Альтернативой механической запрессовке является гидропрессовая сборка соединений, допускающая выполнение многократного монтажа-демонтажа посадок при незначительном снижении величины натяга. Прочность соединений, собранных гидропрессовым методом, выше в 1.5 раза при испытаниях на проворачивание и в 2 раза при испытаниях на аксиальный сдвиг, чем у соединений, полученных механической запрессовкой. Отношение коэффи-

циентов трения гидропрессовых и прессовых (механической запрессовки) соединений изменяется в зависимости от величины натяга. Из-за пластических деформаций, вызываемых большим натягом, прочность гидропрессовых соединений будет несколько ниже, чем у соединений, сформированных тепловым методом. При использовании гидропрессовой сборки (демонтажа) соединений большое значение имеют:

- выбор рациональной схемы подвода жидкостной смазки в зону сопряжения;
- конструкция уплотнений, гарантирующая при высоких давлениях от утечек смазки во внешнюю среду;
- определение оптимальных параметров гидропрессования и возникающих усилий распора для обеспечения достаточной жесткости устройств.

Используемый в зарубежной практике гидросъем колес с осей [1] при нагнетании масла высокого давления в зону сопряжения через радиальное сверление в ступице колеса дает ощутимый технико-экономический эффект. При торцовом нагнетании масла в сопряжение [3] повышается эффективность использования технологии гидропрессования (ГПТ) при демонтаже и формировании соединений. При давлении нагнетания, превышающем величину контактного сжатия в зоне сопряжения деталей, со стороны подвода рабочей жидкости (РЖ) между контактирующими поверхностями образуется заполненный РЖ кольцевой сужающийся зазор. Теоретические положения по гидропрессовому распору в сопряжении [4] позволяют оценить проницаемость соединения при осуществлении ГПТ и определить величину потребного давления нагнетания РЖ при относительном сдвиге деталей без повреждения их посадочных поверхностей. Зная закономерность падения давления применяемой при ГПТ рабочей жидкости, можно установить оптимальный режим процесса сборки (разборки) гидропрессового соединения с торцовым нагнетанием РЖ в зону сопряжения для осуществления гидрораспора между контактирующими поверхностями деталей. Гидропрессовое формирование соединений с торцовым нагнетанием масла позволяет реализовать безрамную технологию сборки – разборки крупногабаритных соединений с гарантированным натягом по принципу «станок-на-деталь», выполнять напрессовку (демонтаж) колец буксовых подшипников колесных пар, осуществлять гидрозапрессовку тонкостенных втулок в корпусные детали машин в глухих и сквозных отверстиях картеров, блоков и пр. [4]. Базирование на объекте сборки-разборки технологической оснастки и управление ее пространственным положением позволяет, в большинстве случаев, обеспечить более высокую функциональную точность, качество запрессовки и распрессовки соединений. Безрамная технология сборки-демонтажа соединений является перспективным конструктивно-технологическим мероприятием по совершенствованию производства во многих областях промышленности, в том числе и в вагоностроении и при ремонте вагонов. Навесные гидрофицированные устройства к применяемому оборудованию для формирования и демонтажа колесных пар железнодорожных вагонов [5] позволяют в несколько раз снизить потребное усилие сдвига при выпрессовке осей, обеспечив сохранность поверхностей их подступичных частей от механических повреждений и разгрузить несущие элементы прессового оборудования, применяемого в вагоноремонтном производстве.

Предложено решение задачи по созданию принципиально новой схемы сборки-разборки соединений с гарантированным натягом с применением навесной гидрофицированной технологической оснастки [5]. Принят вариант нагружения соединения давлением масла, обуславливающий возникновение только радиальных упругих деформаций деталей от расклинивающей масляной прослойки между поверхностями их контакта. Удельное давление РЖ в зоне контакта, обеспечивающее жидкостное терние, предопределяется величиной давления нагнетания и характером распределения давления гидросреды по длине посадки. С достаточным для практических целей приближением, считая удельное давление равномерно распределенным по длине  $l_0$  создаваемого сборочного зазора и принимая давление РЖ на входе в сопряжение  $p=1$  на основании установленной закономерности распределения давле-

ния гидросреды[5], получаем выражение для определения давления в зоне контакта на расстоянии  $l$  от входного торца посадки в виде  $y = (1 - x)^{0.25}$ , где  $x = l/l_0$ . Интегрированием находится площадь, эквивалентная площади эпюры распределения единичного давления в пределах от  $x=0$  до  $x=1$ . Среднее удельное давление в зоне сопряжения под посадкой составит  $p_{cp} = 0,8p$  и величина давления нагнетания определяется  $p_{нагн} = 1.78p_k$ , где  $p_k$  – величина контактного давления, обуславливаемая величиной натяга в соединении. При условии образования масляного клина потребной толщины на длине не менее 0,9 длины охватывающей детали соединения величина среднего удельного давления должна составлять  $p_{cp} = 1.42p_k$ . Если принять коэффициент относительного повышения давления  $k_{п} = p_{нагн} / p_k$ , то при диаметре сопряжения 130 мм (шейка оси колесной пары) и наружном диаметре охватывающей детали 158 мм (кольцо подшипника) в диапазоне величин рекомендуемых натягов величина  $k_{п}$  составляет  $k_{п} = 1,27...1,37$  при суммарной высоте микронеровностей 16 мкм и  $k_{п} = 1,43...1,6$  при указанной высоте 26 мкм. В диапазоне рекомендуемых величин натягов для посадки буксовых подшипников на шейки осей колесных пар расчетные значения величин давления нагнетания  $p_{нагн}$  гидросреды с торца сопряжения должна составлять от 28,1 до 40,8 МПа. Практически для осуществления ГПТ возможно воспользоваться отбором масла под давлением от гидросистем прессового оборудования, применяемого для формирования и распрессовки колесных пар вагонов на вагоноремонтных предприятиях. Реализация предложенных технических решений позволяет повысить надежность и технический ресурс буксовых узлов и колесных пар рельсового транспорта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ямаока, М. Содержание колесных пар вагонов. Синкасен//Железные дороги мира, 1983. – №7. – с. 58-61.
2. Щенятский, А. В., Турыгин, Ю. В., Лузгик, А. Л., Курлиш, В. В. Сборка колесных пар гидропрессовым методом // Труды V научн. практ. конф. «Безопасность движения поездов» – М.: МИИТ, 2004.– с41-42.
3. Авт. св. №258835 СССР МПК В 23 Р. Способ напрессовки цилиндрических втулок на оси / Чернин И. Л., Криворучко Н. З. – 1970. –Бюл №1.
4. Сенько В.И., Чернин И. Л., Бычек И. С. Техническое обслуживание вагонов. Организация ремонта грузовых вагонов в депо: Учебное пособие. – Гомель: БелГУТ, 2002 – с371.
5. Чернин И. Л., Сенько Н. Г Чернин Р. И. Устройство для разборки соединений колец буксовых подшипников с шейками осей колесных пар вагонов / Патент ВУ 7609 С1, 2005.12.30