

*Асамбаев Ж.А.,
Магистр техники и технологии
КазАТУ им. С. Сейфуллина
Казахстан, г. Нур-Султан*

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

***Аннотация:** В статье рассматривается метод обработки деталей на токарном станке с использованием ультразвуковых колебания инструмента. Рассматривается история исследования ультразвуковой обработки. Проведен опыт, в котором сравнили поверхность деталей с традиционным методом обработки и с использованием колебаний инструмента. Выявлены преимущества и недостатки этого метода.*

***Ключевые слова:** обработка, металл, детали, ультразвук, колебания, токарный станок.*

***Abstract:** The article discusses the method of processing parts on a lathe using ultrasonic vibrations of the tool. Considered the history of ultrasonic cutting researches. Was made an experiment of comparison between surfaces of parts that was made with the traditional processing method and with the ultrasonic vibrations of the instrument. Was revealed advantages and disadvantages of this method.*

***Key words:** Processing, metal, parts, ultrasonic, vibrations, lathe.*

Введение.

Исследования ультразвукового метода обработки начались еще в середине прошлого века и продолжают до сегодняшнего дня.

В работе В.С. Анохина и А.И. Исаева изучался большой круг вопросов по вибрационному точению сталей марок Ст.3, Ст.45 и X18H9T: влияние

направления возбуждаемых колебаний, кинематика процесса, влияние ультразвуковых колебаний на деформацию срезаемого слоя, на силы и температуру резания, на чистоту обработанной поверхности. Ими было установлено, что возбуждение ультразвуковых колебаний с амплитудой, равной 15-20 мкм, оказывает значительное влияние на процесс формирования стружки и качество обработанной поверхности [1].

В конце 50-х годов в Японии провели эксперименты по вибрационному резанию латуни, алюминия и среднеуглеродистой стали резцом с частотой наложенных колебаний равной 18,4 кГц и небольшой амплитудой. В данной работе было изучено и влияние направления возбуждаемых колебаний. Наилучшие показатели были получены в случае совпадения направления колебаний резца с направлением скорости резания. В результате чистота поверхности была весьма высокой, при этом силы резания уменьшались. В случае резания чугуна образовывалась стружка, внешне напоминающая сливную. При резании алюминия с ультразвуковыми колебаниями инструмента, совпадающими с направлением скорости резания, прочность стружки, оказалась равной прочности обрабатываемого материала [2].

В середине 90-х годов были опубликованы работы Шамото Е. и Мориваки Т., где изучается явление эллиптического вибрационного резания [3]. Так, Шамото опубликовал ряд работ, посвященных ультразвуковому резанию и его применению для прецизионной обработки трудно обрабатываемых материалов, в том числе оптических [4]. Практически с этого же периода и по настоящее время проводятся различные исследования, посвященные вопросам применения ультразвуковых вынужденных колебаний при механической обработке труднообрабатываемых материалов [5].

Следует отметить, что развитие промышленности в настоящее время приводит к появлению все новых материалов, а требования к качеству поверхности деталей все возрастает. Это свидетельствует о важности выбранного направления исследования и актуальности применения методов

обработки материалов с применением ультразвуковых вынужденных колебаний.

Материалы и методы исследования.

Для опытов использовался токарно-винторезный станок 16К20. Резцедержатель станка был модифицирован так чтобы к резцу подавались колебания с помощью ультразвукового волновода. Ультразвуковые колебания подавались с помощью ультразвукового генератора компании DOWELL. При этом колебания были направлены вдоль главного движения станка.

В качестве обрабатываемых изделий были выбраны прутки из алюминия, меди и стали 45 диаметром 20 мм. Для их обработки использовался прямой проходной резец с напайкой из твердосплавного металла.

В ходе опыта по пять прутков из алюминия, меди и стали 45 был обработаны на токарном станке. Половина прутков была обработана традиционным методом при подаче 0,5 мм/об. Затем другая была обработана с использованием ультразвуковых колебаний при частоте 20 – 25 кГц. После обработки шероховатость полученных поверхностей была измерена оптическим методом.

Результаты и выводы.

В ходе опыта основной трудностью был подбор оптимальных частот ультразвуковых колебаний. Так как в зависимости от материала и режимов резания значения колебаний могут разительно отличаться. А не верный подбор может ухудшить обрабатываемую поверхность. Тем не менее диапазон частот между 20 кГц и 25 кГц является наиболее приемлемым.

Визуальные наблюдения поверхностей, полученных после обработки разных по составу материалов с применением ультразвукового приспособления показали, что применение этого метода обработки положительно сказывается на шероховатости получаемой поверхности, если сравнивать с обычным резанием в тех же условиях, но без применения ультразвука.

Исследование поверхностей оптическим методом также показало улучшения качества обрабатываемых поверхностей. (Таблица 1)

Таблица 1.

Сравнительная оценка результатов исследования

№ Опыта	Шероховатость после обработки традиционным методом Rz (мкм)					Шероховатость после обработки с ультразвуковыми колебаниями Rz (мкм)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Алюминий	17,8	17,7	17,8	17,9	17,7	7,16	7,25	7,23	7,15	7,09
Медь	9,62	9,59	9,62	9,60	9,61	3,91	3,87	3,97	3,85	3,96
Сталь 45	23,8	23,6	23,6	23,9	23,9	7,88	7,82	7,89	7,93	7,84

Как следует из таблицы обработка с использованием ультразвуковых колебаний значительно улучшает поверхность обрабатываемой детали. Следует отметить, что процессы резания при обработке разных материалов во всех опытах были устойчивыми. Но несмотря на это значения шероховатости у деталей, обработанных ультразвуковым резанием сильно колеблются. Это объясняется сложностью контроля точной частоты колебания инструмента.

Также было определено, что при ультразвуковом резании минимизируется контакт между передней поверхностью инструмента и прирезцовой частью стружки за счет образования зазора, когда инструмент отходит от заготовки при обратном ходе.

В ходе исследования было выявлено что несмотря на высокое качество поверхности после обработки ультразвуковым резанием, точность обработки ухудшилось по причине уменьшения жесткости станка. Несмотря на это обработка с использованием ультразвуковых колебания эффективна в случаях, когда качество поверхностного слоя является важнейшим фактором или при обработке твердых деталей.

Использованные источники:

1. Марков А.И. Резание труднообрабатываемых материалов при помощи ультразвуковых и звуковых колебаний. // Машгиз. 1962. 330 с.
2. J. Kumabe, M. Masuko Study on the ultrasonic Cutting // Japan Society Mechanics Engineers, Volume 24, Issue 138, 1958, Pages 109 - 114.
3. Shamoto E. and Moriwaki T. Study on Elliptical Vibration Cutting. // CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 43, Issue 1, 1994, Pages 35 - 38
4. Moriwaki T. and Shamoto E. Ultrasonic Elliptical Vibration Cutting. // Annals of the CIRP. 1995 Volume 44, number 1. Pages 31-34.
5. Astashev V.K., Babitsky V.I. Ultrasonic processes and machines. // Dynamics, control and applications. Berlin. Springer. 2007.