

УДК 621.7

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Вячеслав Владимирович Гречихин⁽¹⁾, Олег Вячеславович Мальков⁽²⁾

⁽¹⁾Студент 6 курса

Российская Федерация, г. Москва, Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э.Баумана, кафедра «Инструментальная техника и технологии»

⁽²⁾О.В. Мальков,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»

В настоящее время на кафедре "Инструментальная техника и технологии" проводятся исследования технологического процесса локального механического перемешивания (ЛМП) материала у поверхности деталей из легкоплавких металлов и сплавов. Указанное перемешивание осуществляется при помощи перемещаемого трибоконтакта между инструментом и деталью. Обработка является твердофазным процессом, осуществляемым в режиме сухого трения, в котором теплота генерируется трением, а требуемые условия процесса обеспечиваются переносом вещества, возникающим из-за движения специального инструмента относительно деталей.

В представленной работе предпринята попытка на основе метода ЛМП, применяемого для соединения нескольких деталей, разработать метод удаления материала для изготовления круглых отверстий.

Для проведения экспериментальных исследований собрана установка на базе вертикально-фрезерного станка модели 6Р11 (см. рисунок 1), которая включает поворотный стол, приводимый во вращение двигателем посредством ременной передачи.

В работе применялись два сборных инструмента:

1 - с рабочей частью в виде цилиндра диаметром 5 мм. Материал рабочей части инструмента - сталь Р18 со стандартной термической обработкой (см. рисунок 2).

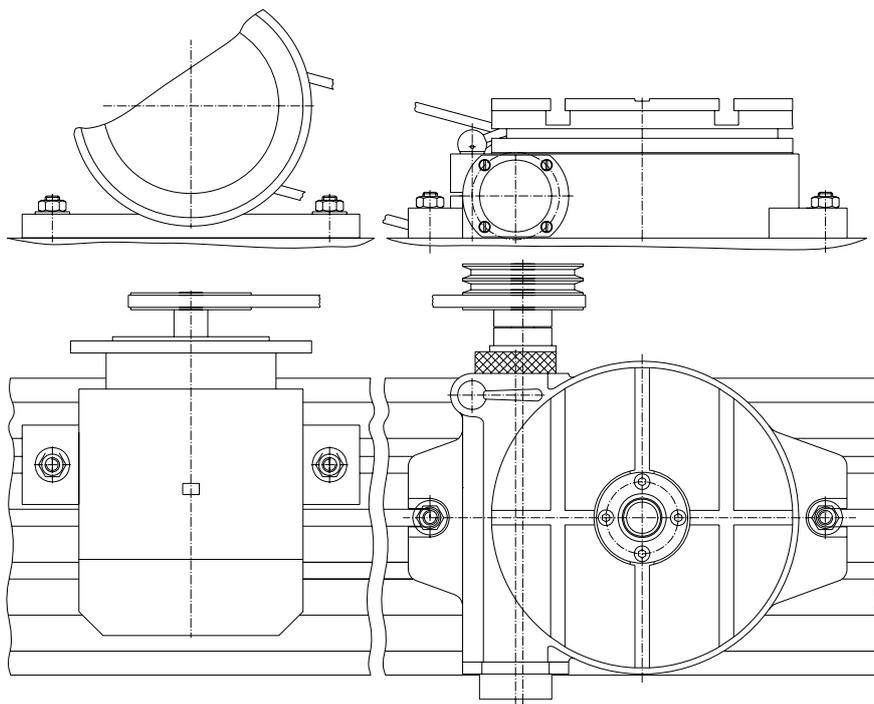


Рисунок 1.

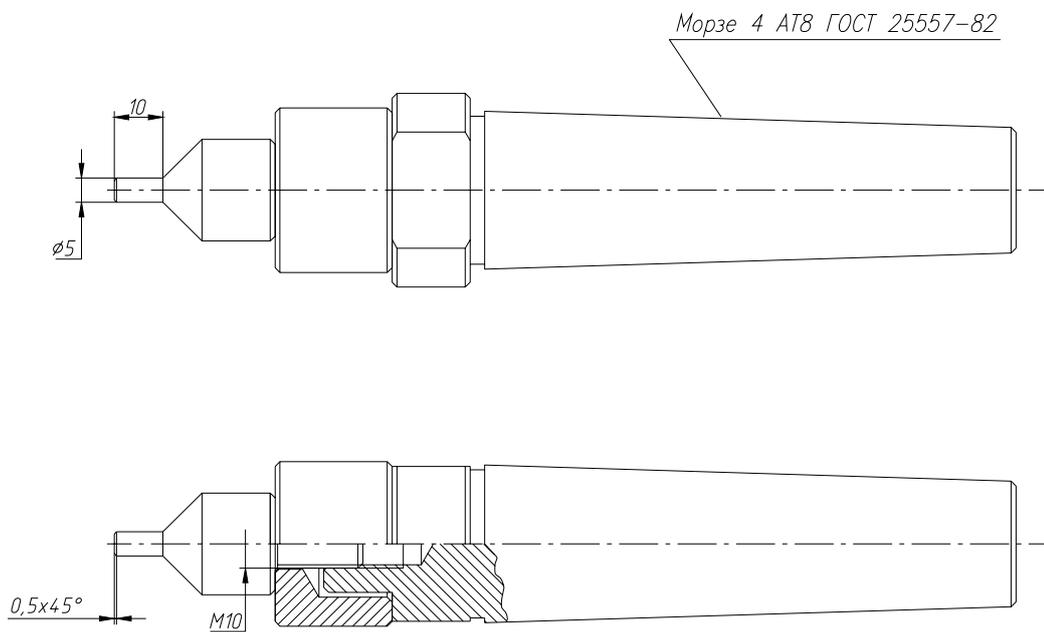


Рисунок 2.

2 - с рабочей частью в виде цилиндра с лысками, диаметром 4,8 мм. Рабочая часть инструмента изготовлена из цилиндрического хвостовика изношенной фрезы Dormer S124 K10, установленной в цанговый патрон (см. рисунок 3).

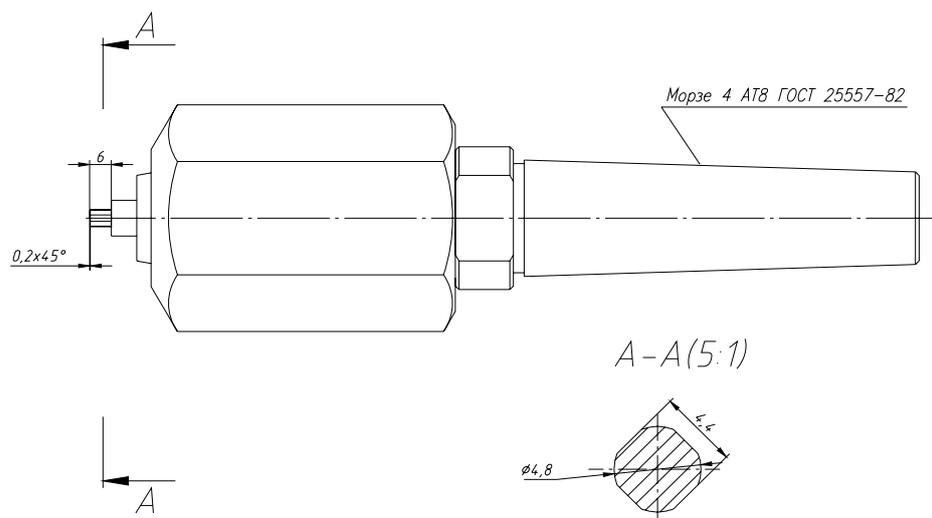


Рисунок 3.

В работе была проверена применимость метода ЛМП для формирования сквозных и глухих отверстий. Предварительные экспериментальные исследования показали, что метод ЛМП применим для получения сквозных отверстий и не применим для получения глухих отверстий. При обработке глухих отверстий материал не выводится из зоны обработки, резко увеличивается температура в зоне обработки (см. рисунок 4).



Рисунок 4.

В качестве обрабатываемого материала применялась латунь и алюминиевый сплав (АЛ4).

При обработке латуни метод дал отрицательные результаты. Материал плохо выводится из зоны обработки. Инструмент плохо проникает в обрабатываемую поверхность, возникают вибрации.

При обработке алюминиевых сплавов метод показал удовлетворительные результаты.

В работе была проверена применимость метода ЛМП для формирования:

- калиброванных отверстий (диаметр отверстия равен диаметру рабочей части инструмента);
- отверстий, диаметр которых значительно превышает диаметр рабочей части инструмента;
- отверстий разного диаметра в листах (инструментом одного диаметра) под дальнейшее накатывание резьбы.

Были приняты следующие параметры режима обработки:

- частота вращения инструмента 1250 об/мин;
- частота вращения заготовки 15 об/мин;
- вертикальная подача ручная;
- продольная подача ручная.

Изготовление калиброванных отверстий.

При изготовлении калиброванных отверстий обработка их происходит за счет однократного внедрения и вывода инструмента без эксцентриситета. При этом диаметр отверстия равен диаметру рабочей части инструмента (рисунки 2,3).

Кинематическая схема получения отверстий включает следующие этапы (см. рисунки 5а,5б,5в):

- выставление нуля (совмещение оси вращения заготовки с осью вращения инструмента);
- включение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе;
- подвод инструмента к поверхности заготовки, постепенное внедрение инструмента в заготовку с вертикальной подачей на длину отверстия;
- отвод инструмента из зоны обработки;
- отключение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе.

P_u	P_c	S_B	S_P
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

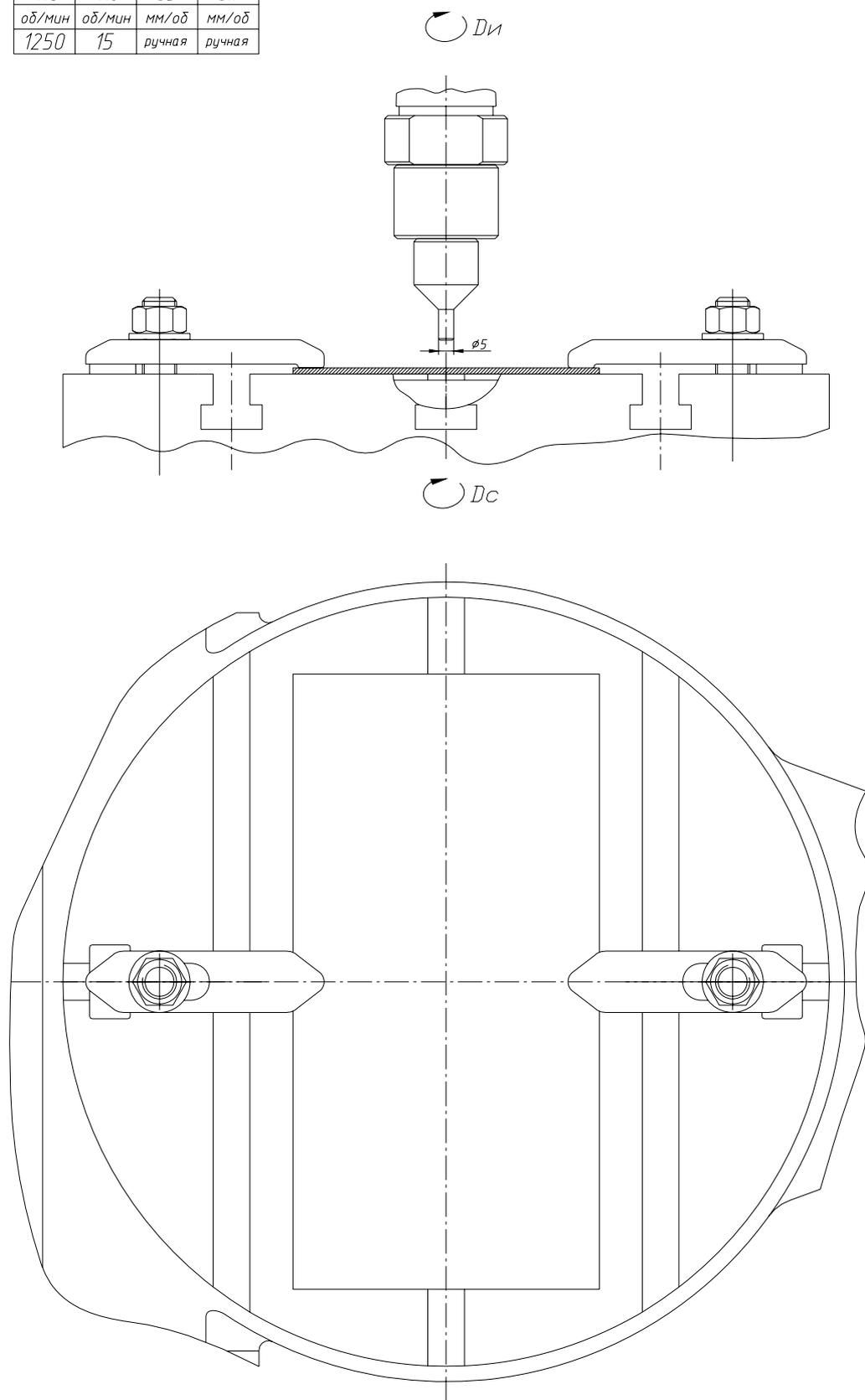


Рисунок 5а.

P_u	P_c	S_B	S_P
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

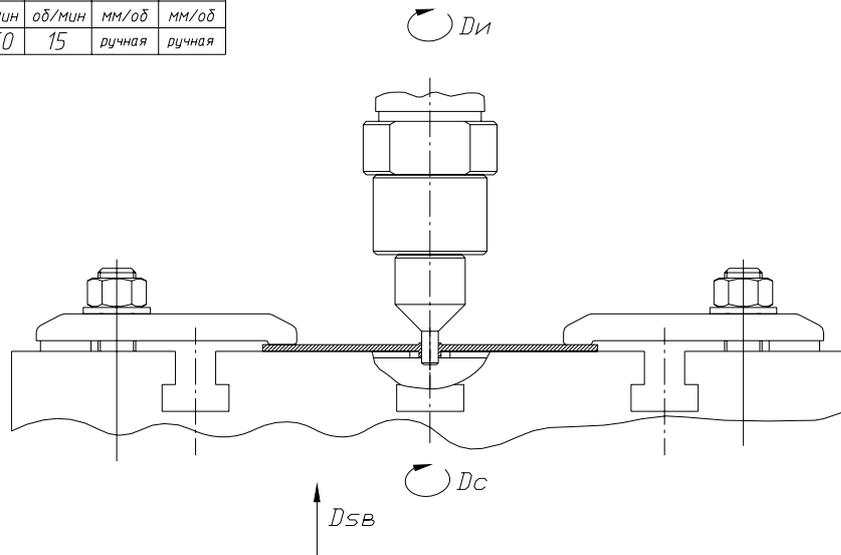


Рисунок 5б.

P_u	P_c	S_B	S_P
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

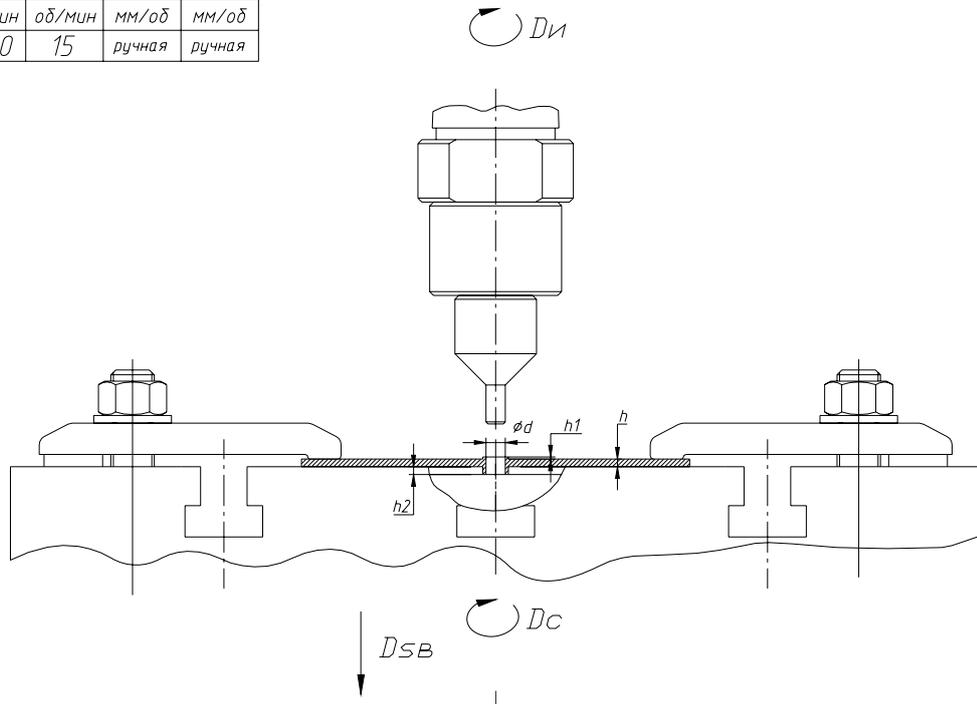


Рисунок 5в.

Верхний буртик при необходимости можно заглаживать заплечником (рисунок 3) инструмента. В результате получается отверстие с плоским буртом, который выглажен заплечником (см. рисунок 6).



Рисунок 6.

Изготовление отверстий, диаметр которых значительно превышает диаметр рабочей части инструмента.

Кинематическая схема получения отверстий включает следующие этапы (см. рисунки 7а-7е):

-выставление нуля (совмещение оси вращения заготовки с осью вращения инструмента);

-смещение оси инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия на величину расчетного эксцентриситета;

-включение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе;

-подвод инструмента к поверхности заготовки, постепенное внедрение инструмента в заготовку с вертикальной подачей на длину отверстия;

-отвод инструмента из зоны обработки;

-отключение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе.

n_u	n_c	S_v	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

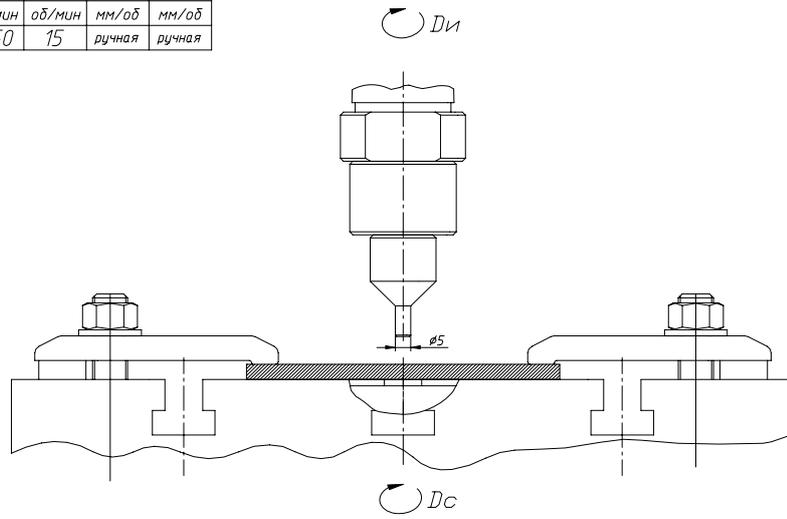


Рисунок 7а.

n_u	n_c	S_v	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

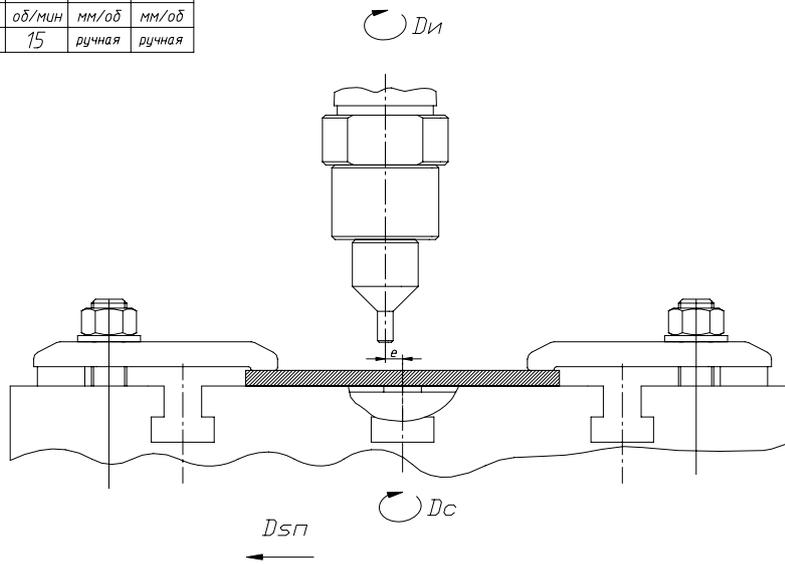


Рисунок 7б.

P_u	P_c	S_v	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

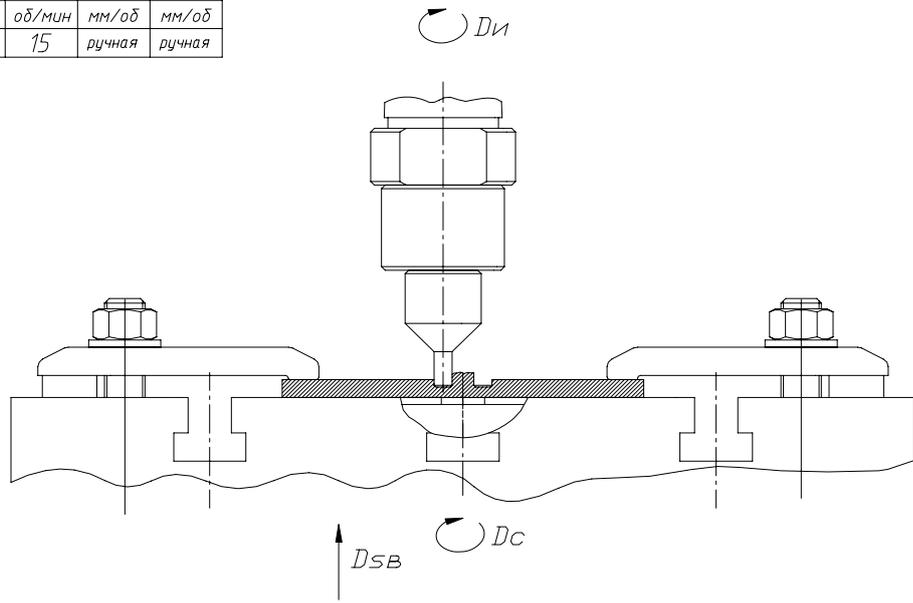


Рисунок 7в.

P_u	P_c	S_v	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

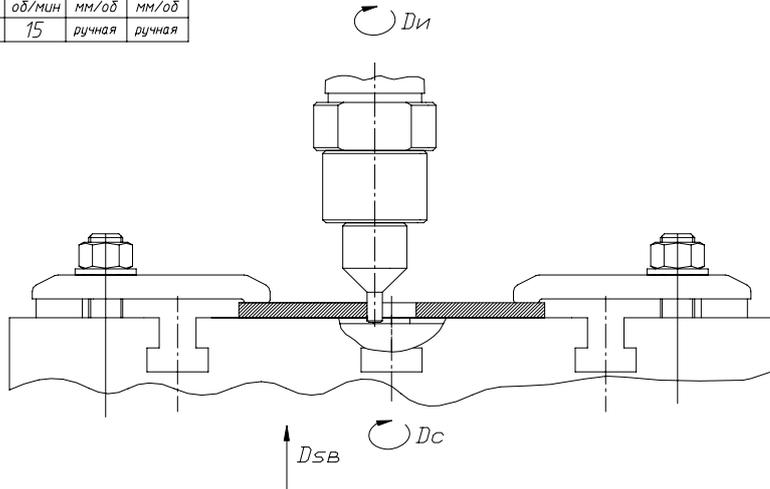


Рисунок 7г.

n_u	n_c	S_v	S_n
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

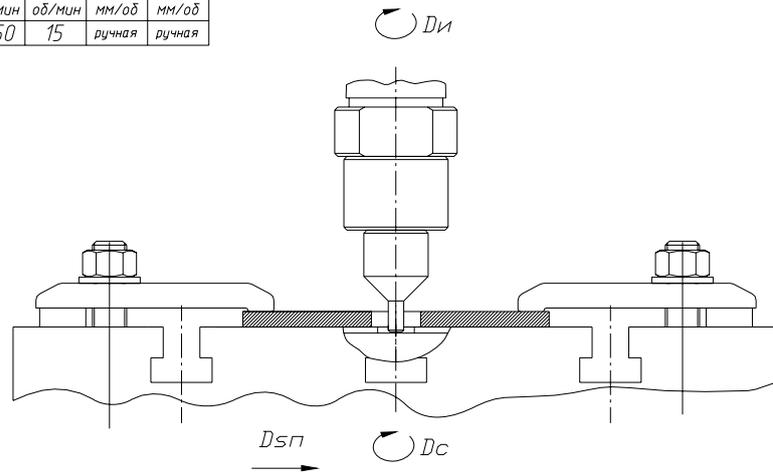


Рисунок 7д.

n_u	n_c	S_v	S_n
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

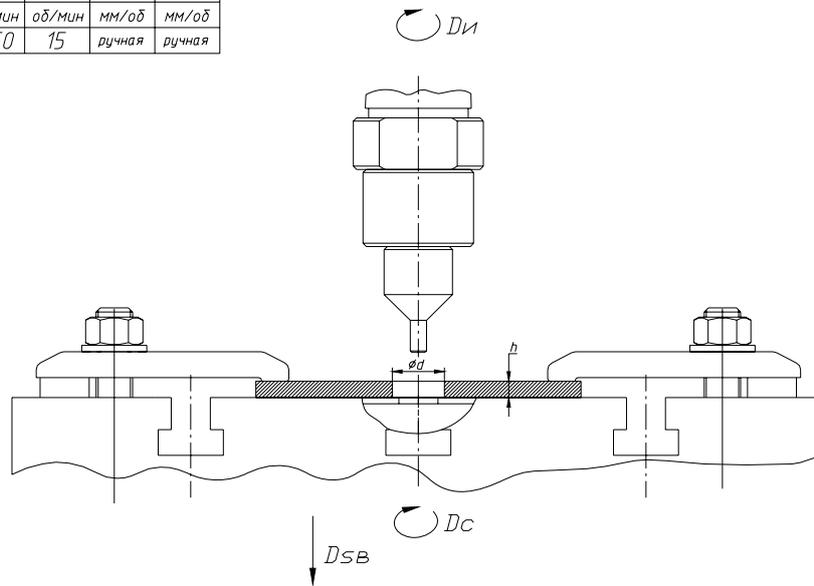


Рисунок 7е.

При обработке материал скапливается в центре отверстия и при достижении длины обработки, равной толщине заготовки, происходит отрыв материала (рисунок 10) от обрабатываемой поверхности с образованием отверстия (см. рисунок 8,9).



Рисунок 8.



Рисунок 9.



Рисунок 10.

Изготовление отверстий разного диаметра в листах (инструментом одного диаметра) под дальнейшее накатывание резьбы.

Кинематическая схема получения отверстий в листах, под дальнейшее накатывание резьбы, включает следующие этапы (см. рисунок 11а-11д):

- выставление нуля (совмещение оси вращения заготовки с осью вращения инструмента);
- включение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе;
- подвод инструмента к поверхности заготовки, постепенное внедрение инструмента в заготовку с вертикальной подачей на длину отверстия;
- продольное перемещение стола для увеличения диаметра отверстия;
- отвод инструмента из зоны обработки;
- отключение вращения инструмента и заготовки, закрепленной на поворотном столе.

P_u	P_c	S_B	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

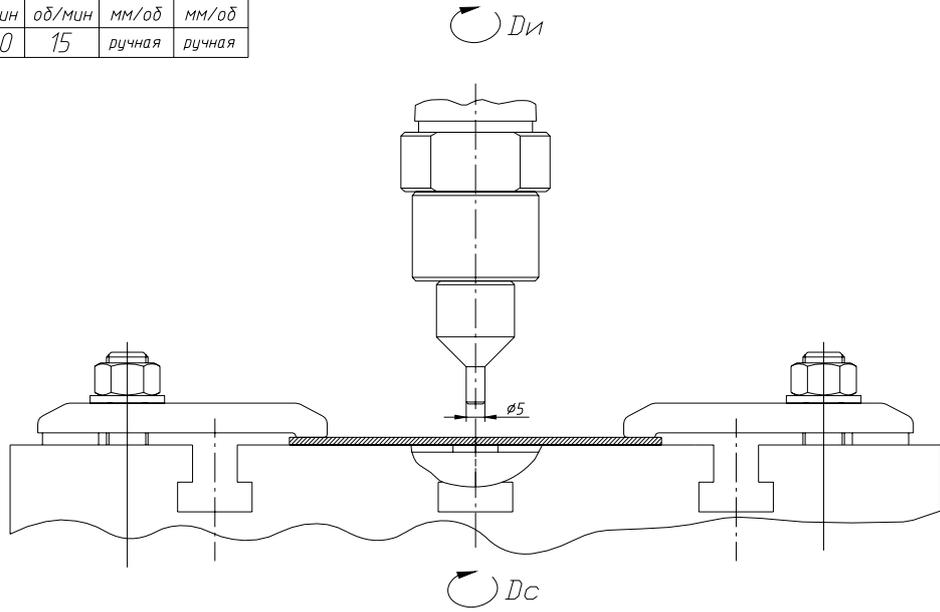


Рисунок 11а.

P_u	P_c	S_B	S_p
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

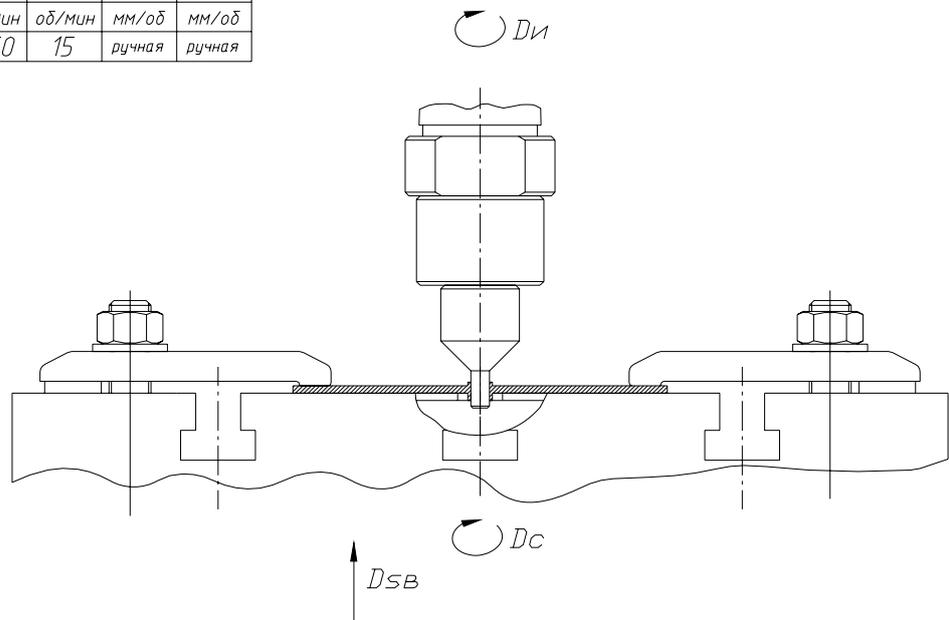


Рисунок 11б.

P_u	P_c	S_B	S_P
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

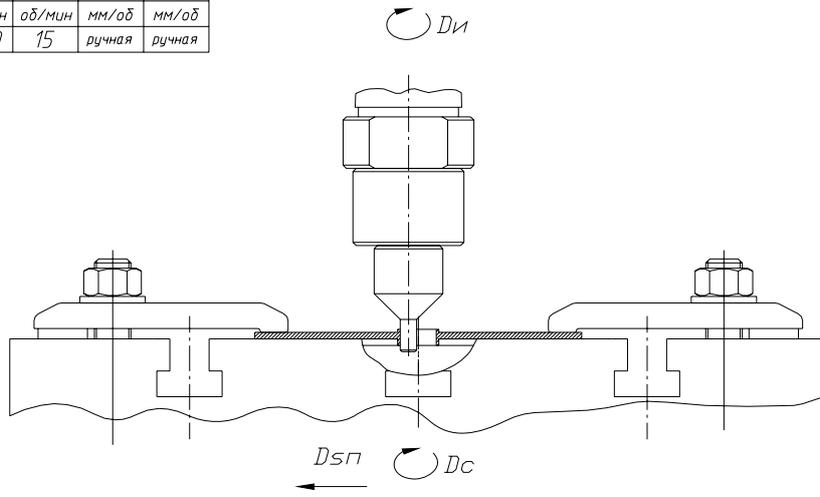


Рисунок 11в.

P_u	P_c	S_B	S_P
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

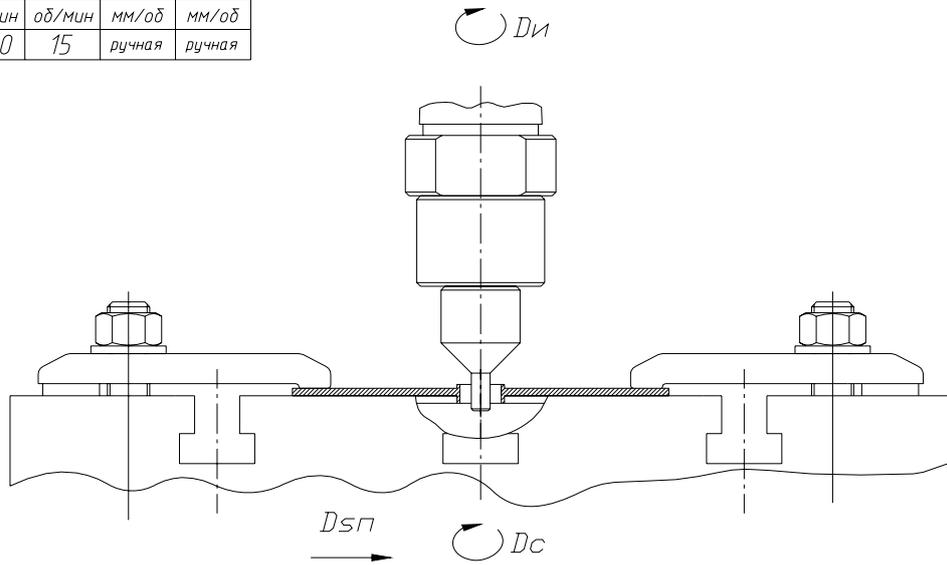


Рисунок 11г.

P_u	P_c	S_B	S_n
об/мин	об/мин	мм/об	мм/об
1250	15	ручная	ручная

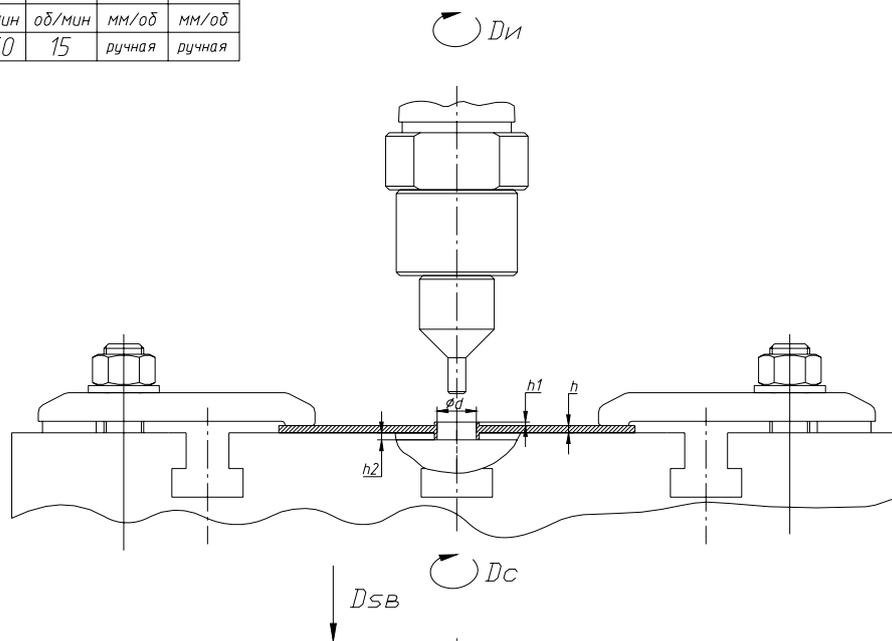


Рисунок 11д.

При обработке материал идет к стенкам отверстия, образуя буртики с обеих сторон листа. Основные параметры отверстия представлены на рисунке 11д. Вытяжка большей длины образуется при обработке отверстия с нижней части пластины, меньшая – с верхней соответственно (см. рисунок 12).



Рисунок 12.

В полученных отверстиях раскатным метчиком HSS-E TITEX PLUS 056 была накатана резьба M10 (см. рисунок 13).



Рисунок 13.

В результате работы обоснованы:

- возможность изготовления калиброванных глухих или сквозных отверстий в сплошном материале диаметром равным диаметру цилиндрической рабочей части инструмента;
- возможность изготовления отверстий разного диаметра в листах толщиной до 3 мм, с использованием попутного и встречного движения, под дальнейшее накатывание резьбы;
- возможность изготовления отверстий разного диаметра в листах, толщиной больше 3 мм, с использованием встречной обработки и больших значений эксцентриситета.

Список использованной литературы.

1. Пат. US 2001/0004989, Int. Cl.7. B23K 20/12. Friction stir welding tool. Оpubл. 28.06.2001