

Головкин В.В.
Самарский государственный технический университет

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ В ДЕТАЛЯХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Приведены прогрессивные конструкции ультразвуковых устройств позволяющие повысить эффективность процесса нарезания резьб в деталях автомобиля. В результате возможно повысить стойкость инструмента, производительность процесса и качество нарезаемых резьб.

Ключевые слова: нарезание резьб, технология, ультразвук, качество, производительность.

Вступ. В современном автомобилестроении в настоящее время всё более широкое применение находят высокоэффективные технологии механической обработки.

Как известно, на долю резьбовых соединений в автомобилях приходится значительная часть всех применяемых деталей. Однако, процесс резьбонарезания характеризуется низкой производительностью, недостаточной стойкостью инструмента, а также неудовлетворительным качеством полученных резьб и даже браком ответственных деталей.

Одним из прогрессивных методов изготовления резьбовых деталей является метод нарезания резьб с применением ультразвука. Для реализации высокоэффективного способа нарезания резьб в Самарском Государственном Техническом Университете разработана гамма ультразвуковых устройств с пьезокерамическим преобразователем, конструкция которых учитывает особенности нарезания резьб в глухих отверстиях.

Для нарезания резьб М2-М14 в глухих отверстиях использовали два типа ультразвуковых резьбонарезных устройств, оснащенных пьезокерамическими преобразователями.

На рисунке 1 приведен общий вид устройства для нарезания резьб М5-М14 в глухих отверстиях. Устройство позволяет компенсировать несоосность метчика и обрабатываемого отверстия, погрешность подачи метчика и шага нарезаемой резьбы. Имеется настройка на заданную глубину резьбонарезания, а также возможность кратковременного реверсирования метчика, при достижении им предельно-допустимого крутящего момента. Ультразвуковое устройство с помощью конического хвостовика 16 устанавливается в шпинделе сверлильного станка. В корпусе 16 с помощью шарикоподшипников 19 установлен шпиндельный узел, состоящий из ведущего 6 и ведомого 5 валов и патрона с ультразвуковой системой.

Ведущий вал закреплен в корпусе на сферическом подшипнике 18, что позволяет ему отклоняться от оси шпинделя. Ведомый и ведущий валы представляют собой телескопическую систему, в которой крутящий момент передается посредством шарикоподшипников, установленных в ведущем валу с возможностью перемещения в осевом направлении. От корпуса к ведущему валу крутящий момент передается через шариковую муфту, состоящую из шариков 17, взаимодействующих с пазами ведомого вала, подпружиненной втулки 12, и кольца 11. Настройка муфты осуществляется пружинами 10 при осевом перемещении кольца 11. Такое конструктивное исполнение предохранительной муфты позволяет быстро и точно настраивать ее на необходимое усилие срабатывания и в широком диапазоне.

При возрастании крутящего момента выше допускаемого, звездочка ведомого вала 5 выталкивает шарики 17 из пазов ведущего вала 6. Шарики смещают вдоль оси втулку 12, преодолевая сопротивление пружин. При перемещении втулки рычаг, установленный в корпусе 13, закрепленном на неподвижной штанге 13, воздействует на датчик 15. Датчик дает команду на блок управления, который включает кратковременный реверс шпинделя станка. Центрируется шпиндель за счет выборки зазоров между ведущим валом 6 и корпусом 16, при помощи шариков 7 и втулки 8. Требуемая глубина обработки настраивается перемещением корпуса 9 с установленным в нем датчиком 3. При срабатывании датчика включается реверс шпинделя.

Пьезокерамический преобразователь пакетного типа состоит из пьезоэлементов 22, расположенных между частотопонижающей накладкой 21 и концентратором 1. Метчик закрепляется в цанговом патроне 2. Электрические сигналы подаются от ультразвукового генератора на токосъемные кольца 20 через меднографитовые щетки 4. Применение

пьезокерамического преобразователя позволило значительно сократить габариты и массу устройства, а также исключить необходимость применения водяного охлаждения преобразователя. Следует отметить, что в данном устройстве критерием затупления метчика является увеличение крутящего момента выше допускаемого предельного значения. При этом максимально используется режущая способность метчика, исключается возможность его поломки и отпадает необходимость контроля износа режущих зубьев.

На рисунке 2 приведен общий вид ультразвукового устройства для нарезания внутренних резьб М2-М6.

Представленное устройство содержит пьезокерамический преобразователь 1 и токоподводящий узел 2, которые установлены в телескопической системе 3, позволяющей компенсировать погрешность установки обрабатываемой детали на станке. В устройстве имеется узел 5, осуществляющий кратковременное реверсирование шпинделя при срабатывании предохранительной муфты.

Отличительной особенностью данного устройства является то, что все узлы размещены в неподвижном корпусе 7. В ведущем валу 6 имеется конусное посадочное отверстие, с помощью которого ультразвуковое устройство устанавливается на шпиндель станка. Основным конструктивным отличием данной ультразвуковой головки является применение электромагнитной муфты 4, позволяющей плавно и точно настраивать предохранительное устройство на предельно-допустимый крутящий момент. Кроме того, приведенное устройство имеет значительные меньшие габариты и массу.

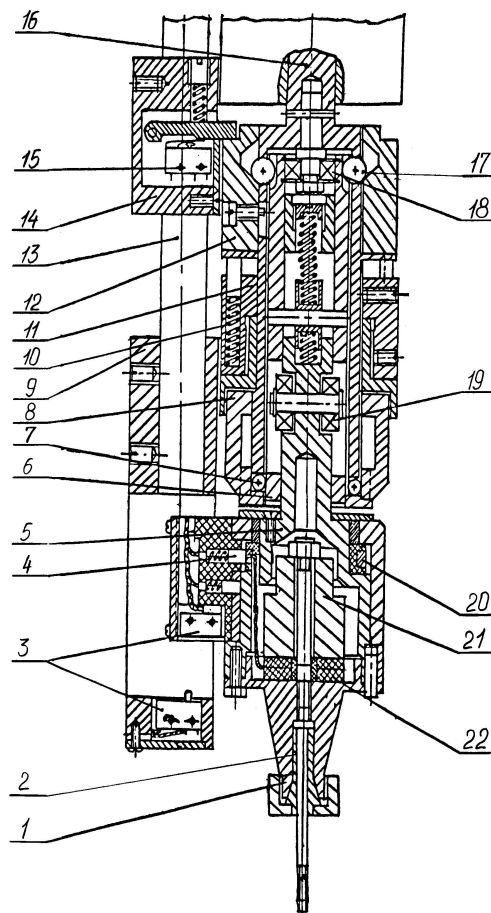


Рисунок 1. Ультразвуковое устройство, применяемое для нарезания резьб М5 - М14 в глухих отверстиях: 1-

1- цанга, 2 – метчик, 3 – микропереключатель, 4 – щетки, 5 – ведомый вал, 6 – ведущий вал; 7 шарики, 8 – втулка; 9 – корпус, 10 – втулка; 11 – вал, 12 - втулка; 13- штанга; 14 – корпус, 15 – микропереключатель; 16 - ведущий вал, 17 – шарики; 18 - сферический подшипник; 19 – шариковые подшипники; 20 – токосъемное кольцо; 21 – частотопонижающая накладка; 22- пьезопластина.

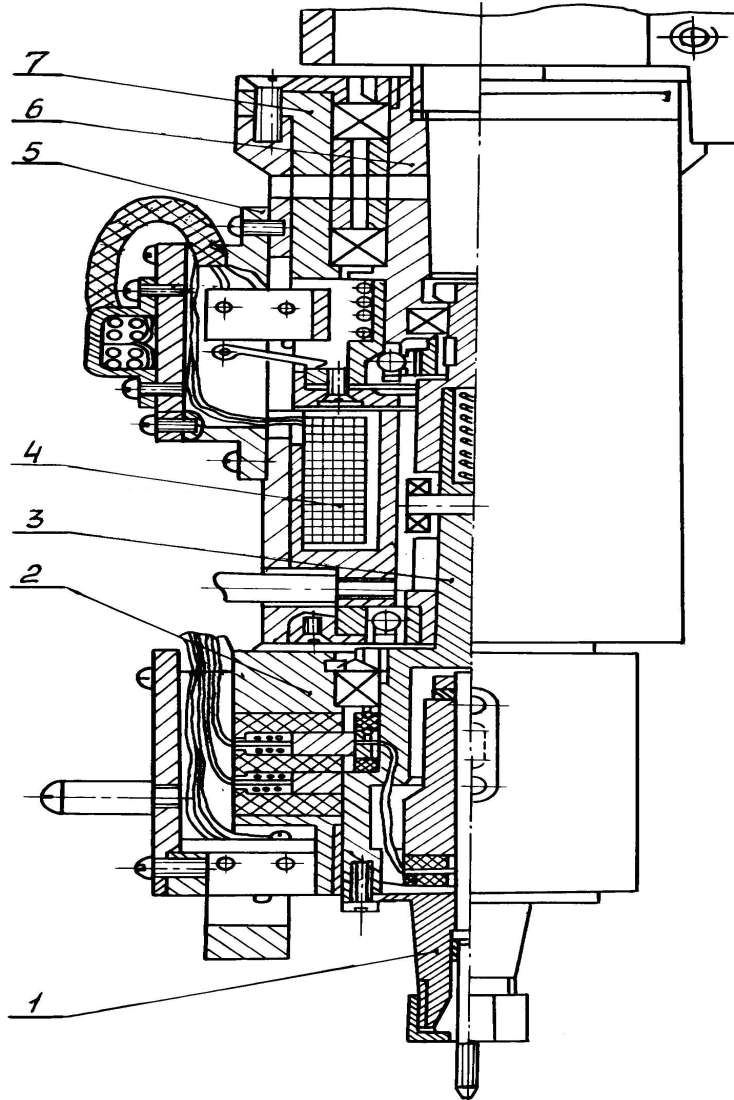


Рисунок 2. Ультразвуковое устройство, применяемое для нарезания резьб М2-М6 в глухих отверстиях: 1 - концентратор; 2 – корпус; 3 – ведомый вал; 4 – обмотка электромагнитной муфты; 5 – корпус; 6 – ведущий вал; 7 – втулка.

Установлено, что применение ультразвука при резьбонарезании позволяет автоматизировать процесс обработки, повысить производительность труда и работоспособность инструмента, а также улучшить качественные характеристики поверхностного слоя и точность нарезанных резьб. При нарезании резьбы метчиком доминирующим фактором является крутящий момент ($M_{кр}$). Очевидно, что по изменению крутящего момента в процессе работы можно судить о работоспособности инструмента, например, при затуплении режущих кромок метчика увеличивается крутящий момент резания. В качестве критерия, определяющего работоспособность метчика, принято два основных фактора – износ по задней поверхности режущих зубьев и предельный крутящий момент, допускаемый прочностью метчика. Кроме того, определённым значениям крутящего момента соответствуют начало интенсивного износа и выкрашивания режущих зубьев метчика.

С учётом вышеизложенного были проведены исследования при обычном и ультразвуковом нарезании резьбы. Инструменту сообщались осевые колебания ультразвуковой частоты ($f=20\dots22$ кГц) и в процессе эксперимента варьировалась величина амплитуды ультразвуковых колебаний.

Анализ полученных осциллограмм (рисунок 3) показал, что при нарезании с оптимальной амплитудой ультразвуковых колебаний ($\xi=5\dots6$ мкм) наблюдалось снижение величин крутящего момента в 1,5...1,7 раза. Кроме того, особенно важным является снижение значения скачка крутящего момента при вывинчивании метчика на 30...40%, что позволяет уменьшить количество сколов режущих зубьев метчика.

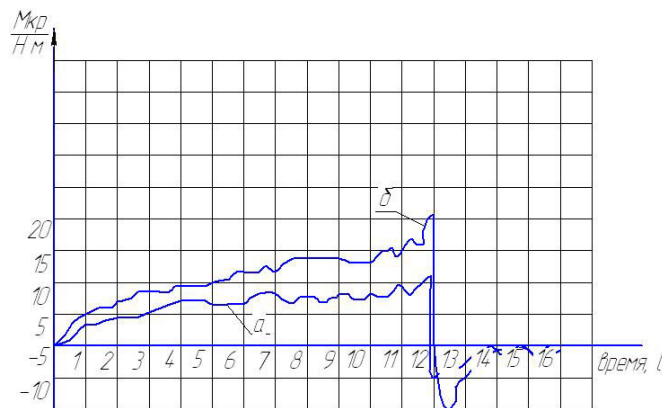


Рисунок 3 - Осциллограмма крутящего момента при нарезании резьбы в глухом отверстии.
а) -с ультразвуком; б) – без ультразвука.

В процессе работ также определялись величины крутящего момента (M_1), соответствующего началу скола режущих зубьев метчика и момента (M_2), соответствующего полному разрушению метчика. Кроме того, было проведено сравнение испытания работоспособности метчиков с износостойким покрытием TiN в условиях ультразвукового воздействия. Результаты этих исследований представлены на рисунке 2.

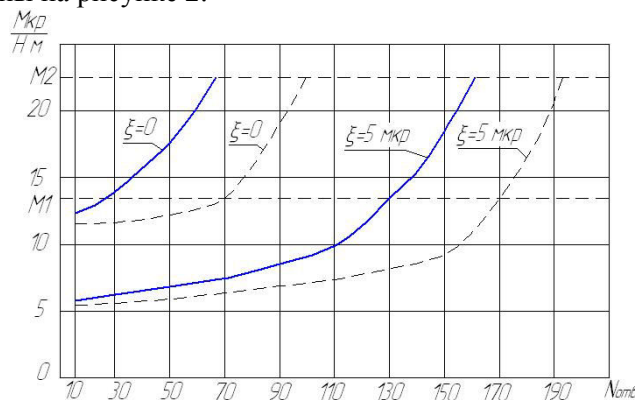


Рисунок 4. Изменение крутящего момента от количества обработанных отверстий.
— инструмент без покрытия;
- - - - инструмент с покрытием TiN

Установлено, что сообщение ультразвуковых колебаний метчику повышает его стойкость в 2...3 раза, а покрытие из TiN позволяет дополнительно повысить стойкость на 50...80%. Повышение работоспособности метчиков в данном случае связано с уменьшением силовых факторов, действующих на рабочие поверхности инструмента, исключением нароста и активизацией технологической сферы, что в конечном итоге приводит к значительному уменьшению адгезионных явлений, которые являются основным видом износа метчиков.

Таким образом, применение прогрессивного метода нарезания резьб с наложением на инструмент ультразвуковых колебаний позволяет повысить производительность процесса в среднем в 2-3 раза, увеличить стойкость инструмента в 3-5 раз, а также повысить качество, точность и прочностные характеристики нарезанных резьб.

1. Калашников В.В. Ультразвуковая механическая обработка и сборка / В.В. Калашников, М.С. Нерубай, Б.Л. Штриков. – Самара: Самар. Кн. изд-во, 1995.– 191 с.
2. Кравченко Б.А. Физические аспекты теории процесса резания металлов / Б.А. Кравченко, А.Б. Кравченко.– Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2000.– 264 с.

REFERENCES

1. Kalashnikov, V.V., Nerubai, M.S. & Shtrikov, B.L. *Ul'trazvukovaya mekhanicheskaya obrabotka i sborka* [Ultrasound mechanical processing and assembling]. Samara, Samara Publ., 1995. 191 p.
2. Kravchenko, B.A. & Kravchenko, A.B. *Fizicheskie aspekty teorii protsessa rezaniya metallov* [Physical aspects of the theory of metal cutting]. Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, 2000. 264 p.

Головкин В.В. Прогресивні технології нарізання різьб в деталях автомобілів із застосуванням ультразвуку.

В статті наведено прогресивні конструкції ультразвукових пристроїв, які дозволяють підвищити ефективність процесу нарізування різьб в деталях автомобіля. В результаті застосування таких пристроїв можна підвищити стійкість інструменту, продуктивність процесу і якість нарізання різьб.

Ключові слова: нарізання різьб, технологія, ультразвук, якість, продуктивність.

V. Golovkin. Advanced technologies of tapping in cars parts with usage of ultrasound.

The paper presents the design of advanced ultrasound devices that can improve the efficiency of the tapping in the car parts. The application of such devices can increase tool life, productivity of the process and the quality of tapping.

Keywords: tapping technology, ultrasound, quality, performance.

АВТОР:

ГОЛОВКИН Валерий Викторович, к.т.н, доцент Самарский государственный технический университет; e-mail: valeriigolovkin1962@mail.ru

АВТОР:

ГОЛОВКИН Валерій Вікторович, к.т.н, доцент, Самарський державний технічний університет; e-mail: valeriigolovkin1962@mail.ru

AUTHOR:

Valerii GOLOVKIN, Ph.D., Assoc. Professor, Samara State Technical University; e-mail: valeriigolovkin1962@mail.ru

РЕЦЕНЗЕНТ:

МАРЧУК В.И.: д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Приборостроения Луцкого национального технического университета, г. Луцк, Украина.

РЕЦЕНЗЕНТ:

МАРЧУК В.І.: д.т.н., професор, завідувач кафедри Приладобудування Луцького національного технічного університету, м. Луцьк, Україна.

REVIEWER:

V. MARCHUK: Doctor of Science in Technology, Professor, Lutsk National Technical University, Head of Instrument Making Department, Lutsk, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 15.09.2014р.