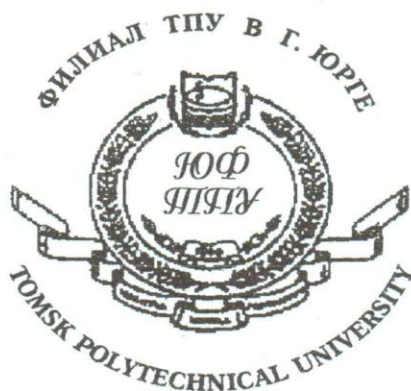


Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации
Томский политехнический университет



Т Р У Д Ы
Х I - Н А У Ч Н О Й К О Н Ф Е Р Е Н Ц И И

Юрга, 23-24 апреля 1998 г.

ЮРГА 1998

Приведенная методика расчета может быть использована при определении необходимого количества обрабатываемого материала при наружной и внутренней токарной обработке заготовок для проведения стойких испытаний режущих инструментов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕЦИЗИОННОЙ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ОТРАЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛООПТИКИ

Грубый С.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Финишная механическая обработка поверхностей, взаимодействующих в процессе эксплуатации с направленным электромагнитным излучением, представляет сложную технологическую задачу.

По своему назначению к таким поверхностям относятся металлооптические элементы, входящие в состав лазерных резонаторов и фокусирующих оптических систем, которые являются прецизионными металлическими поверхностями с предельно высокими требованиями по точности формы и оптическим характеристикам. Требования к отклонениям формы отражающей поверхности находятся в пределах $\lambda/5 \dots \lambda/10$ (непрерывный лазер с длиной волны излучения $\lambda = 10,6$ мкм), $\lambda/15 \dots \lambda/20$ (непрерывно - импульсный $\lambda = 2,6 \dots 3,6$ мкм), $\lambda/40$ (импульсный $\lambda = 0,13 \dots 0,35$ мкм). Традиционным методом обработки металлооптических элементов является финишная химико-механическая обработка полированием свободным абразивом, обладающая основным преимуществом - возможностью достижения предельно высокой точности поверхностей для любой оснстки спектра лазерного излучения.

В последние десятилетия получил разработку метод тонкого алмазного точения (алмазного микроточения) как метод автоматизированной обработки таких поверхностей лезвийным алмазным инструментом на специальном сверхпрецизионном оборудовании с "микронными" сечениями срезаемого слоя. К основным преимуществам данного метода относятся: повышенное качество обработанной поверхности в связи с отсутствием дефектов типа шаржирования абразивными частицами, фрагментации структуры, загрязнения полировальным составом; возможность обработки сложных сферических и других поверхностей нетрадиционных форм; высокая производительность обработки крупногабаритных поверхностей.

В 80-х годах создано отечественное технологическое оборудование (сверхпрецизионные автоматизированные станки мод. МК6515; МК6521Ф3; МО1805; САТ-1805; САТ-1815 и др.), по своим характеристикам реализующим возможность и основные преимущества алмазного микроточения. Опыт использования такого оборудования, показал возможность достижения отклонений от заданной формы менее 0,5 мкм, шероховатость менее 10нм при высокопроизводительной обработке поверхностей из меди и алюминиевых сплавов, в том числе крупногабаритных диаметром до 1000 мм и более. На кафедре МТ-2 МГТУ им. Баумана проводятся теоретические исследования и разработка технологических рекомендаций по методу алмазного микроточения, направленные на возможность обработки отражающих поверхностей на деталях металлооптики диаметром до 1500мм с шероховатостью менее 10нм и отклонениями от заданной формы до 0,1 мкм. Теоретические исследования направлены на анализ параметров процесса резания, усилий резания в условиях статических и динамических нагрузок, изменения погрешностей обработки, вызванных деформациями технологической системы от действия силового и температурного фактора. Используя компьютерное моделирование, проведен анализ погрешностей обработки с учетом износа пригодных алмазных резцов и значительного увеличения пути резания при обработке крупногабаритных поверхностей.

Рассмотрена кинематическая схема резания и усилия, действующие на резец (природный монокристалл алмаза) при обработке торцевой поверхности на специальном прецизионном станке. Выполнен анализ влияния текущего радиуса заготовки на кинематический угол наклона кромки, угол схода стружки и угол сдвига при движении резца от периферии к центру вращения заготовки. Определены параметры сечения срезаемого слоя - эффективная толщина и средняя ширина срезаемого слоя. Предложен алгоритм расчета сил резания в направлении схода стружки и составляющих сил резания в статической системе координат.

Проведенные исследования влияния режимных параметров показали, что выбор глубины резания ограничен в пределах 3...5 мкм вследствие значительного увеличения сил резания и деформаций технологической системы с ростом глубины резания. Наиболее эффективным путем управления качеством обработанной поверхности является выбор величины подачи инструмента в пределах до 8 мкм/об, однако при обработке крупногабаритной поверхности следует учитывать значительное увеличение основного технологического времени, пути резания и износа инструмента при выборе малых значений подач. Наилучшие результаты по шероховатости обработанных поверхностей получены при алмазном микроточении специального мелкокристаллического сплава системы алюминий-магний. Результаты исследований шероховатости по параметру R_{max} составили: диапазон изменения 14,2-25,3 нм; среднее 17,3 нм; среднее квадратическое отклонение 1,05 нм; коэффициент вариации 0,06 (46 измерений, подача 6,3...9,6 мкм/об).

Установлено, что характеристики отражения поверхностей после алмазного микроточения на оптимальных режимах зависят прежде всего от материала поверхности, наличия и состава отражающего и защитного покрытий. Для поверхностей, обработанных алмазным микроточением, характерна высокая отражательная способность. В ИК-области спектра отражательная способность после алмазного микроточения практически соответствует отражательной способности оптических поверхностей, обработанных традиционным методом полирования-доводки. В УФ- и видимой области спектра отмечается разброс значений коэффициентов зеркального и диффузного отражения вследствие анизотропии свойств, вызванной влиянием ориентации обработанной поверхности относительно падающего излучения

и технологическими факторами обработки. Как показывает анализ, для изготовления высококачественных оптических элементов, используемых в УФ- и видимом диапазонах, целесообразно алмазное микрооточение дополнить последующей операцией полирования - доводки с целью уменьшения прежде всего диффузного рассеяния излучения.

Проведенные исследования подтвердили эффективность метода алмазного микрооточения для создания поверхностной металлооптики, прежде всего крупногабаритных и асферических. Разработка научных основ и рекомендаций по режимам и условиям алмазного микрооточения позволят повысить эффективность такой обработки.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА РЕЖУЩЕГО ОРГАНА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Коперчук А.В., Осипов В.А., Мурин А.В.

Филиал Томского политехнического университета

Томский политехнический университет

Эксплуатация экологической машины (ЭМ) для рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами, показала ее высокую эффективность и выявила необходимость совершенствования привода режущего органа этой машины. Это обусловлено необходимостью защиты привода при внезапном приложении к режущему органу непреодолимой нагрузки, вызывающей его практически мгновенную остановку. Такое происходит при встрече режущего органа с неразрушаемым препятствием, что приводит к аварии привода и, в итоге, к серьезным экономическим потерям.

Исключить аварийные перегрузки рассматриваемого привода можно с помощью предохранительной муфты (ПМ). Поскольку ЭМ работает и при отрицательных температурах, то в качестве ПМ нельзя использовать муфты с жидкостью или использующие жидкую смазку. Условиям работы в приводе режущего органа ЭМ вполне удовлетворяет предохранительная инерционная муфта (ПИМ), разработанная на кафедре прикладной механики ТПУ (Мурин, Осипов, 1995), имеющая ряд преимуществ по сравнению с известными муфтами такого типа. Эта ПИМ может работать с использованием сухой смазки, на установившихся режимах ее КПД практически равен единице, проста в эксплуатации и обслуживании. ПИМ содержит ведущую полумуфту, выполненную в виде водила, с установленными на нем зубчатыми сателлитами со ступицами в виде барабанов с сыпучим рабочим наполнителем и ведомую полумуфту с зубчатым венцом, входящим в зацепление с сателлитами. Использование венца с внутренними зубьями обеспечивает возможность введения разгружающего звена для подшипников сателлитов, уменьшает радиальный размер муфты по сравнению с известными конструкциями, повышает ее надежность и долговечность.

На установившемся режиме водило с сателлитами относительно ведомого зубчатого венца не вращается, муфта передает момент за счет сил инерции, действующих на сыпучее рабочее тело. ПИМ работает в таком режиме без скольжения. Рассматриваемая ПИМ имеет хорошие защитные и пусковые свойства. Она защищает привод от чрезмерной перегрузки как при внезапном аварийном стопорении исполнительного звена, так и в период пуска, обеспечивая плавный разгон этого звена. Поскольку нагрузка на режущий орган ЭМ нестационарная даже на установившемся режиме, то хорошие защитные и пусковые свойства ПИМ уменьшат перегрузки привода и в этот период и тем самым повысят его надежность и долговечность.

Экспериментальные исследования показали, что разгон системы с приводом, имеющим асинхронный короткозамкнутый электродвигатель и такую ПИМ, происходит за 4-10 секунд, причем максимальный момент на выходном валу муфты в этот период не превышает (1,6-1,7) значения расчетного момента. Отношение максимального динамического момента при торможении к расчетному составляет 2-2,26. При полностью заторможенном ведомом звене муфта создает перегрузку, не превышающую (1,8-2) кратной величины расчетного момента. Таким образом, разработанная ПИМ обеспечит защиту привода ЭМ на всех режимах работы от чрезмерных перегрузок и тем самым повысит его надежность и долговечность.

Литература:

1. Мурин А.В., Осипов В.А. Патент Российской Федерации на изобретение № 1038651, 1995.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ПРЕПЯТСТВИЯ

Слистин А.П., Авдеева А.И.

Филиал Томского политехнического университета

Реальный буровой инструмент представляет собой совокупность последовательно расположенных конечных участков постоянного и переменного сечения, соединений штанг, их стыков. Любое изменение параметров бурового инструмента можно рассматривать как некоторое препятствие для распространяющейся волны.

Падение продольной волны на препятствие вызывает появление отраженной волны, бегущей навстречу падающей, и формирование волны за препятствием. Обозначим величины, относящиеся к участку бурового инструмента до препятствия индексом 1, а относящиеся к участку после препятствия индексом 2. Пусть падающая на

препятствие гармоническая волна имеет вид $u_{1n} = B_{1n} e^{i(\omega t - \theta_{1z})}$, отраженная - $u_{1o} = B_{1o} e^{i(\omega t + \theta_{1z})}$,

а сформированная за препятствием - $u_{2n} = B_{2n} e^{i(\omega t - \theta_{2z})}$.

Без ограничения общности можно считать, что положение препятствия определяется координатой $z = 0$. Введем