

ма.

Метод регуляризации позволил получить радиус с отклонением менее 1 мкм от номинального значения на всех секторах цилиндра. Небольшие отклонения формы при этом подтверждают хорошее качество аппроксимации измеренных точек цилиндрическими секторами и приемлемость полученных значений радиуса.

Отметим абсолютное совпадение результатов нового и традиционного методов при измерении полуцилиндра (сектора 180 градусов). Высокая точность результата, полученного традиционным методом, говорит о хорошей обусловленности задачи измерения такого сектора, а также о том, что метод регуляризации не ухудшает точность ее решения.

Проведенные вычислительные эксперименты и реальные измерения на координатно-измерительной машине подтверждают возможность применения метода регуляризации при измерениях малых сегментов цилиндрических поверхностей.

Литература

1. Тихонов А.Н. О решении некорректно поставленных задач и методе регуляризации // ДАН СССР. 1963. Т.151, №3. С.501-504.
2. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. 288 с.
3. Суслин В.П., Джунковский А.В., Шутер М.Г. Новый метод определения геометрических параметров объектов при измерениях на малых областях// Законодательная и прикладная метрология. 2008, №6, С.39-42.
4. Суслин В.П., Джунковский А.В. Применение метода регуляризации для решения плохо обусловленных задач координатных измерений // Измерительная техника. 2009, №7, с.23-26.

Технология накатывания резьб большой длины

д.т.н. проф. Тимирязев В.А., к.т.н. доц. Хостикоев М.З., Чертов Ф.Н.
МГТУ «СТАНКИН», РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина
8 905 573 09 95, 8 985 923 50 15

Аннотация. Изложена технология накатывания тангенциальными головками резьбы большой длины, которая не ограничивается шириной резьбовой части роликов, как это имеет место при обычной накатке. Это достигается изменением геометрии накатывающих роликов, определенной установкой их относительно детали и комбинацией выполняемых рабочих подач.

Ключевые слова: накатывание резьбы, тангенциальные резьбонакатные головки, свинчивание, аксиальная подача.

Расширение номенклатуры резьб, повышение требований к качеству и экологичности процессов обработки потребовали создания новых способов и процессов резьбообразования. В последние годы получает промышленное распространение способ высокопроизводительной безотходной (бесстружечной) обработки резьб накатыванием при использовании инструментов, получивших наименование тангенциальных резьбонакатных головок и реализующих обработку, в том числе, в условиях автоматизации процесса при эффективном сочетании с другими видами обработки на высоких режимах.

Вместе с тем дальнейшее развитие этого способа обработки резьб ограничивается его общим органическим недостатком: ограниченными технологическими возможностями способа, обусловленными возможностью обработки лишь коротких резьб, длина которых не превышает ширину накатывающих роликов, устанавливаемых в тангенциальную резьбонакатную головку. Вследствие этого способ не может быть реализован при обработке большой номенклатуры резьбовых деталей со средней и большой длиной резьбы (со средней и большой длиной свинчивания) и осуществляется лишь на резьбовых деталях с короткой резьбой

(с короткой длиной свинчивания).

В связи с этим разработан и внедрен в производство новый способ, обеспечивающий возможность накатывания резьб большой длины. Для осуществления способа требуются общетехнические средства, используемые при накатывании резьб тангенциальными резьбонакатными головками, не отличающиеся от традиционно используемых средств. Режимы накатывания резьб устанавливаются с учетом конкретных условий обработки исходя из существующей общемашиностроительной нормативной и справочной литературы.

На рисунке 1 представлены принципиальная схема и последовательность выполнения переходов при накатывании резьбы большой длины:

- начало процесса, подвода накатывающих роликов к детали (рисунок 1,а);
- контакт роликов с деталью, накатывание с тангенциальной подачей (рисунок 1,б);
- окончание тангенциальной подачи, совмещение центров роликов и детали (рисунок 1,в);
- накатывание резьбы с аксиальной подачей суппорта по всей длине детали (рисунок 1,г).

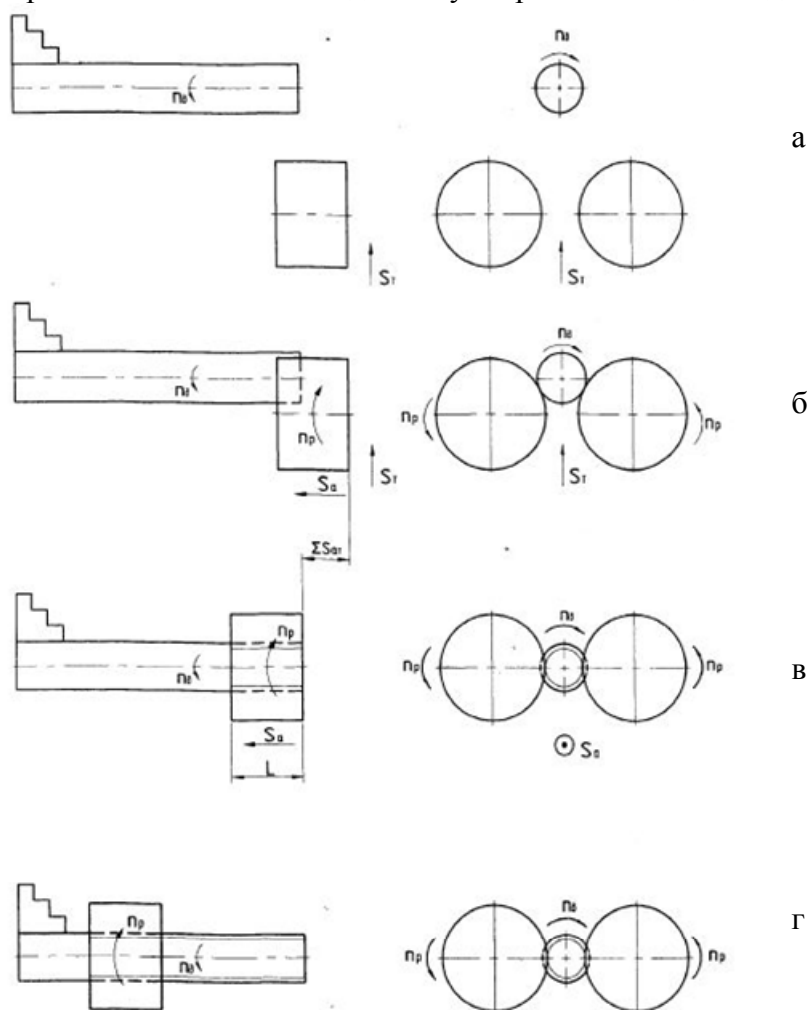


Рисунок 1 – Схема выполнения переходов при накатывании резьбы большой длины:

а – поперечный подвод резьбонакатной головки к детали; б - контакт роликов с деталью, накатывание с тангенциальной подачей; в – выключение тангенциальной подачи; г - накатывание резьбы с аксиальной подачей по всей длине детали

Инструмент – тангенциальная резьбонакатная головка, установленная в резцедержателе токарного станка или на суппорте токарного автомата, полуавтомата, включая станки с ЧПУ, подается в поперечном направлении с тангенциальной подачей S_t на закрепленную во вращающемся шпинделе деталь (рисунок 1,а). При соприкосновении с вращающейся деталью

(рисунок 1,б) накатывающие ролики за счет активного действия сил трения в контакте с деталью приобретают совместное согласованное вращательное движение n_p , противоположное вращению детали. В процессе тангенциального перемещения роликов S_T происходит накатывание резьбы на длину, равной ширине резьбового ролика L (рисунок 3, в). Осуществление аксиального S_a рабочего перемещения роликов достигают путем назначения определенного значения их диаметральных размеров. Для этого их диаметр из нормативного (общепринятого), при котором достигают отсутствие самопроизвольного осевого перемещения роликов, изменяют в пределах (на) $10\text{--}30'$. В результате этого угол наклона резьбы накатывающих роликов не будет совпадать с углом наклона резьбы детали. Это обеспечивает создание направленного рабочего аксиального перемещения накатывающих роликов.

Выключение тангенциальной подачи S_T осуществляется в момент, когда ролики по отношению к детали занимают окончательное диаметральное положение, при котором ролики входят в полный контакт по площади соприкосновения с заготовкой и прокатывают деталь на всей ширине L резьбовой части роликов. Полный контакт роликов с заготовкой происходит при совмещении их торцов с торцом заготовки, что соответствует осевому перемещению роликов на расстояние $\Sigma S_{ат}$, проходимое за период их тангенциальной подачи S_T (см. рисунок 1,в).

Продолжение накатывания резьбы, длина которой превышает ширину роликов L , осуществляется путем включения осевой подачи S_a суппорта или путем создания конструктивной возможности самостоятельного осевого перемещения роликов на требуемую длину (рисунок 1,г).

Ниже рассматривается пример производственной реализации данного способа.

Накатывается метрическая резьба $M18 \times 1,5$ мм, материал детали – сталь АС35Г2., твердость 220–269 НВ. Диаметр заготовки под накатывание резьбы $\varnothing 16,98 \pm 0,02$ мм. Согласно нормативным данным принят следующий режим накатывания: число оборотов шпинделя $n_0 = 497 \text{ мин}^{-1}$; величина тангенциальной подачи накатывающих роликов $S_T = 0,208 \text{ мм/об}$; количество оборотов детали за цикл тангенциальной подачи роликов – 23 оборота.

Нормативный диаметр двухзаходных накатывающих роликов, исключающих самопроизвольное осевое перемещение инструмента для резьбы $M18 \times 1,5$ мм, составляет $\varnothing 33,15$ мм. Для создания рабочей аксиальной подачи S_a накатывающих роликов относительно детали необходимо создать разность (отличие) α углов наклона резьбы роликов по сравнению с углом наклона резьбы детали в пределах $10\text{--}30'$, что достигается изменением диаметра накатывающих роликов. Меньшие отличия в углах наклона резьбы приводят к недостаточным рабочим осевым перемещениям роликов, большие приводят к искажению профиля резьбы на накатываемой детали. В данном примере принято отличие α в углах наклона резьбы детали и роликов по среднему диаметру резьбы – $20'$. Угол наклона резьбы $M18 \times 1,5$ мм детали равен $1^\circ 34'$, следовательно, угол наклона резьбы у накатывающих роликов должен составить $1^\circ 34' - 20' = 1^\circ 14'$. Для получения такого угла наклона при неизменном шаге резьбы 1,5 мм диаметр накатывающих роликов должен иметь значение 44,38 мм.

Следует отметить, что отличия α в углах наклона резьбы у детали и роликов в равной степени достигаются варьированием угла наклона резьбы у роликов как в положительную, так и в отрицательную стороны. Если угол наклона резьбы детали составляет $1^\circ 34'$, то для осуществления процесса могут быть использованы накатывающие ролики с углом наклона резьбы, равным $1^\circ 34' - 20' = 1^\circ 14'$, а также ролики с углом наклона, равным $1^\circ 34' + 20' = 1^\circ 54'$. При этом следует принять во внимание, что увеличение диаметра накатывающих роликов по отношению к нормативному значению – 33,15 мм вызывает рабочую аксиальную подачу S_a роликов в направлении их навинчивания на деталь. В свою очередь, уменьшение диаметра накатывающих роликов (по отношению к нормативному значению) вызывает рабочую аксиальную подачу S_a роликов в направлении их свинчивания с детали. Принятый диаметр накатывающих роликов – 44,38 мм обеспечивает рабочую аксиальную подачу роли-

ков в требуемом направлении – в направлении навинчивания роликов на деталь.

Величина рабочей аксиальной подачи накатывающих роликов за каждый оборот роликов составляет:

$$S_a = \pi \cdot D_u \cdot \sin \alpha,$$

где: D_u – диаметр накатывающих роликов, по которому происходит обкатка роликов и детали (диаметр центроид);

α – разница в углах подъема резьбы роликов и детали.

Согласно приведенной зависимости величина рабочей аксиальной подачи роликов вдоль оси детали составляет за каждый оборот роликов

$$S_a = 3,14 \cdot 44,38 \cdot \sin 20' = 0,81 \text{ мм.}$$

В результате, согласно исходным нормативным данным, количество оборотов роликов за цикл их тангенциальной подачи составляло 23 оборота. Следовательно, величина общего осевого перемещения накатывающих роликов за период их тангенциальной подачи составляет: $\Sigma S_{ат} = 0,81 \cdot 23 = 18,63$ мм. На эту величину $\Sigma S_{ат}$ накатывающие ролики предварительно смещаются в осевом направлении относительно торца детали. А затем через 23 оборота роликов, когда достигается совпадение торцов роликов и детали, тангенциальная подача роликов выключается. В этот момент, при необходимости, включается осевая подача суппорта станка S_a и происходит дальнейшее накатывание резьбы по всей длине детали.

Использование рассмотренного способа накатывания резьбы расширяет технологические возможности процесса накатывания тангенциальными резьбонакатными головками. При этом способе тангенциальными головками можно накатать на детали резьбовую поверхность большой длины, которая не ограничивается шириной резьбовой части роликов, как это имеет место при традиционной тангенциальной накатке. Одновременно путем расчета требуемого диаметра, а следовательно, и угла наклона резьбы накатывающих роликов обеспечивается возможность управления величиной и направлением рабочей аксиальной подачи накатывающих роликов, что позволяет учитывать конкретные технологические условия осуществления процесса обработки.

Литература

1. Хостикоев М.З. Управление геометрией инструмента в процессе обработки. Ж. Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва, 2011 г., № 4, с. 319-321.
2. Хостикоев М.З., Темников В.А., Телегина О.А. Технология накатывания винтовых поверхностей на валах. Сборник научных трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении», М., МГТУ, 2011, с.80-83.

К анализу механики резания цилиндрическим сверлом с перемычкой

д.т.н. проф. Оленин Л.Д.

МГТУ «МАМИ»

(495) 223-05-23, доб. 1232

Аннотация. В статье излагаются результаты аналитического исследования механики процесса образования цилиндрического отверстия в сплошном материале вращающимся инструментом. Анализ выполнен энергетическим методом с использованием экстремальных положений механики деформирования при следующих допущениях: обрабатываемый материал считается изотропным, обладающим деформационным упрочнением, что соответствует условиям полной холодной деформации. Кроме того, принято, что контактное трение подчиняется закону Кулона, то есть пропорционально нормальному давлению на контакте, а кривая упрочнения на выделенном участке аппроксимирована линейной функцией. Исследованы два варианта резания: инструментом с перемычкой, имеющей отрицательный передний угол и инструментом с исправленной перемычкой. По-