

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ**Опыт и перспективы проектирования и промышленной апробации комбинированной обработки нежестких валов**

к.т.н. доц. Анкин А.В., Адеев А.С.
МГТУ «МAMI»

В современном машиностроении проблема создания высокоэффективных технологических процессов механической обработки с учетом выполнения требований ресурсо-, энерго- и экологии является одной из наиболее важных. Традиционные технологические процессы и применяемое оборудование при изготовлении деталей класса нежестких валов в целом ряде случаев не обеспечивают достижение требуемых параметров качества и производительности, энергоемки. При высоких требованиях к качеству деталей и узлов важное значение в технологическом процессе их изготовления играют отделочные операции, определяющие в значительной степени эксплуатационные свойства машины в целом.

Для финишной обработки в виду вышесказанного целесообразно применять специальные устройства для комбинированной режущей-деформирующей обработки, разработанные на основе ряда авторских свидетельств СССР.

Так, на Елецком заводе тракторных гидроагрегатов было использовано одно из таких устройств, имеющее один резец. Первоначально финишная обработка штоков тракторных гидроцилиндров диаметром 45 мм из стали 45X осуществлялась отдельным образом. В качестве заготовки использовалась штампованная заготовка штока тракторного гидроцилиндра (изделие № 12540-166, Елецкий завод тракторных гидроагрегатов), изготавливаемая из стали 45X ГОСТ 4543-71 и имеющая штамповочные уклоны $5^\circ - 7^\circ$ и радиусы $2 - 3$ мм. При применении штампованной заготовки разброс размеров после токарной обработки составлял до 2 мм. Это создавало большие трудности для достижения заданной точности и высокой производительности процесса. На первом этапе производилось шлифование поверхности, а затем - холодное пластическое деформирование. Известно, что производительность процесса шлифования значительно ниже производительности процесса пластического деформирования (до 3 раз). Кроме того, при выполнении пластического деформирования не всегда сохраняется точность, полученная на операциях шлифования. Процесс обработки обладал высокой энергоемкостью и требовал применения дорогостоящего оборудования.

На заводе «Омскгидропривод» технологический процесс обработки штоков гидроцилиндров диаметром 30 мм из стали 40X и плунжеров диаметром 40 мм (рис. 3) из стали 45X заключался в обработке на бесцентрово-шлифовальных станках для достижения определенной точности и в последующем холодном пластическом деформировании для получения требуемой шероховатости. Плунжеры подвергались предварительному обтачиванию с целью создания определенного припуска для последующей операции шлифования. Данный технологический процесс не обеспечивал требований к прямоточности оси штоков диаметром 30 мм, основывался на применении дорогостоящего оборудования и требовал расхода большого количества энергии.

Процесс комбинированной обработки штоков тракторных гидроцилиндров диаметром 45 мм из стали 45X на Елецком заводе тракторных гидроагрегатов осуществлялся на следующих режимах: скорость резания 89 м/мин ; осевая подача $1,0 \text{ мм/об}$; шероховатость $Ra = 0,1 \text{ мкм}$; в пределах одной детали отклонения размеров не превышали $0,02 \text{ мм}$.

Процесс комбинированной обработки штоков гидроцилиндров диаметром 30 мм из стали 40X на заводе «Омскгидропривод» осуществлялся на следующих режимах: скорость резания 95 м/мин ; осевая подача $0,8 \text{ мм/об}$; натяг $0,18...0,2 \text{ мм}$; шероховатость $Ra = 0,1...0,08 \text{ мкм}$; в пределах одной детали отклонения размеров не превышали $0,02 \text{ мм}$.

Процесс комбинированной обработки плунжеров диаметром 40 мм из стали 45X на за-

воде «Омскгидропривод» осуществлялся в следующей последовательности: а) резание и поверхностное обкатывание с натягом 0,08 мм, б) поверхностное обкатывание с натягом 0,16 мм на следующих режимах: скорость резания 126 м/мин; осевая подача 0,8 мм/об; шероховатость $Ra = 0,16 \mu\text{м}$; в пределах одной детали отклонения размеров не превышали 0,03 мм.

На всех деталях размеры и геометрия наружной поверхности не имели отклонений из поля допуска f_9 , устройство обеспечивало надежное гашение вибраций при резании, в качестве режущего инструмента применялся резец с механическим креплением 5-тигранной пластины из твердого сплава Т15К6.

Впоследствии конструкция устройства была усовершенствована. Предлагаемая комбинированная режуще-деформирующая обработка осуществляется в технологической системе токарного станка, на котором вместо поперечного суппорта устанавливается специальное устройство, включающее в себя обрабатывающую головку с режущей частью и деформирующую часть, выполненную в виде многороликового дифференциального обкатника, а также передний ведущий центр и направляющую втулку. Точность комбинированной обработки обеспечивается одновременно-последовательным резанием лезвийным инструментом и поверхностным пластическим деформированием с помощью дифференциального обкатника, выполняющего также функцию подвижного люнета. Очевидно, что здесь используется одна и та же технологическая база и, как минимум, на одну сокращается количество установок. Последнее ведет к уменьшению суммарной погрешности установки. К особенностям данной технологической системы следует отнести возможность создания так называемых дополнительных замкнутых относительно детали контуров связи. Эти контуры связи создаются режущей и деформирующей частями устройства. Направляющая втулка позволяет создать дополнительный замкнутый относительно детали контур связи с момента начала обработки. По данной втулке в течение определенного периода времени обработки перемещаются ролики деформирующей части, имеющие заданный натяг относительно указанной втулки.

Устройство для комбинированной режуще-деформирующей обработки деталей класса нежестких валов принято к эксплуатации на ПО «Минский тракторный завод им. В.И. Ленина» для обработки штоков коробки передач. При промышленной отладке технологических систем были обработаны пробные партии деталей по 50 штук в каждой.

Исследования проводились на детали 50-350 30 15 : длина 575 мм, диаметр 25 мм с предельными отклонениями -0,030...-0,095 мм, допуск полного радиального биения 0,25 мм, твердость HB 255...280. В качестве заготовки использовался горячекатаный калиброванный прут, предварительно отрихтованный до полного радиального биения 0,35...0,40 мм. Данная деталь по сравнению со второй деталью имеет большую длину и, соответственно, меньшую изгибную жесткость (отношение длины к диаметру 23). Перед комбинированной обработкой произвольно отобранные 50 заготовок были подвергнуты измерению величины отклонения образующей от прямолинейности. Измерения проводились комплектом щупов с разницей по толщине 0,05 мм на контрольной плите. Аналогичные замеры были проведены и после обработки деталей комбинированным режуще-деформирующим методом. Результаты измерений систематизированы и представлены в виде гистограммы. Как показано, все обработанные детали удовлетворяли требованиям по радиальному биению. Анализ гистограммы позволяет сделать заключение об исправлении начального биения при обработке комбинированным методом, при этом закон распределения контролируемой величины близок к нормальному. Для качественной оценки волнистости поверхности обработанная деталь продевалась в кольцо шириной 30 мм с диаметром 25 мм и предельными отклонениями 0,03...0,05 мм. По годной детали кольцо должно сползать под собственным весом или от легкого усилия руки. Для проверки функциональной работоспособности детали проверялись на контрольном приспособлении, представляющем собой плиту с тремя кольцевыми опорами.

Годная деталь должна проходить через все три отверстия (опоры) от легкого толчка руки. Все обработанные детали по названному комплексу проверок полностью удовлетворяли предъявляемым к ним требованиям.

Кроме того, на всех обработанных деталях были измерены диаметральные размеры в пяти сечениях по длине в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Разброс диаметров каждой детали не превышал 0,02 мм, эллипсность 0,01 мм. Измерения проводились рычажной скобой с ценой деления 0,005 мм. Дополнительно контроль диаметральных размеров проводился калибром-скобой, предоставленным заводом. Все детали отвечали требованиям, предъявляемым к точности обработки по диаметру. Для обеспечения возможности сравнения с базовым технологическим процессом бесцентрового шлифования на автоматической линии были произвольно отобраны 50 деталей, обработанных по базовому процессу. У отобранных деталей также измерены диаметральные размеры в соответствующих плоскостях. По результатам измерений построена гистограмма. По гистограмме видно, что партия обработанных базовым методом деталей имеет запас по диаметральной точности всего 0,005 мм, тогда как у обработанной комбинированным методом партии деталей запас составляет 0,02 мм. Кроме того, наименьший размер детали из обработанной комбинированным методом партии совпадает с нижней границей поля допуска, что допускает продолжительную обработку без подналадки инструмента, учитывая возможный износ режущего инструмента во времени.

Отделом технического контроля цеха на трех обработанных деталях была измерена величина шероховатости поверхности в различных точках. Измерения показали, что шероховатость находилась в пределах $Ra = 0,08...0,32$ мкм, что соответствует ТУ на изготовление детали.

При внедрении в эксплуатацию технологической системы, реализующей метод комбинированной режуще-деформирующей обработки резко сокращаются требующиеся производственные площади, потребление расходных материалов (СОЖ, масло, ветошь), снижается энергопотребление (суммарная мощность электродвигателей, установленных на станке, на порядок меньше, чем установленных на автоматической линии). Вместе с тем повышается коэффициент использования материала, производительность обработки, а также качество обработанных деталей.

К вопросу о влиянии геометрических параметров качества поверхности заготовки на макро- и микрогеометрию обрабатываемой поверхности детали при прошивании

к.т.н. Бекаев А.А., д.т.н. проф. Кузнецов В.А., к.т.н. Щедрин А.В., к.т.н. Скоромнов В.М.
МГТУ «МАМИ»

При обработке отверстий круглыми и шлицевыми прошивками имеют место рассеивание диаметральных размеров и погрешности формы протянутого отверстия. Одной из основных причин возникновения погрешностей, как установлено в работе [1], являются вынужденные колебания технологической системы (ТС), обусловленные действием ударной нагрузки в начальный момент врезания режущего зуба инструмента в обрабатываемое отверстие детали. После окончания процесса врезания, вынужденные колебания ТС динамически стабилизируются (затухают) и колебательный процесс прекращается [1].

Отсутствие стабилизации колебаний после завершения процесса врезания связано с присутствием в ТС иных вынужденных колебаний, возникновение которых может быть обусловлено действием ряда факторов, таких как непостоянство геометрических параметров качества поверхностного слоя заготовки, нестабильная скорость движения привода и т. д.

Данная работа посвящена исследованиям зависимости макро- и микрогеометрии обрабатываемой поверхности детали от геометрических параметров качества поверхности заготовки при постоянной скорости движения привода.