

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ  
НАУКОЕМКИХ СБОРОЧНЫХ УЗЛОВ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ  
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ**

***Е. А. ПОЛЬСКИЙ, А. З. СИМКИН***

*Брянский государственный технический университет, Россия*

*Целью исследований является обеспечение точности позиционирования исполнительного элемента привода на этапах сборки узла из отдельных покупных элементов и изготавливаемых деталей. В основе методики исследований лежит анализ размерных связей, формируемых как на этапах проектирования узла, так и на этапах механической обработки отдельных сопрягаемых деталей.*

В настоящее время в рамках этапов разработки и постановки продукции на производство требуется параллельная разработка документации при выполнении мероприятий конструкторско-технологической подготовки производства и создания единых конструкторско-технологических отделов. В результате создаются предпосылки реализации нового принципа проектирования – технологического обеспечения требуемых эксплуатационных показателей высокотехнологичных сборочных узлов и их надежности при одновременном проектировании технологии механической обработки с уточнением параметров сборки. Такой подход к этапам проектирования для обеспечения точности конструкций предполагает управление точностью непосредственно элементами разрабатываемых технологических процессов изготовления и сборки. Такое проектирование актуально при любом типе производства и любой сложности технического проекта. Наибольший эффект, как показывает опыт внедрения автоматизированных подсистем, обеспечивается при непрерывной компьютерной поддержке основных этапов жизненного цикла (CALS-технологии) [1].

Использование готовых приобретаемых модулей при изготовлении сложных наукоемких изделий, таких как металлорежущие станки, приводит к конструктивным изменениям. Число стыков в конструкции резко возрастает. В связи с этим важность проблемы обеспечения контактной жесткости резко возрастает. Контактные деформации для станков, собран-

ных из модулей могут быть существенными и влиять на точность и жесткость станков. В связи с этим, при проектировании технологических процессов сборки и механической обработки отдельных опорных деталей, необходимо выполнять расчеты по определению контактных деформаций.

Контактная жесткость тесно связана с параметрами качества поверхностного слоя, а они определяются условиями обработки. Следовательно, расчеты контактных деформаций можно корректно выполнить только при прогнозировании технологических решений — разработке соответствующей технологии обработки контактирующих поверхностей с формированием параметров качества поверхностного слоя, обеспечивающих эксплуатационные свойства [1, 2, 3].

Необходимость повышения качества продукции и, в частности, надежности требует полного анализа работы узла на этапах проектирования. Следует учитывать не только функциональные параметры, но и технологические возможности производства и сборки машины, возможности контроля основных ее параметров и их изменение в процессе последующей эксплуатации. В частности, необходимо отметить актуальность расчетов контактной жесткости для оценки эксплуатационных характеристик станка с учетом изменения некоторых исполнительных размеров в процессе сборки. Характерный пример представлен на рисунке, где упрощенно показана часть конструкции одной из линейных координат станка. На плоскости станины 1 монтируются проставки 2 под рельсовые направляющие 3 (правая рельсовая направляющая на рисунке не показана) и подшипниковые опоры для винта ШВП 4. По рельсовым направляющим движутся каретки рельсовых направляющих 5. Стол 6 устанавливается на плоскости кареток и корпуса гайки ШВП 7.

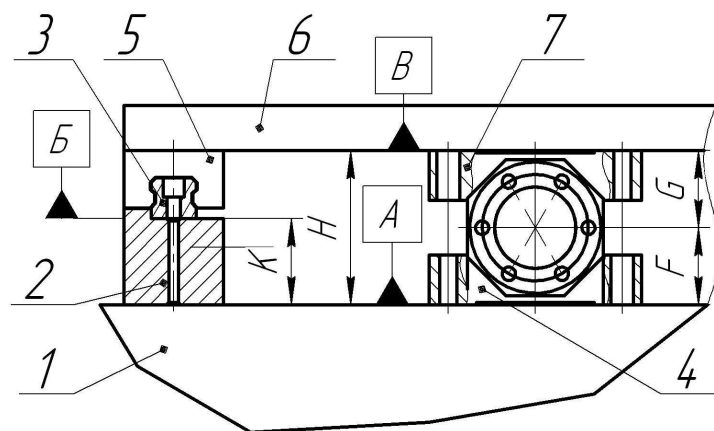


Рис. Схема размерной цепи для расчета размеров с учетом контактных деформаций

При этом плоскости комплекта кареток (в комплекте не менее двух, чаще четырех, возможно и более) должны точно совпадать, чтобы обеспечить нормальный контакт с опорной плоскостью стола. Замыкающим размером для данной схемы в первом приближении можно считать размер  $G$  от оси корпуса гайки ШВП до привалочной плоскости. При этом мы пренебрегаем постоянством размера  $K$  — высотой опорной поверхности левой и правой проставок под рельсы, угловой погрешностью их расположения в горизонтальной плоскости. Конструкция имеет несколько стыков, деформации которых вносят коррективы в размер  $G$ , который необходимо задать на чертеже.

При эксплуатации размерные связи не остаются постоянными [2, 3]. На машину будут воздействовать внешние и внутренние факторы, которые приводят к потере точности. Такие воздействия необходимо учитывать для комплексного обеспечения точности, поэтому для размерных цепей необходимо выделить еще одну группу размеров – эксплуатационные размеры.

В результате объединения размерных цепей с учетом формирования каждого типа размеров могут быть назначены предельные отклонения исходных размеров [2, 3].

$$T_{\Delta} = \sum_i^n c_i T_{Si} + \sum_j^m c_j k_{внутj} k_{внешj} k_{ТЭkj} + \sum_k^l c_k k_{внутk} k_{внешk} k_{ТЭkk}, \quad (1)$$

где  $c$  – коэффициенты передаточных отношений;  $T_S$  – допуски технологических размеров;  $k_{внут}$ ,  $k_{внеш}$ ,  $k_{д}$ ,  $k_{ТЭк}$  – коэффициенты, формирующие допуски эксплуатационных размеров, соответственно для внутренних и внешних факторов, долговечности, точности расчетной схемы, используемой для определения параметров эксплуатационных свойств.

Значения дополнительных эксплуатационных звеньев являются функциями, которые определяются внешними и внутренними факторами. К внешним факторам можно отнести условия эксплуатации. К внутренним факторам – параметры, которые определяют эксплуатационные свойства сопряженных поверхностей: материал деталей, смазочные материалы, параметры качества поверхностного слоя и др.

Предложена концепция автоматизированной подсистемы технологической подготовки производства, обеспечивающая определение конструктивных размеров и корректировку точности функциональных размеров отдельных деталей по критериям повышения технологичности конструкции

при оптимизации простановки технологических размеров для различных вариантов реализации операций механической обработки. По критериям минимизации припуска и (или) минимуму рабочих ходов оптимизируется РТА при различных схемах простановки операционных размеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерия поверхности деталей / под ред. А.Г. Сулова. – М. : Машиностроение. 2008. – 320 с.: ил.
2. Польский, Е.А. Технологическое обеспечение качества сборочных единиц на основе анализа размерных связей с учетом эксплуатации / Е.А. Польский, Д.М. Филькин // Научные технологии в машиностроении. – 2014. – № 11 (41). – С. 36–44.
3. Сулов, А.Г. Научная технология повышения качества сборочных единиц машин на этапах жизненного цикла / А.Г. Сулов, О.Н. Федонин, Е.А. Польский // Научные технологии в машиностроении. – 2016. - № 5 (59). – С 34–42.