

НОВЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь*

Общеизвестные положительные стороны вибросверления [3, 4]. При вибросверлении существующими способами материал заготовки при осевой вибрации инструмента и траектории перемещения режущих клиньев снимается элементами в виде запыток. При подаче S , скорости v , амплитуде A осевой вибрации и длине λ волны α синусоид траектории передний угол изменяется от $+\gamma_1$ до $-\gamma_2$, задний угол – от α_1 до α_2 , угол резания – от острого δ_1 до тупого δ_2 .

В новом способе [5] вибросверления заготовки с исходной поверхностью 1 (рис. 1) инструменту одновременно придается вибрация в осевом и круговом направлениях, а его режущие клинья перемещаются по траектории 2. При этом резание осуществляется практически с постоянными углами γ , α , δ . При врезании инструмента обеспечиваются нагромождение 4 материала и положение 5 клина 3. После этого он отводится из зоны резания в положение 7. При очередном врезании клина осуществляется срезание нагроможденного элемента 6 и новое нагромождение материала. Для реализации способа необходимо соблюдать определенные соотношения частоты вращения заготовки (инструмента) n , диаметра отверстия d (вибросверла), угла φ между биссектрисой угла заострения режущего клина и перпендикулярной его передней поверхности плоскостью (рис. 2), отношения частот вибрации f и вращения.

Способ осуществляется при помощи устройства с наклоненными под углом φ рессорами, схема которого показана на рис. 2 [5]. Устройство при обработке заготовок 1 вибросверлом 2 на токарно - винторезном станке состоит из стойки 3 с кондукторной втулкой, державки 4, рессор 5, штока 6, корпуса 7 виброголовки и привода 8 вибрации в виде кулачка. Заготовка 1 закрепляется в трехкулачковом или цанговом патроне станка и вращается с частотой n . Инструмент (диаметром d) с внутренним каналом для подвода СОЖ направляется кондукторной втулкой, размещенной в установленной на направляющих станины стойке 3, подается с подачей S_0 и вибрирует в осевом и круговом направлениях с частотой f , задаваемой кулачком привода 8 вибрации (частота вращения кулачка $n_k = f$). Державка 4 посредством наклоненных под углом φ рессор 5, взаимодействующих со штоком 6 устройства, соединена с корпусом 7 с возможностью винтового перемещения.

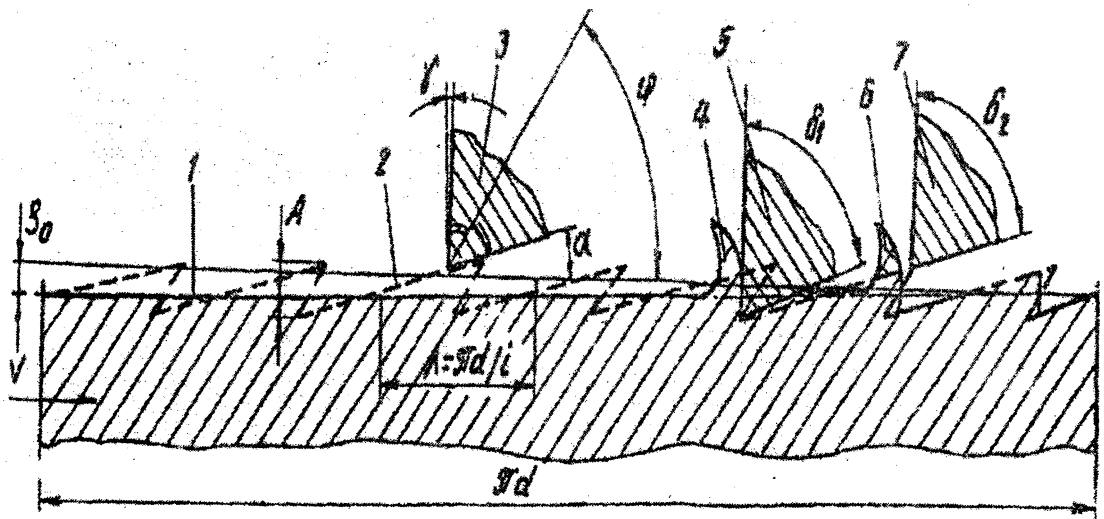


Рис. 1. Кинематика перемещения режущих клиньев сверла при вибросверлении

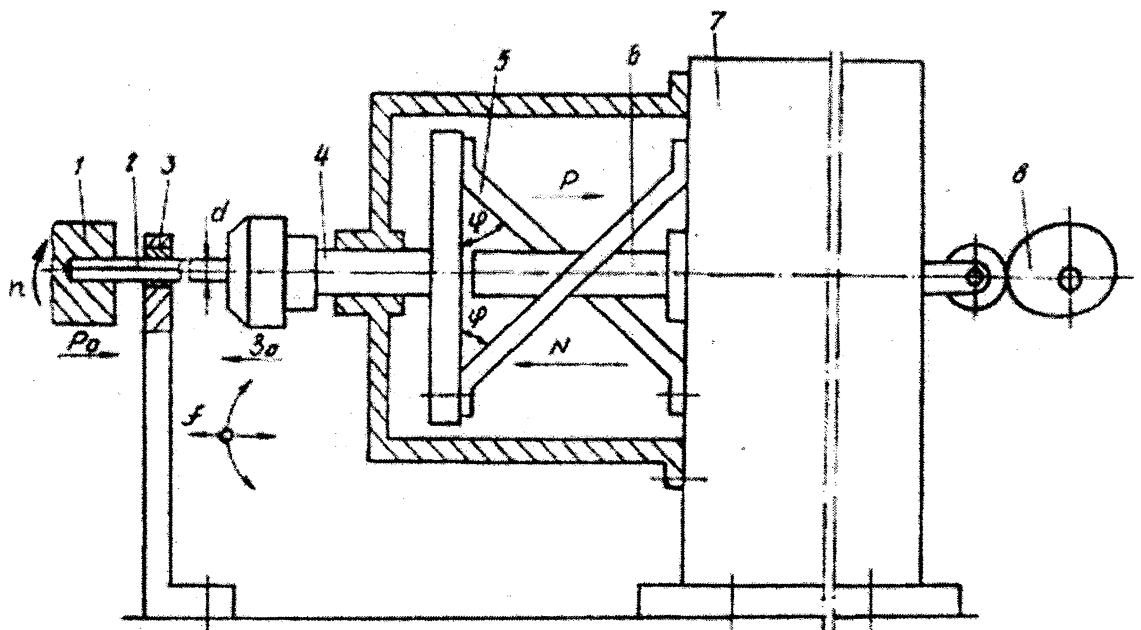


Рис. 2. Схема вибросверильной головки

Привод осевой вибрации (кулачок 8) во взаимодействии с гидроусилителем устройства и рессорами 5 обеспечивает плавное врезание и быстрый отвод режущих кромок инструмента 2 из зоны резания. Устройство в виде вибрационной головки можно устанавливать вместо задней бабки токарно-винторезных станков.

Более мелкое дробление стружки, хорошее вымывание ее из отверстия СОЖ, высокая производительность обработки, хорошее качество отверстия достигается тем, что подача $S_0 = (0,002 \dots 0,05) d$, где d – диаметр инструмента;

амплитуда $A = 2S_0$, частота n вращения заготовки выбирается из соотношения $n \leq (Actg\varphi_1)/(1,1\pi dt)$, где φ_1 – угол между биссектрисой угла заострения режущих клиньев инструмента и перпендикулярной ей плоскостью; отношение $i = i_n + i_0$, где $i_n = 4 \dots 8$, i_0 – дробный остаток колебаний на оборот заготовки принимаемый $i_0 = 0,1i_n$; частоту f вибрации инструмента в Гц назначают равной $f = ni/60$ (здесь n в мин⁻¹).

Державка с инструментом и корпус соединены между собой подвижно в осевом и круговом направлениях посредством рессор, установленных относительно торцевой поверхности корпуса под углом φ , выбираемым по зависимости $\varphi = 45 + (\alpha + \gamma)/2$, где α – задний угол режущего инструмента, принимается $\alpha = \arctg[(2Ai + S_0)/\pi d]$; γ – передний угол инструмента, выбирается из значений $\gamma = 0 \dots 2^\circ$. Привод осевой вибрации выполнен в виде несимметричного кулачка, 3/4 контура которого предназначены для обеспечения перемещения инструмента в направлении подачи, а 1/4 контура – для более быстрого перемещения в обратном направлении. Сила привода вибрации должна превышать сумму сил деформации рессор и увеличенной в 1,5 раза осевой составляющей максимальной силы резания, а суммарная жесткость рессор должна обеспечивать их возврат в исходное положение с наибольшей скоростью и за наиболее короткое время, что обеспечивается формой приводного кулачка. Осевые силы деформации рессор P и на штоке устройства N выбираются из соотношения $N \geq (P = 1,5P_0)$, где P_0 – осевая составляющая силы резания.

Оборудование для вибрационной обработки резанием промышленностью серийно не выпускается. Поэтому чаще всего для этих целей используются обычные металлорежущие станки (токарно-винторезные, сверлильные и др.) с определенной их модернизацией и дооснащением [4, 7]. Модернизация, как правило, сводится к изменению частот вращения шпинделей в сторону увеличения, уменьшения подач, а также обеспечению вибрации инструмента, оснащения насосными станциями подачи СОЖ под давлением до 12,5 МПа и обеспечения работы гидроусилителей устанавливаемых на станках виброголовок с приводом вибрации давлением 4 МПа. Иногда модернизированные токарно-винторезные станки оснащаются дополнительной виброголовкой электромеханического действия для обеспечения виброточения труднообрабатываемых материалов с помощью вибрирующих резцов. Для обеспечения вращения кулачков привода вибрации могут устанавливаться системы со сменными зубчатыми колесами и валами отбора мощности от шпинделей станков.

Примером такой модернизации может служить виброустановка ВУ-2, созданная на базе модернизации токарно-винторезного станка 1Е61М. На рис. 3 показана кинематическая схема станка после модернизации. Кинематика ВУ-2 позволяет обеспечивать частоты вращения шпинделя от 90 до 4000 мин⁻¹ (до модернизации $n = 35 \dots 1600$ мин⁻¹) и подачи от 0,008 до 6,0 мм/мин (до модернизации $S = 0,04 \dots 6$ мм/об). Станок дополнительно оборудован устройством для быстрого отвода вибросверлильной головки через соединенный с ней суп-

порт при затуплении инструмента (срабатывании датчикового устройства). В качестве привода устройства отвода использован электродвигатель (на рис. 3, М₂) А02-12-14 мощностью $N = 0,8$ кВт, $n = 1360$ мин⁻¹. Установка оборудована виброголовкой резцодержателя, насосными станциями подачи СОЖ и вибросверлильной головкой. Установка рассчитана на работу в полуавтоматизированном режиме. Станок оснащен также стойкой с направляющей втулкой [3, 4], отверстие которой имеет форму поперечного сечения вибросверла [6].

При вибросверлении отверстий $d = 3 \dots 12$ мм новым способом в 2 раза мельче дробится стружка; достигается шероховатость с $R_a \leq 1,2$ мкм, точность отверстий по 8 квалитету, повышение производительности на 44%, увеличение стойкости инструмента в 1,6 раза.

Для обработки ППД просверленных отверстий используется дорнование по групповой схеме дорнами с зубьями, имеющими расположенные в шахматном порядке цилиндрические выпуклости и лыски [1]. При этом число z выпуклых участков, длины l_1 и l_2 соответственно выпуклостей по хорде и лысок по периметру инструмента, угол φ_1 между лыской и касательной к окружности в точке перехода цилиндрической выпуклости диаметром d в лыску связаны строго определенными соотношениями.

При использовании инструмента уменьшается в 1,54... 1,7 раза сила дорнования, в 2 раза овальность и конусность отверстий, а параметр R_a до 0,17 мм; повышается до 26% степень упрочнения материала и в 2 раза стойкость дорнов.

Для образования на поверхности отверстий полностью и частично регулярных микрорельефов (ПРМР и ЧРМР) предложен комбинированный инструмент [2]. В деформирующую его часть входят две вращающиеся двухзубые секции для образования ПРМР и два вращающихся зуба для образования ЧРМР. В первой и второй секциях оба зуба имеют направленные в разные стороны винтовые широкие выпуклости, расположенные в шахматном порядке под углами γ_1 и γ_2 к оси инструмента. При обработке вся поверхность дважды перекрывается следами выпуклостей и создается ПРМР.

Вращающиеся зубья для образования ЧРМР имеют винтовые узкие выпуклости, наклоненные у одного зуба в одну, у другого – в другую стороны под одним или разными углами γ_3 и γ_4 к оси инструмента. Они образуют при обработке перекрещивающиеся следы в виде канавок глубиной h (ЧРМР) и регулярных поднутренных неровностей (РПН) в виде приканавочных наплывов (выступов) высотой h_n .

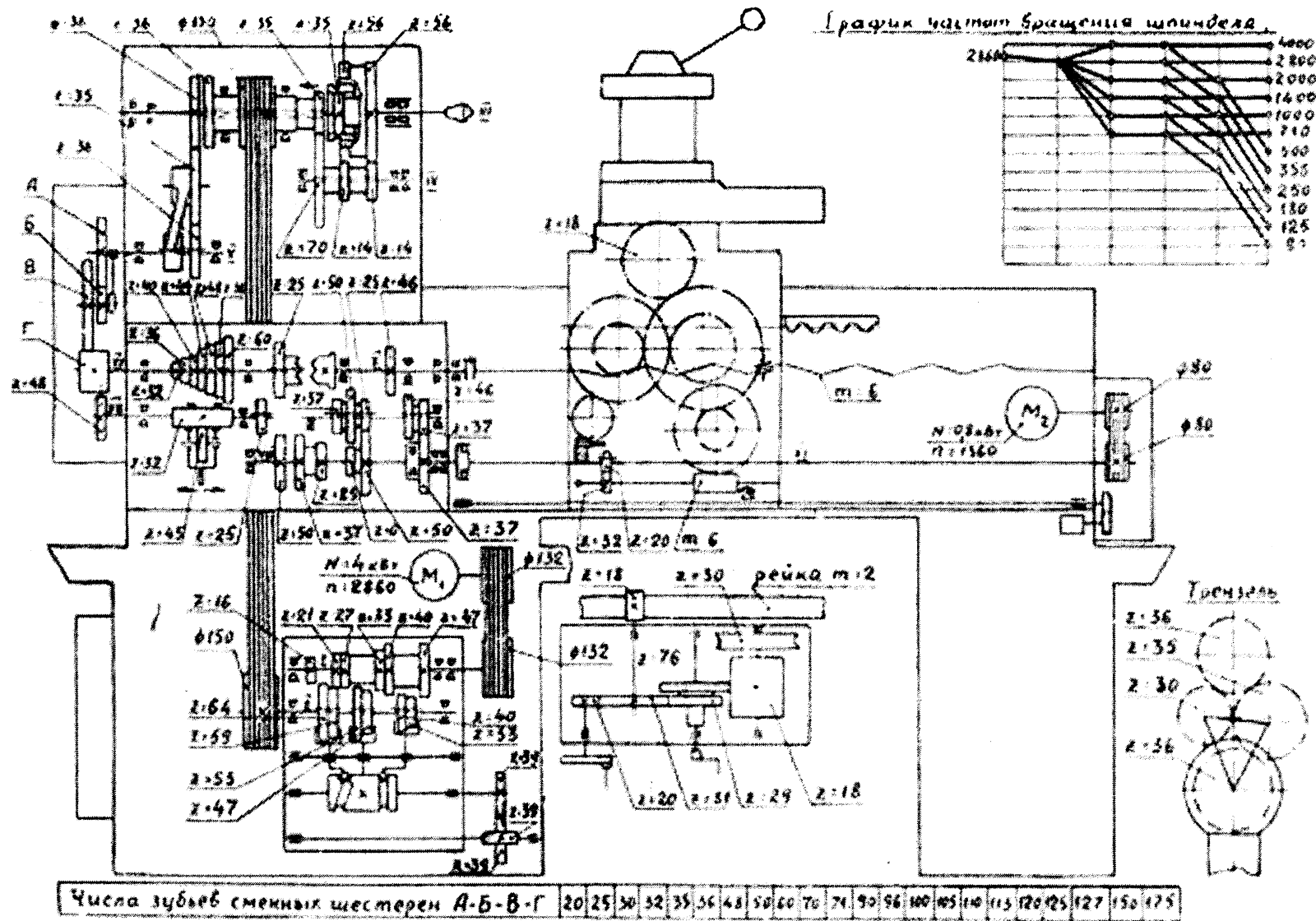


Рис. 3. Кинематическая схема вибрационной установки ВУ-2

В случае необходимости РПН могут оставаться на поверхности отверстия или удаляться, что выполняется зубьями режущей части, а выравнивание поверхности от срезанных наплывов и калибрование отверстия выполняется калибрующей частью инструмента, состоящей из нескольких зубьев. При различном укомплектовании инструмента можно использовать на поверхностях различные сочетания: ПРМР + РПН; ЧРМР с параметрами по ГОСТ 24773-81 с РПН или без них [2, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР 1766644. Инструмент для дорнования отверстий / В.А.Горохов. 2. А.с. СССР 1792823. Комбинированный инструмент для регуляризации микрорельефов / В.А.Горохов. 3. А.с. СССР 844157. Устройство для сверления отверстий / В.А.Горохов. 4. Горохов В.А. Оборудование и оснастка для комбинированной обработки отверстий / Химическое и нефтяное машиностроение. 1992. №2. – С. 36-39. 5. Патент РФ № 2023537. Способ вибрационной обработки и устройство для его обеспечения / В.А.Горохов. 6. Патент РБ № 4060. Способ прецизионной обработки длинных отверстий малого диаметра и устройство для его осуществления / В.А.Горохов. 7. Горохов В.А. Технология обработки материалов. – Мн.: Беларуская навука, 2000. – 439 с.

62I.833/.834.00I.24

Василенок В.Д.

НАРЕЗАНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С МОДИФИКАЦИЕЙ НОЖЕК ЗУБЬЕВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Режущий инструмент с протуберанцем применяют для образования переходной кривой зуба с поднутрением при полуступенчатом нарезании зубьев под шевер или под шлифование или для преднамеренного отклонения поверхности зуба от главной поверхности, осуществляемое для компенсации действия факторов отрицательно влияющих на работу передачи.

Снижение материалоемкости и металлоемкости машин диктует применение трансмиссий машин с высоконапряженными зубчатыми колесами, изготавливаемыми из цементуемых сталей. У таких зубчатых колес, после термообработки, шлифуется эвольвентный профиль зуба. Для обеспечения свободного