

В.Н.Комаров, С.И.Миткевич, Л.С.Овчинников

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЗАТАЧИВАНИЯ СИЛОВЫХ
РАЗВЕРТОК

Развитие исследований в области силового развертывания, внедрение силовых разверток на ряде машиностроительных предприятий требует разработки технологии изготовления этих инструментов. Необходимо систематизировать и обобщить опубликованный ранее материал [1, 2, 3, 4, 5] по этому вопросу. Принципиальной конструктивной особенностью силовых разверток является увеличенная по длине (до 150 мм) режущая часть, имеющая малый угол в плане $\varphi < 3^\circ$ [6]. Зубья рабочей части этого инструмента могут быть винтовыми (с левым и правым наклоном) и прямыми (с углом наклона $\omega = 0^\circ$), поэтому их затачивание вызывает известные трудности.

Одним из требований, предъявляемых к силовым разверткам, является соблюдение постоянства переднего угла зубьев вдоль конической режущей части, которое обеспечивается путем разворота оси силовой развертки в процессе затачивания относительно направления продольного хода стола станка в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Положение оси силовой развертки определяется расчетным путем по уравнениям:

$$\operatorname{tg} \psi_{\Gamma} = \left(\operatorname{tg} \varphi - \frac{a}{l_p} \right) \sin(\theta + \gamma) ; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \psi_{\text{В}} = \left(\operatorname{tg} \varphi - \frac{a}{l_p} \right) \cos(\theta + \gamma), \quad (2)$$

где ψ_{Γ} - угол разворота оси силовой развертки в горизонтальной плоскости; $\psi_{\text{В}}$ - угол разворота оси силовой развертки в вертикальной плоскости; γ - передний угол; θ - угол наклона передней поверхности зуба относительно вертикальной плоскости (угол наклона рабочей поверхности заточного круга); a - разность высот зуба на большем и меньшем диаметрах режущей части инструмента; l_p - длина режущей части силовой развертки.

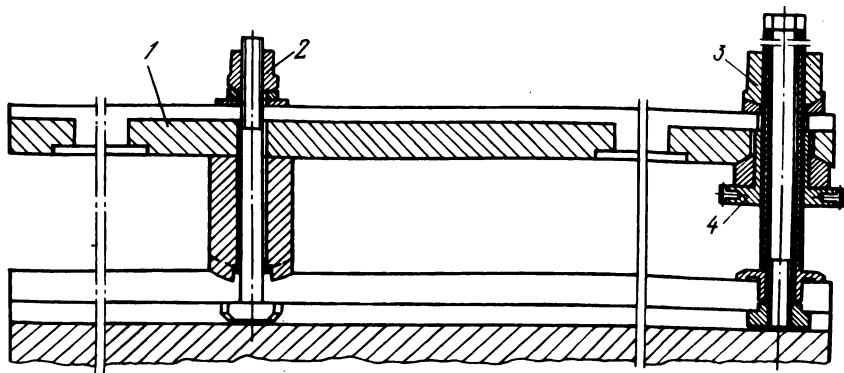


Рис. 1. Конструкция приспособления к заточному станку для установки оси инструмента в вертикальной плоскости.

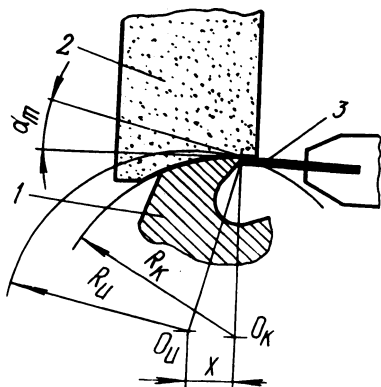


Рис. 2. Схема затылования зубьев по окружности:
1—затачиваемый инструмент; 2—абразивный круг; 3—регулируемый упор.

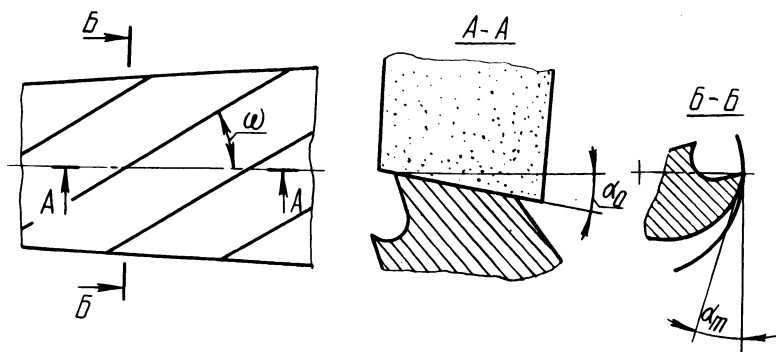


Рис. 3. Схема затачивания зуба силовой развертки по прямой образующей.

Отметим, что формулы (1) и (2) применены также для определения положения оси инструмента относительно стола фрезерного станка при настройке его на операцию фрезерования стружечных канавок. При этом θ соответствует углу наклона рабочей поверхности фрезы, которая образует переднюю поверхность обрабатываемого зуба.

Конструкции универсально-заточных станков (например ЗАБ4М) позволяют производить разворот стола на определенный угол только в горизонтальной плоскости. Для обеспечения разворота оси затачиваемой силовой развертки под углом ψ в вертикальной плоскости необходимо применять приспособление, изображенное на рис. 1. Основной деталью этого приспособления является плита 1, на которой закрепляются передняя и задняя бабки станка. Установка плиты под определенным углом ψ осуществляется вращением гайки 4. Положение плиты фиксируется сферическими гайками 2 и 3.

Для затачивания силовых разверток по задним поверхностям целесообразно использовать два простых метода затылования, основанных на принципе копирования формы круга задней поверхностью зуба.

Затылование по дуге окружности заключается в том, что обработка производится шлифовальным кругом заточного станка, заправленным по радиусу R_k , равному радиусу затачиваемого инструмента R_i (рис. 2). Этим методом можно затачивать инструменты как с прямыми так и с винтовыми зубьями. Правят шлифовальный круг колебательными и круговыми движениями алмазного карандаша относительно оси центров при одновременном перемещении стола. Карандаш крепится в оправке, установленной в центрах заточного станка, а шлифовальный круг разворачивается на угол наклона винтовых зубьев ω . Для получения заднего угла заданной величины ось затачиваемого инструмента, установленного в центрах вместо оправки, смещается от центра радиусной поверхности круга в поперечном направлении на величину

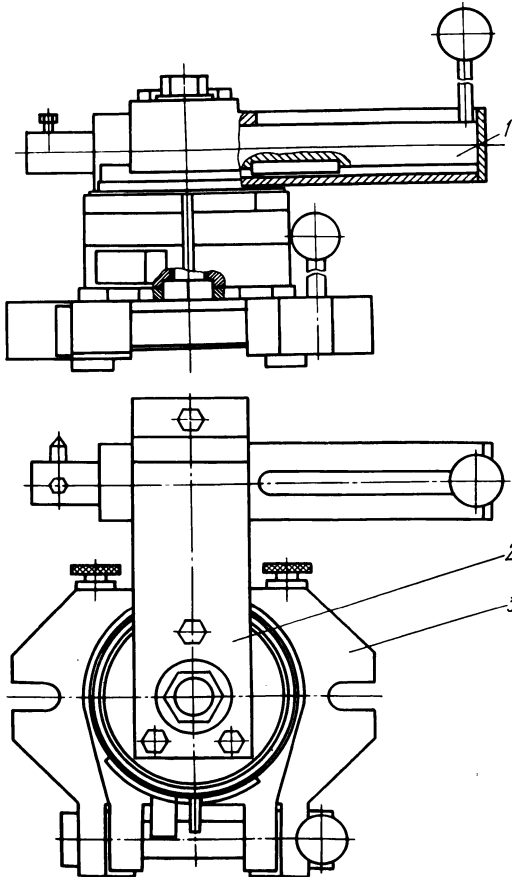
$$x = 2R_k \sin \alpha_T, \quad (3)$$

где α_T — задний угол, измеренный в торцевом сечении.

Второй метод затылования на универсально-заточном станке применим только для инструментов с винтовыми зубьями, угол ω у которых больше 15° . Принцип затылования за-

ключается в том, что при формообразовании поверхности зуба по прямой в осевом сечении А-А (рис. 3), составляющей с первоначальной (незаточенной) поверхностью угол α_0 , задняя поверхность в сечении Б-Б, перпендикулярном оси инструмента, представляет собой выпуклую кривую, близкую по своему характеру к логарифмической спирали.

Поверхность, подлежащая затачиванию, устанавливается параллельно направлению продольного перемещения стола за счет его поворота в горизонтальной плоскости. Для получения заданного заднего угла в сечении, перпендикулярном оси ин-



струмента α_T , шлифовальный круг правится под углом α_0 или разворачивается шлифовальная головка на этот угол. Величина угла α определяется по формуле [1]

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \operatorname{tg} \alpha_T \operatorname{tg} \omega. \quad (4)$$

Спиралеобразование при применении описанных методов производится по неподвижной упорке, установленной на шлифовальной головке станка.

Для правки шлифовального круга под углом α_0 удобно пользоваться приспособлением (рис. 4), обеспечивающим поступательное перемещение алмазного карандаша в процессе

Рис. 4. Приспособление для правки шлифовального круга:
1—пиноль; 2—поворотная каретка; 3—основание.

правки абразивного круга под углом α_0 к направлению продольного хода стола.

Высокое качество затачивания зубьев можно обеспечить, применяя устройства, придающие инструменту принудительное вращение в соответствии с шагом винтовой спирали зубьев, в процессе их затачивания. Однако все известные конструкции указанных устройств неприменимы для затачивания силовых разверток в силу их конструктивных особенностей. Предлагаемое приспособление отличается относительной простотой конструкции, высокой жесткостью и точностью. Принцип действия приспособления заключается в обеспечении принудительного, согласованного с продольным перемещением вращения затачиваемого инструмента. Согласование указанных движений осуществляется цилиндрическим копиром 2 (рис. 5), имеющим винтовой паз, в котором размещается ведущая каретка 3. Копир соединяется с затачиваемым инструментом 5 через беззазорную зубчатую передачу 1. Для обеспечения круговой подачи врезания в процессе затачивания копир и, соответственно, инструмент доворачиваются посредством беззазорного

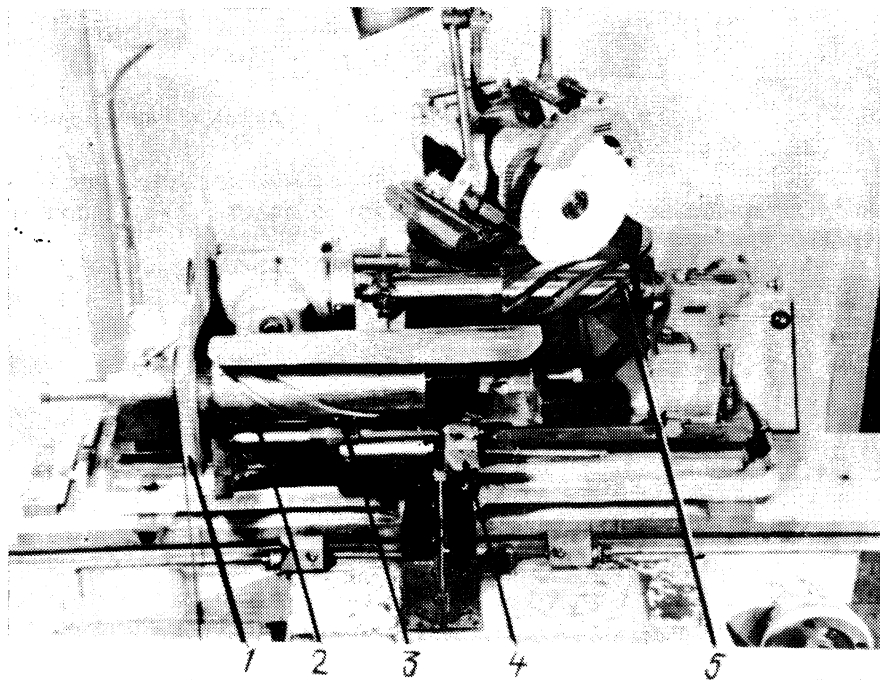


Рис. 5. Приспособление для принудительного спиралеобразования.

микровинта 4. Приспособление устанавливается на плите, обеспечивающей разворот инструмента в вертикальной плоскости на угол ψ_B . Конструкция плиты описана выше (см. рис. 1).

Известно, что перетачивание силовых разверток можно осуществлять как по передней, так и по задней поверхности зубьев.

Укорочение длины калибрующей части за одну переточку по передней поверхности

$$\Delta l_{\Pi} = \frac{x_{\Pi} \sin \delta}{\cos(\omega + \delta)}, \quad (5)$$

где x_{Π} - слой металла, удаляемый за одну переточку; δ - угол, определяемый из соотношения

$$\sin \delta = \frac{\operatorname{tg}(\alpha_p - \alpha_k)}{\operatorname{tg} \varphi \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tg}(\alpha_p - \alpha_k)}{\operatorname{tg} \varphi \cos \omega} \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha_p - \alpha_k)}{\operatorname{tg} \varphi \cos \omega} - 2 \sin \omega \right]}}, \quad (6)$$

где α_p и α_k - задние углы режущей и калибрующей частей силовой развертки.

Знак плюс в подкоренном выражении знаменателя уравнения (6) принимается для инструментов с правым наклоном зубьев.

Величина укорочения при съеме слоя металла по задней поверхности толщиной x_3 определяется из равенства

$$\Delta l_3 = \frac{x_3}{\sin \varphi}. \quad (7)$$

Из сравнения зависимостей (5) и (7) при условии, что $x_{\Pi} = x_3$, следует, что в большинстве случаев при перетачивании зубьев по передней поверхности укорочение калибрующей части Δl_{Π} меньше, чем при перетачивании по задней поверхности. Вместе с тем при определенных условиях, когда износ зубьев протекает преимущественно по задним поверхностям, затачивание силовых разверток с относительно большим углом φ ($2-3^\circ$) выгоднее производить по задней поверхности.

При затачивании силовых разверток точность исполнения угловых размеров зубьев в значительной степени зависит от точности измерения геометрических параметров после осуществления пробных проходов шлифовального круга. Обычно такие измерения производятся различными универсальными средствами (угломерами, шаблонами, делительными головками и др.), не обеспечивающими высокую точность. В связи с этим для измерения переднего и заднего углов зубьев, а также и других геометрических параметров силовых разверток можно рекомендовать прибор МИЗ для контроля червячных фрез.

При измерении переднего угла разверток прибор настраивается на режим контроля радиальности поверхности фрез с той разницей, что измерительная каретка разворачивается на угол наклона винтового зуба ω . Этим обеспечивается перемещение измерительного наконечника в нормальной секущей плоскости, т.е. перпендикулярно касательной к лезвию зуба. При измерении фиксируется величина перемещения измерительного наконечника x_{Γ} в плоскости, проходящей через ось силовой развертки, и смещение наконечника $x_{\text{В}}$ в плоскости, нормальной режущему лезвию. Передний угол определяется из соотношения

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x_{\text{В}}}{x_{\Gamma}} . \quad (8)$$

Для измерения заднего угла производится продольное перемещение салазок с инструментом относительно вертикальной ножки индикатора. Величина этого перемещения x'_{Γ} оценивается при помощи измерительного микроскопа; вертикальное перемещение измерительного наконечника $x'_{\text{В}}$ (спад затылка зуба) фиксируется индикатором часового типа с ценой деления 1мкм. Задний угол определяется из соотношения

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{x'_{\text{В}}}{x'_{\Gamma}} .$$

Л и т е р а т у р а

1. Ящерицын П.И., Комаров В.Н., Миткевич С.И. Новые методы затылования инструментов. — Промышленность Белоруссии. 1972, №10.
2. Ящерицын П.И., Комаров В.Н., Миткевич С.И. Повышение производительности обработки отверстий методом силового развертывания. — В сб.: Совре-

менная обработка металлов и неметаллов резанием. М., 1973.

3. Эффективное применение силового разворачивания в машиностроении. Обзорная информация/ П.И.Ящерицын, В.Н.Комаров, С.И.Миткевич, Л.С.Овчинников - Мн., 1979.

4. Миткевич С.И. Исследование силового разворачивания. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. - Мн., 1975.

5. Овчинников Л.С. Исследование точности и качества обработанной поверхности при силовом разворачивании. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд.техн.наук. -Мн., 1978.

6. АС 371037 (СССР). Режущий инструмент/ П.И.Ящерицын, С.И.Миткевич, В.Н.Комаров. - Оpubл. в Б.И., 1974, №12.

УДК 621.919

Н.И.Жигалко

ОСОБЕННОСТИ ЗАТОЧКИ И ДОВОДКИ НАПАЙНЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НАРУЖНЫХ ПРОТЯЖЕК

Блок наружных твердосплавных протяжек, например для обработки елочного хвостовика лопаток турбин, обычно состоит из нескольких секций [1]. Количество их зависит от формы и размеров протягиваемой поверхности и величины снимаемого припуска.

Каждая из секций является твердосплавной напайной протяжкой, имеющей в основном призматическую форму. Протяжка обычно состоит из корпуса, изготовленного из конструкционной стали 40Х, и напайных твердосплавных пластинок различных марок Т5К12В, ВК100М, ТТ7К12 и др.

Технология производства корпусов секций протяжек призматической формы, изготовленных из обычной конструкционной стали 40Х, чаще всего не имеет особенных элементов оригинальности по сравнению с деталями конструкции. Получение формы корпусов секций протяжек из кованных и отожженных заготовок обеспечивается фрезерованием, строганием или черновым шлифованием на обычных металлорежущих станках. После этого фрезеруются гнезда под твердосплавные пластинки и стружечные канавки, а затем осуществляется слесарная зачистка гнезд, а также сверление крепежных отверстий и нарезание в них резьбы.

Припайка пластинок твердого сплава к корпусам секций протяжек является следующим технологическим этапом. Напайка