

УДК 621.81:519.8  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЯМОБОЧНЫХ ШЛИЦЕВЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ

А.А.ЖОЛОБОВ, К.А.ШАЛЫЖИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Прямобочное шлицевое соединение является весьма привлекательным с конструкторской точки зрения соединением. Оно обладает относительно простой геометрией, приспособлено к передаче крутящего момента и центрированию втулки по своим поверхностям, имеет возможность осевого смещения втулки. Однако эти характеристики могут быть утрачены при изготовлении соединения. Возникают проблемы с собираемостью, образуются погрешности центрирования, отсутствует равномерность передачи нагрузки шлицами соединения. Эти недостатки особенно наглядно проявляются при изготовлении ответственных по требованиям точности соединений. Таким образом, с технологической точки зрения шлицевое соединение теряет указанную привлекательность. Определённые трудности изготовления соединения обусловили расширение ряда технологий обработки и сборки, направленных на их преодоление.

При обработке шлицев червячной фрезой относительная сложность процесса обката и сложность его силовой схемы, наряду с высокими требованиями норм точности на элементы шлицевой поверхности и на поверхность в целом, обуславливают возникновение погрешностей с величинами превышающими допустимые. Наиболее ощутимо возникновение таких погрешностей в технологических системах со сниженной в процессе эксплуатации жёсткостью установочных элементов станка и инструмента. Так же весомое влияние оказывают жёсткостные характеристики заготовки и инструмента. В связи с этим является актуальным управление балансом упругих перемещений технологической системы, который позволит ещё на этапе подготовки технологии в каждом конкретном случае прогнозировать качество шлицевой поверхности.

В связи с этим были проведены исследования шлицефрезерования червячной фрезой, на основании которых разработана математическая методика определения баланса упругих перемещений технологической системы. Основное отличие данной методики состоит в комплексном учёте исходных данных о состоянии технологической системы, а также в способах определения воздействия её погрешностей на формообразование шлицевого вала. Кроме того разработана методика компьютерного конечно-элементного моделирования деформаций в технологической системе шли-

цефрезерования червячной фрезой, позволяющая определить прогибы обрабатываемого вала, деформации вызывающие возникновение его погрешностей. На основании реализации математической и компьютерной методики установлены формы зависимостей погрешностей шлицевой поверхности, подтверждённые проведёнными экспериментальными исследованиями.

С точки зрения технологии сборки шлицевое соединение обладает относительно не простой геометрией. В общем, оно представляет собой комбинацию двух соосных цилиндрических и комплекса шпоночных соединений, связанных между собой. В зависимости от вида центрирования данные элементы по-разному взаимодействуют между собой. Наличие погрешностей шлицевых поверхностей может не только в корне изменить характер взаимодействия, но и привести к невозможности выполнения соединения. Основными путями решения указанной проблемы являются: отказ от шлицевого соединения в пользу других соединений, изменение геометрии соединения, усложнение конструкции соединения путём добавления дополнительных элементов, повышение точности шлицевого соединения. Однако указанные решения приводят либо к потере эксплуатационных свойств соединения, либо к удорожанию его изготовления на основе специальной или стандартной технологии. Поэтому является актуальной необходимость выявления наиболее значимых параметров прямого шлицевого соединения нормальной точности, определяющих его собираемость в процессе формирования и дальнейшую качественную эксплуатацию.

С целью решения указанной задачи была разработана методика определения собираемости прямого шлицевого соединения. Данная методика позволяет установить возможность и условия сборки шлицевого соединения и получить конкретные значения зазоров и натягов в его сопряжениях. При дальнейшем расчёте по методике эти величины используются для определения собираемости шлицевого соединения при приложении рабочей нагрузки – крутящего момента. В итоге устанавливаются значения перемещений и углов поворота вала относительно отверстия при замыкании каждого из зазоров в соединении. В рамках этой же методики установлены условия выбора допусков формообразующих поверхностей шлицевого соединения, позволяющие учитывать их погрешности, производить оптимальный выбор полей допусков и обеспечивать оптимальную комплектацию деталей соединения. Получены значения суммарных погрешностей в стандартных соединениях с различными способами центрирования, не ограничивающих собираемость. Применение связанного подхода к учёту погрешностей механической обработки и сборки шлицевых соединений позволяет повысить точность и экономичность их производства.