

упрочнения деталей автомобиля из алюминиевых сплавов. Журнал «Автомобильная промышленность», № 2, 2006 г.

6. Жуковский А.В., Шандров Б.В. Мониторинг процесса микродугового оксидирования с применением персонального компьютера. Журнал «Известия МГТУ «МАМИ» №1 (7), 2009г., с.121-124

7. Шандров Б.В. Оборудование и технологии микродугового оксидирования. Журнал «Автомобильная промышленность», № 5, 2007 г.

8. Шандров Б.В., Филиппов В.В., Хомякова Н.В., Волков С.В. Упрочнение поверхностей изделий нанесением покрытий физико-химическим методом. Журнал «Известия МГТУ «МАМИ», 2013, № 1 (15), т.2, стр. 108-112

***Влияние режимов резания и конструкционных параметров устройства для комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием на шероховатость обработанной поверхности нежестких деталей типа полый цилиндр***

Ветрова Е.А., Лебедев П.А., Адеев А.С.  
Университет Машиностроения  
495-223-05-23, доб. 1327

*Анотация.* Режимы резания и конструкционные параметры устройства для комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием оказывают существенное влияние на шероховатость обработанной поверхности нежестких деталей типа полый цилиндр.

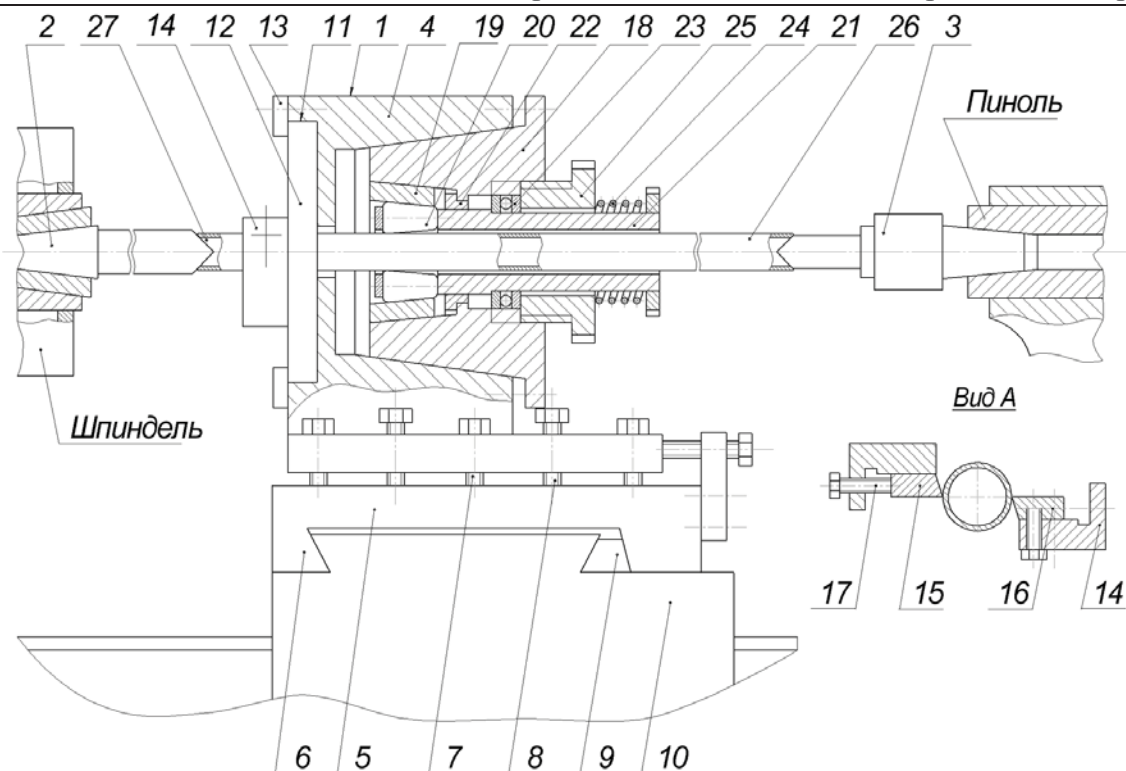
*Ключевые слова:* конструкционные параметры устройства, комбинированная обработка, режимы резания, нежесткие цилиндрические детали, устройство для комбинированной обработки, шероховатость поверхности, влияние на шероховатость.

В автомобильной промышленности, в том числе в тракторостроении, сельскохозяйственном, дорожностроительном и других производствах, для работы с навесными механизмами широко используются гидро- и пневмоцилиндры. Такое широкое использование данных деталей типа полый цилиндр в самых разнообразных машинах, устройствах и комплексах вызывает необходимость изготовления гидро- и пневмоцилиндров в широком диапазоне габаритных размеров – как по диаметрам штоков и отверстий цилиндров, так и по их длинам. Одной из особенностей таких деталей является их нежесткость из-за большого соотношения диаметрального и линейного размеров, что оказывает негативное влияние на результаты обработки [1,2].

На основании проведенных ранее исследований [1,2] было установлено, что при обработке нежестких полых цилиндров наиболее выгодно использовать устройства для комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием (ППД), поскольку комбинированная обработка в данном случае дает выигрыш в производительности, высокие показатели точности обработки (8-9 квалитет) и хорошую шероховатость обработанной поверхности ( $R_a = 0.08...0.32 \text{ мкм}$ ).

На данный момент известно большое количество конструкций устройств для реализации метода комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием. Однако же наибольший эффект позволяют получить те устройства, в которых достигается относительное постоянство силового воздействия на деталь в течение всего процесса обработки, поскольку это существенно повышает качество обработки [1,2].

Рассмотрим влияние конструкционных параметров устройства для комбинированной обработки на шероховатость обработанной поверхности нежестких деталей типа полый цилиндр на примере одного из таких устройств, конструкция которого представлена на рисунке 1 [1].



**Рисунок 1. Конструкция устройства для комбинированной обработки**

Представленное устройство состоит из обрабатывающей головки 1, переднего 2 и заднего 3 центров. На установочную плиту 6 при помощи крепежных винтов 7 и регулировочных винтов 8 устанавливается корпус 4 обрабатывающей головки 1, жестко соединенный или выполненный заедино с подошвой 5. Установочная плита 6 крепится на суппорте 10 токарного станка клином 9. В передней части корпуса 4 расположены направляющие 11 для размещения плавающего резцового блока 12, который удерживается подпружиненными прижимами 13. Режущие пластины (резцы) 15 устанавливаются в карманах бобышек 14 резцового блока 12 и крепятся клиньями 16. Для настройки резцового блока на размер обработки служат винты 17. Деформирующая часть рассматриваемого устройства устанавливается в коническом отверстии, расположенном в задней части корпуса 4. Деформирующая часть представляет собой корпус 18, в котором по коническому сопряжению установлен нажимной конус 19, по которому обкатываются рабочие элементы – ролики 20, заключенные в сепараторе 21. Бронзовая втулка 22 центрирует сепаратор 21 относительно корпуса 18. Упорный подшипник 23 воспринимает осевую нагрузку.

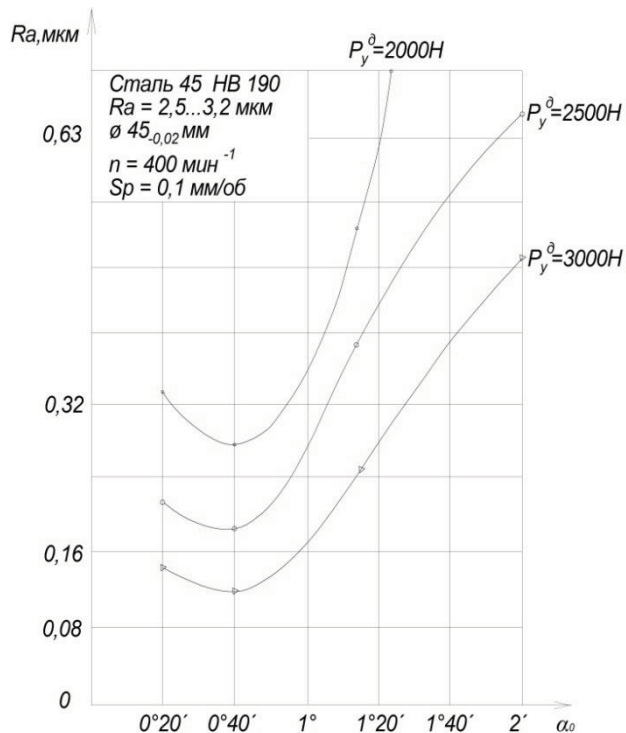
Взводящая пружина 24 располагается на хвостовике сепаратора. Нажимная гайка 25 перемещает сепаратор в осевом направлении и служит для установки размера. СОЖ подается в камеру, образованную торцом конического отверстия в корпусе 4 и передним торцом деформирующей части устройства, что позволяет охлаждать и смазывать ролики и резцы в процессе обработки, а также препятствует попаданию стружки в зону пластической деформации. В отверстие шпинделя токарного станка устанавливается передний ведущий центр 2, служащий для передачи крутящего момента и центрирования заготовки. В пиноль задней бабки токарного станка устанавливается задний центр 3, который имеет направляющие втулки 26, служащие опорной поверхностью для роликов 20 в начале обработки, и также для настройки на размер обработки резцов 15 и роликов 20.

В данной статье рассматривается, каким образом влияют на шероховатость обработанной поверхности задний угол и диаметр деформирующих роликов устройства для комбинированной обработки, а также определяется зависимость шероховатости от режимов резания.

В [1,3] ранее было проведено исследование влияния заднего угла и диаметра ролика на величину шероховатости поверхности детали после обработки ППД при прочих равных условиях. В процессе данного исследования были рассмотрены ролики: с различными зад-

ними углами ( $0^\circ$ ,  $1^\circ 20'$ ,  $2^\circ 30'$ ,  $4^\circ$ ,  $10^\circ$ ) и различных диаметров: (10, 12 и 15 мм).

На рисунке 2 представлена зависимость величины шероховатости поверхности детали, обработанной ППД, от величины заднего угла  $\alpha_0$  между деформирующим роликом инструмента и поверхностью данной детали. Исследование было проведено на деталях из стали 45 НВ 190  $\varnothing 45_{-0,02}^{+0,02}$  мм с шероховатостью поверхности после резания  $Ra=2,5...3,2$  мкм при  $n=400$  мин $^{-1}$  и  $S_p=0,1$  мм/об и трех значениях силы деформирования  $P_y^0 = 2000, 2500$  и  $3000$  Н.



**Рисунок 2. Зависимость величины шероховатости поверхности от величины заднего угла деформирующего ролика**

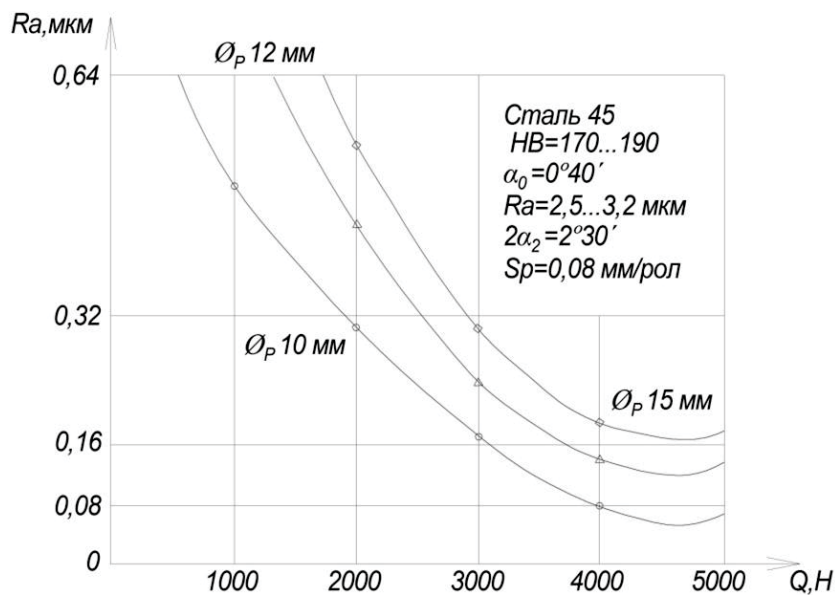
Представленный график показывает, что минимальная шероховатость обработанной поверхности может быть достигнута при заднем угле  $\alpha_0 = 0^\circ 40'$ . При уменьшении от данного оптимального значения заднего угла высота микронеровностей плавно возрастает и при угле  $\alpha_0 = 0^\circ 20'$  находится в пределах  $Ra=0,12...0,34$  мкм. При увеличении  $\alpha_0$  выше  $0^\circ 40'$  наблюдается более резкий рост величины шероховатости обработанной поверхности детали  $Ra$ . С увеличением подачи на деформирующий элемент при постоянном усилии минимально достигаемая величина шероховатости поверхности возрастает [1,3].

На рисунке 3 представлена зависимость величины шероховатости поверхности детали, обработанной ППД, от диаметра деформирующего ролика инструмента. Исследование проводилось на деталях из стали 45 НВ 170...190 с шероховатостью поверхности после резания  $Ra=2,5...3,2$  мкм при  $S_p=0,08$  мм/рол и трех значениях диаметра деформирующего ролика: 10, 12 и 15 мм. Задний угол между деформирующим роликом инструмента и поверхностью данной детали  $\alpha_0 = 0^\circ 40'$ .

Как видно из представленного графика, изменение диаметра ролика: 10 мм, 12 мм, 15 мм не влияет на величину минимально достигаемой шероховатости обработанной поверхности, вызывая лишь необходимость увеличения нормальных усилий на деформирующем элементе с целью повышения давлений в контакте для достижения шероховатости одной величины роликами разного диаметра [1,3].

Однако перед обработкой ППД нежесткой детали типа полый цилиндр при помощи деформирующей части устройства для комбинированной обработки должна быть получена наиболее оптимальная поверхность обрабатываемой заготовки под последующую обработку деформирующей частью рассматриваемого устройства [1,2]. Как известно, на шероховатость

поверхности заготовки после черновой обработки резанием влияют режимы резания, материал обрабатываемой заготовки, геометрия режущего инструмента и другие факторы. В данной статье мы рассмотрим некоторые из указанных зависимостей, а именно влияние режимов резания на шероховатость обрабатываемой поверхности детали.



**Рисунок 3. Зависимость величины шероховатости поверхности от диаметра деформирующего ролика**

Экспериментальное исследование проводилось авторами статьи на токарно-винторезном станке модели 16К20. В качестве образцов для проведения эксперимента были выбраны нежесткие полые цилиндры с наружным диаметром  $D=40 \text{ мм}$ , внутренним диаметром  $d=36 \text{ мм}$  и длиной  $\ell=500 \text{ мм}$ . Определение величины шероховатости  $R_a$  проводилось после обработки образцов из разного материала (сталь 45, 40Х и 9ХС) на различных режимах резания ( $n$ ,  $S$ ,  $t$ ) для трех резцов с различной геометрией режущей части (резец проходной с углом  $\varphi=45^\circ$ , материал режущей части – ВК6; резец проходной с углом  $\varphi=75^\circ$ , материал режущей части – Т5К10; резец фасонный круглый  $\varnothing 16,2 \text{ мм}$ , материал режущей части – СМЗ).

Полученные в результате эксперимента данные были сведены в таблицы, на основе которых затем были построены графики зависимостей, отражающие влияние режимов резания на шероховатость обработанной резцами поверхности заготовки. Ниже приведены некоторые из полученных графиков.

На рисунке 4 представлен график влияния частоты вращения  $n$  на шероховатость обработанной поверхности. Как видно из графика, с увеличением частоты вращения растет и шероховатость обрабатываемой поверхности  $R_a$ .

На рисунке 5 представлен график влияния величины подачи  $S$  на шероховатость обрабатываемой поверхности детали. С увеличением подачи возрастает и величина шероховатости.

На рисунке 6 изображен график зависимости величины шероховатости от глубины резания  $t$ . Увеличение глубины резания вызывает рост шероховатости поверхности.

Таким образом, исходя из представленных выше графиков зависимостей, можно сделать вывод, что при увеличении режимов резания возрастает и величина шероховатости обработанной поверхности детали. В дальнейшем авторами статьи планируется провести исследования по выявлению зависимостей шероховатости поверхности готовой детали от режимов обкатывания поверхности деформирующей частью устройства для комбинированной обработки.

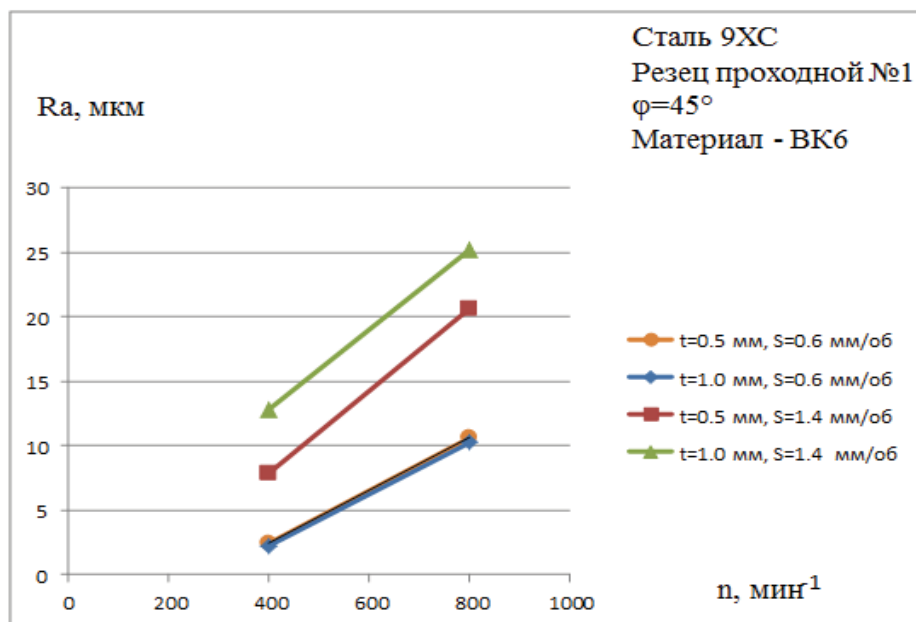


Рисунок 4. Влияние частоты вращения на шероховатость поверхности

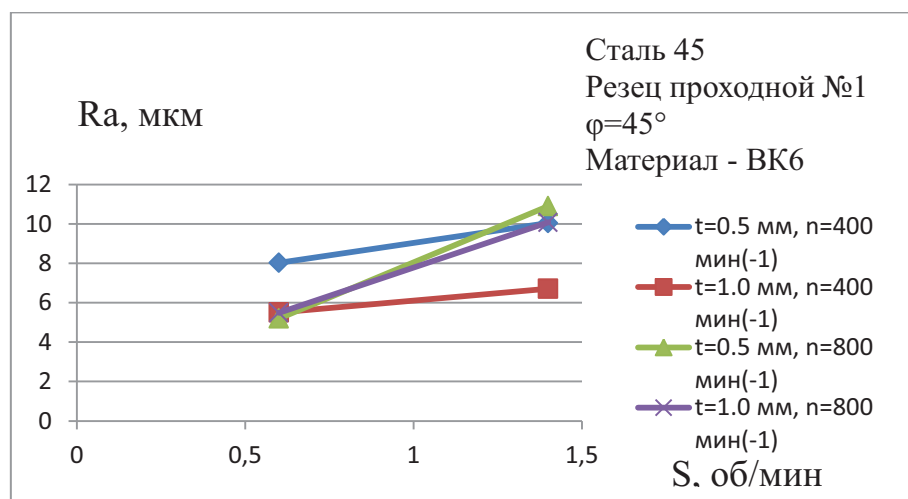


Рисунок 5. Влияние величины подачи на шероховатость поверхности

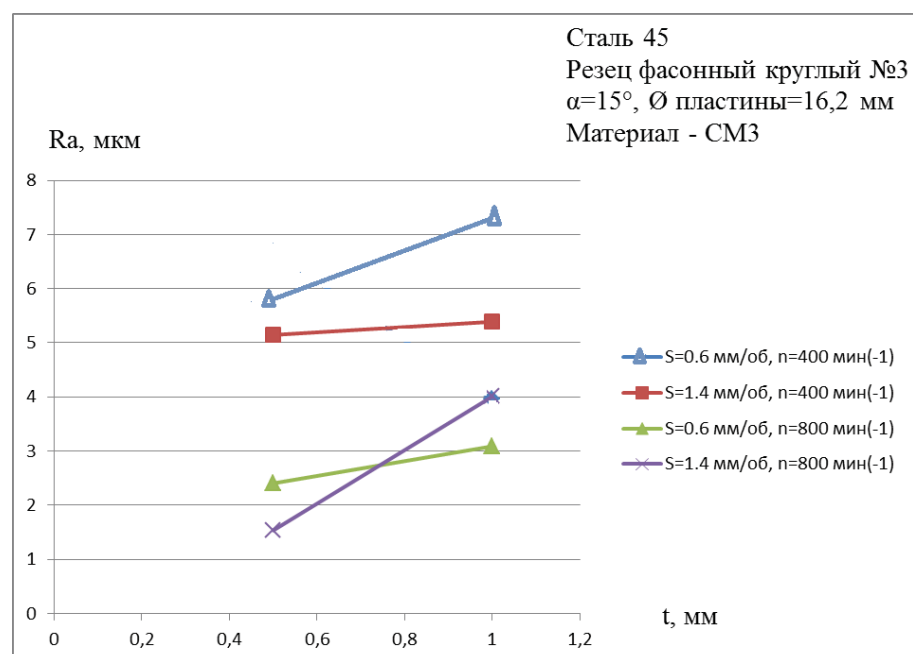


Рисунок 6 - Влияние глубины резания на шероховатость поверхности



### Выводы

Было выявлено оптимальное значение величины заднего угла деформирующего ролика, при котором может быть достигнута минимальная шероховатость поверхности, установлено, что диаметр ролика не влияет на величину шероховатости, а при повышении давления в контакте с деталью может быть получена одинаковая величина шероховатости роликами разного диаметра. На основании проведенных исследований было установлено, что при увеличении режимов резания возрастает величина шероховатости обработанной поверхности детали.

### Литература

1. Анкин А.В. Повышение производительности и качества комбинированной обработки нежестких валов. Дисс. ... к.т.н., - М., МАМИ, 1993.
2. Максимов Ю.В. Обеспечение качества и производительности обработки нежестких валов применением технологических систем с дополнительными контурами связи. Дисс. ... д.т.н., - М., МГТУ «МАМИ», 2000.
3. Руководящие материалы по размерно-чистовой и упрочняющей обработке поверхностным пластическим деформированием инструментами и устройствами ротационного действия. Москва – ОНТИ – 1966. - 119 с.

### **Получение оптимальных параметров режима для ультразвукового алмазного фрезерования ситалла**

Перепечкин А.А., Демидов Д.В., Опальницкий А.И., Петров К.В.  
ФГУП «НПО «Техномаш», Университета машиностроения,  
[artik\\_footbol@mail.ru](mailto:artik_footbol@mail.ru), 8(929)5784994

**Аннотация.** В статье выполнен анализ современных материалов и определены перспективы их применения. Рассмотрены два варианта УЗ фрезерования различными инструментами. Исследовано влияние объемного съема, диаметра инструмента на шероховатость и радиус скругления при ультразвуковом фрезеровании ситалла. Построен график износа инструмента в зависимости от прошиваемых отверстий. Выбраны наиболее подходящие параметры режима для достижения точности и высокого качества обработки.

**Ключевые слова:** ультразвуковая размерная обработка (УЗРО), композиционные материалы, алмазный инструмент, абразивные зерна

Ультразвуковые колебания широко используют в различных технологических процессах. Их применяют для очистки поверхностей от загрязнений, сварки пластмасс и мягких металлов, интенсификации обработки резанием, пластическим деформированием, химических и электрохимических процессов, при нанесении покрытий. Кроме того, ультразвуковые методы широко используются для неразрушающего контроля (дефектоскопия).

Ультразвуковая размерная обработка (УЗРО) основана на удалении материала свободными или «связанными» с инструментом абразивными зёрнами при наложении ультразвуковых колебаний на деталь или инструмент. УЗРО хорошо обрабатываются хрупкие материалы (стекло, твердые сплавы и др.), частицы которых скалываются ударами зёрен абразива. Вязкие материалы (незакаленная сталь, латунь) обрабатываются этим способом редко. УЗРО позволяет существенно упростить и ускорить процесс изготовления фасонных деталей из керамик. Появляется возможность выполнять в них отверстия и углубления сложной формы, получать и доводить точные элементы матриц, пуансонов, фильер и множества других деталей из твердых сплавов, керамик и сверхтвердых материалов.

Основными элементами, обеспечивающими формирование и передачу ультразвуковых (УЗ) колебаний инструменту, являются ультразвуковые преобразователи, волноводы и концентраторы.

Для получения ультразвуковых колебаний при УЗРО используют магнитострикционные и пьезоэлектрические преобразователи.