Общество с ограниченной ответственностью
«Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Центр
ультразвуковых технологий
АлтГТУ»

_____ М.В. Хмелёв
«_____» _____ 2020 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ О РАБОТЕ

по теме **«Исследование возможностей ультразвуковой размерной обработки изделий Заказчика»**

Научный руководитель НИР,
д.т.н. профессор
В.Н. Хмелёв

Список исполнителей

Научный руководитель, д.т.н., профессор	_____ подпись, дата	Хмелёв В.Н.

Исполнители темы:

Начальник лаборатории акустических процессов и аппаратов, к.т.н., доцент (ответственный исполнитель)	_____ подпись, дата	Цыганок С.Н.
Инженер-исследователь	_____ подпись, дата	Генне Д.В.

ВВЕДЕНИЕ

Весьма эффективным является ультразвуковой (УЗ) способ осуществления размерной обработки хрупких и твердых материалов.

Ультразвуковая размерная обработка напоминаем процесс долбления, а именно: абразивная суспензия, состоящая из абразивного порошка (например, карбид бора или кремния, твердость по шкале Мооса составляет порядка 8-9) и воды, попадает под торец колеблющегося рабочего инструмента. Частички абразива под действием механических колебаний ультразвуковой частоты высокой интенсивности выкалывают материал из обрабатываемой заготовки, полностью повторяя профиль рабочего инструмента. С помощью ультразвука можно выполнять как сквозные, так и глухие отверстия круглой, треугольной, квадратной и т.п. формы, в т.ч. и формировать барельефы на поверхности камня.

Цель работы – определение возможности ультразвуковой размерной обработки изделий, представленных Заказчиком .

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие частные задачи:

1) по заданному размеру изделия изготовить рабочие инструменты;

2) разработать стенд и экспериментально исследовать эффективность ультразвуковой размерной обработки.

Решение поставленных задач представлено ниже.

1 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Ультразвуковое оборудование

Поставленная задача заключалась в размерной обработке изделия, эскиз которого приведен на рисунке 1, при помощи ультразвуковой размерной обработки.

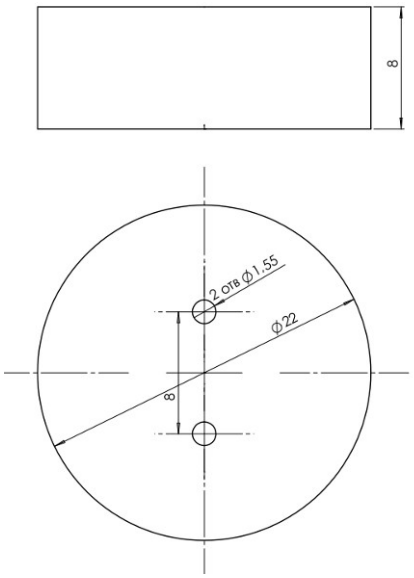


Рисунок 1 – Эскиз получаемого изделия

Для ультразвуковой размерной обработки использовался ультразвуковой серии «Сапфир» СУЗ-0,4/22-О (рисунок 2).



Рисунок 2 – «Сапфир» СУЗ-0,4/22-О

Технология размерной обработки заключалась в выполнении обработки в два этапа:

1-ый – изготовление диска с внешним диаметром 22 мм;

2-ой – выполнение в этом диске двух отверстий диаметром 1,55 мм при межосевом расстоянии между ними в 8 мм.

Для каждого из таких этапов был рассчитан, промоделирован и изготовлен специальный рабочий инструмент (рисунки 3-5).

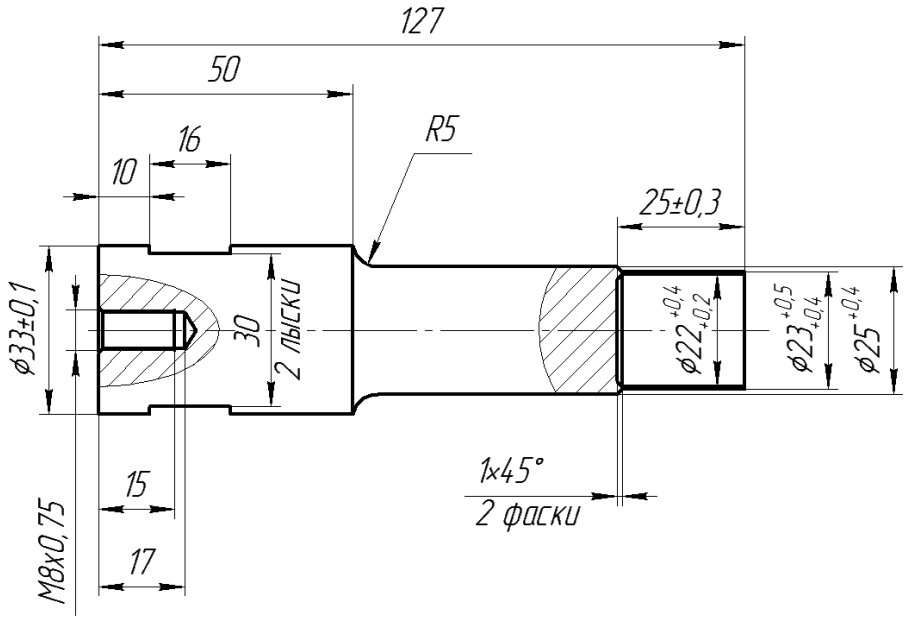


Рисунок 3 – Чертеж рабочего инструмента для выполнения диска

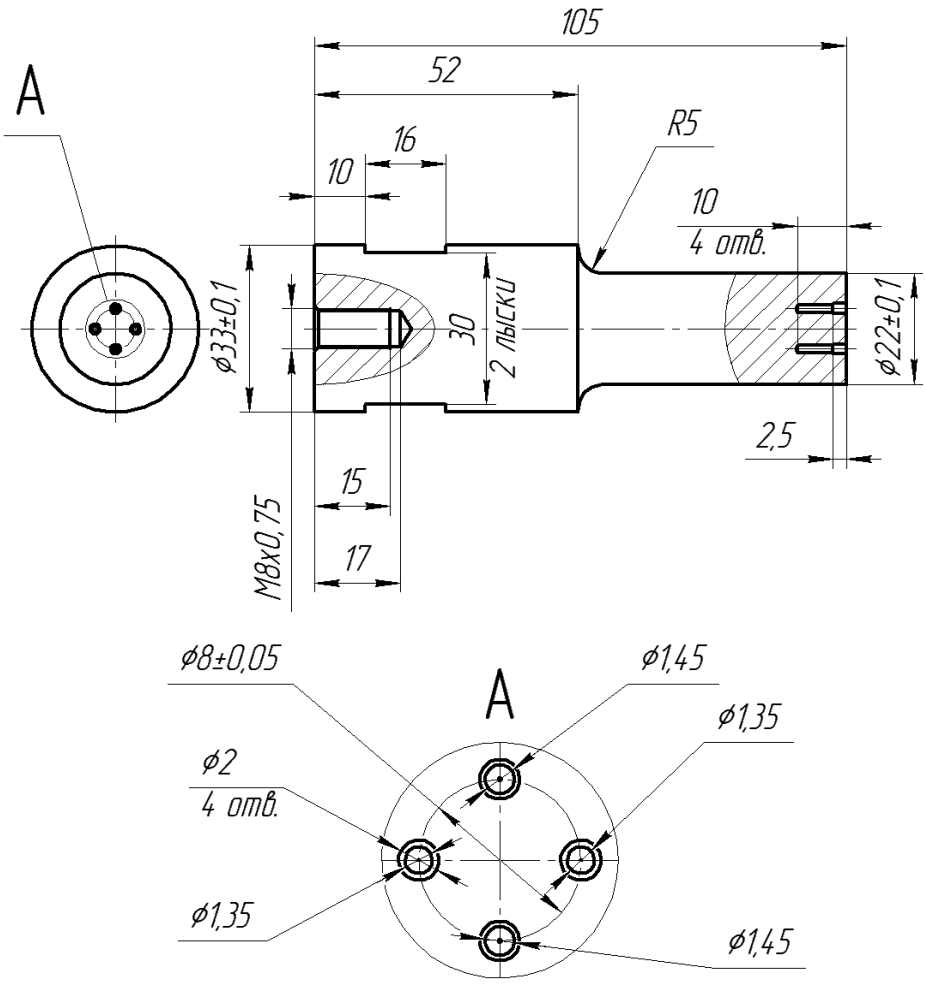


Рисунок 4 – Чертеж рабочего инструмента для выполнения отверстий

Для выполнения отверстий в качестве стержней использовались стандартные сверла Ø1,4 мм, которые были впаяны в соответствующие посадочные места.

Внешний вид изготовленных инструментов представлен на рисунке 5



Рисунок 5 – Внешний вид рабочих инструментов

Применение активных (резонансных) рабочих инструментов в комплекте с ультразвуковой колебательной системой используемого аппарата позволило обеспечить амплитуду колебаний (размах) на торце излучающей поверхности (рабочей кромке) 50-60 мкм.

1.2 Экспериментальная установка

При осуществлении ультразвуковой размерной обработки необходимо обеспечить заданное усилие прижима рабочего инструмента к обрабатываемому материалу. Для этого был разработан стенд, в котором прижим осуществлялся при помощи пневмоцилиндра (рисунок 6).



Рисунок 6 – Экспериментальный стенд

Экспериментальный стенд позволял осуществлять прижим с усилием 15-20 Н в течение всей ультразвуковой размерной обработки.

В качестве основы абразивной суспензии для ультразвуковой размерной обработки использовался микрошлиф порошок карбид кремния F240 с размером основной фракции 45-53 мкм. Абразивный порошок использовался в составе водной суспензии (1:10).

Для уменьшения сколов на выходе рабочего инструмента обрабатываемый материал приклеивался к подложке (стеклу) с помощью глифталевой замазки (рисунок 7). На рисунке показана исходная пластина с удаленным изготовленными изделиями – дисками диаметром 22 мм

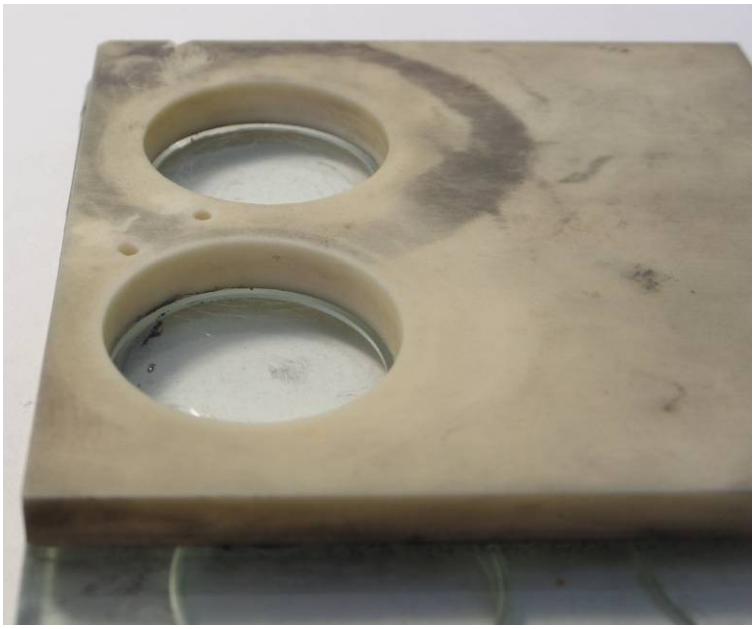


Рисунок 7 – Подготовленный образец для сверления

В процессе сверления образец помещался в ванну (рисунок 8) и туда добавлялась суспензия абразивного порошка, в количестве достаточном для полного покрытия обрабатываемого материала.

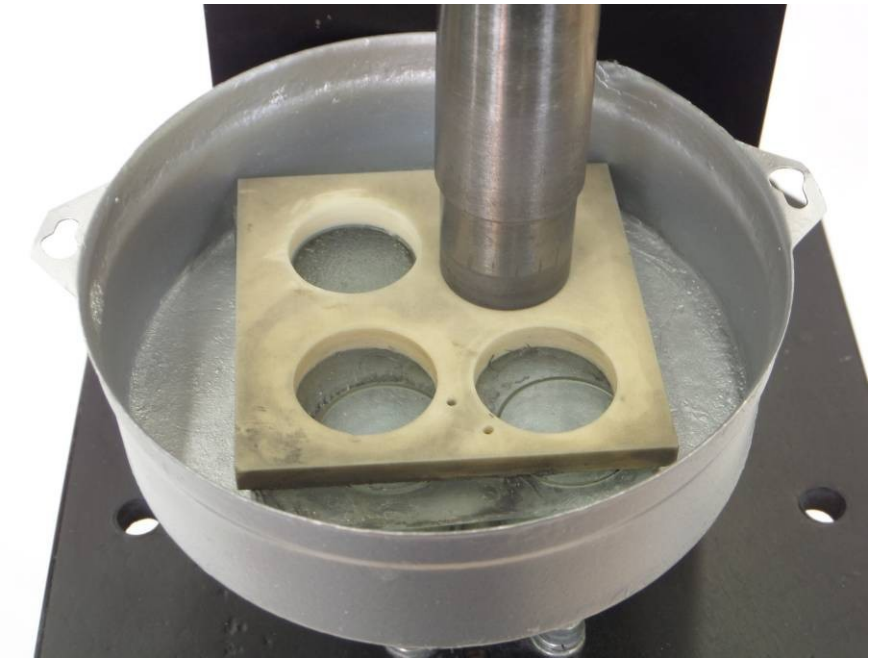


Рисунок 8 – Выполнение диска внешним диаметром 22 мм (абразивная суспензия не добавлена)

В процессе ультразвуковой размерной обработки при изготовлении диска внешним диаметром 22 мм ванна вместе с изделием периодически вращалась (угол поворота около 45-60 градусов, поворот осуществлялся в течение 2 секунд). Такое перемещение способствует обеспечению равномерности распределения абразивной суспензии и ее обновлению.

Для реализации второй операции была изготовлена центрующая диск оправка, используя которую в диске диаметром 22 мм выполнялись отверстия диаметром 1,5 мм (рисунок 9). При этом диск оставалась приклеенным к подложке.



Рисунок 9 – Выполнение отверстий диаметром 1,5 мм (абразивная суспензия не добавлена)

1.3 Результаты

Количественные параметры ультразвуковой размерной обработки приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Для материала Заказчика «белого» цвета

Толщина материала	5 мм
Время изготовления диска Ø22 мм	27-30 минут
Скорость изготовления диска Ø22 мм	0,17-0,18 мм/мин
Время изготовления двух отверстий Ø1,5 мм	10-15 минут
Скорость изготовления двух отверстий Ø1,5 мм	0,3-0,5 мм/мин

Таблица 1 – Для материала Заказчика «серого» цвета

Толщина материала	8 мм
Время изготовления диска Ø22 мм	42-45 минут
Скорость изготовления диска Ø22 мм	0,18-0,19 мм/мин
Время изготовления двух отверстий Ø1,5 мм	15-20 минут
Скорость изготовления двух отверстий Ø1,5 мм	0,4-0,5 мм/мин

Готовые изделия из различных материалов представлены на рисунке 10.



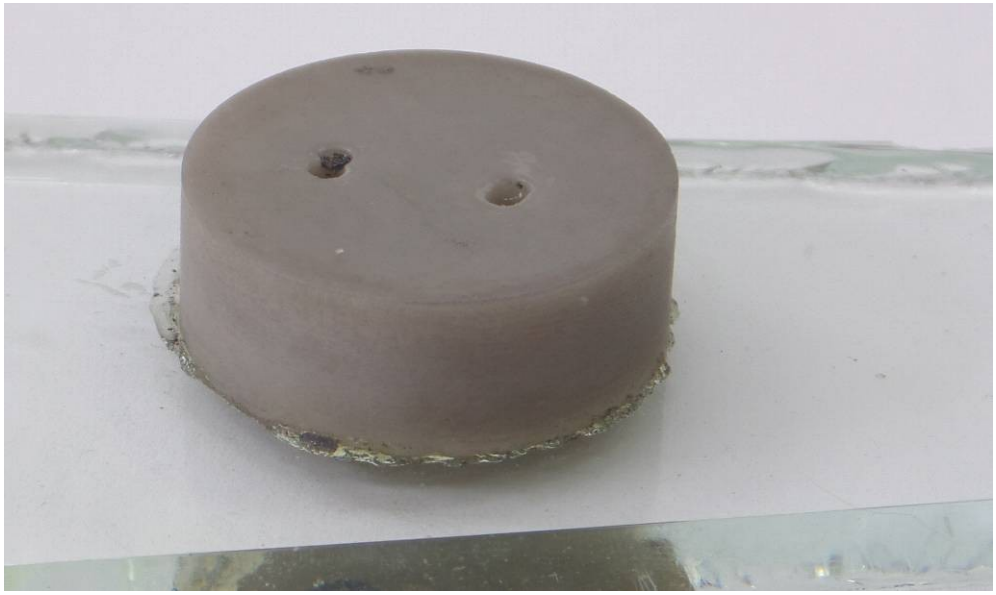


Рисунок 10 – Внешний вид готовых изделий (приклеенных к подложке)

Так как при выполнении отверстий в дисках рабочий инструмент периодически поднимался и опускался, то на готовых изделиях наблюдаются небольшие сколы. Это получается за счет люфтов, неточностей при перемещении и т.п. При обеспечении точности перемещений сколы устранимы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований были получены следующие результаты.

1. Рассчитаны, промоделированы и изготовлены рабочие инструменты двух типов: для изготовления диска диаметром 22 мм и отверстий диаметром 1,5 мм.
2. Разработан и собран экспериментальный стенд для УЗ размерной обработки с использованием прижима пневмоцилиндром.
3. Доказана возможность ультразвуковой размерной обработки изделий Заказчика двух типов.
4. Определены количественные параметры УЗ размерной обработки для двух материалов и разных операций: время и скорость.