

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ СВЕРЛЕНИИ ОТВЕРСТИЙ В АЛЮМИНИИ АЛ-10 НА МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТНЫХ СТАНКАХ

*Н.В.Захаров, проф.; А.А.Мельниченко,\* доц.; А.М.Бескровный,\* доц.  
(\*Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков)*

Необходимость дальнейшего повышения производительности создаваемых конструкций металлорежущих станков, обеспечивающих многоинструментальную обработку в полуавтоматическом и автоматическом циклах, предъявляет повышенные требования к выбору достоверных исходных данных, характеризующих процесс резания и определяющих производительность проектируемого станка. К таким станкам следует отнести малогабаритные станки для обработки отверстий малого диаметра в различных материалах. Одним из таких обрабатываемых материалов является широко применяемый в радиотехнической и электронной промышленности алюминий АЛ-10, для которого в справочной литературе отсутствуют рекомендации по выбору стойкости и элементов режима резания при сверлении отверстий малого диаметра.

С целью разработки указанных рекомендаций на кафедре металлорежущих станков и теории резания УИПА были проведены стойкостные испытания сверл диаметром 1-5 мм при сверлении отверстий в алюминии АЛ-10 на малогабаритных агрегатных станках.

В процессе проведения испытаний исследовалось влияние скорости резания и подачи на стойкость сверл указанных диаметров. Исследования были проведены методом полного факторного эксперимента [1]. Интервал варьирования и основной уровень независимых факторов выбирались на основе опытных данных, а их величины представлены в табл. 1. Используя кодированные значения факторов (см. табл.1), план проведения стойкостных испытаний представлен в виде матрицы планирования в табл.2, где строки соответствуют различным опытам, а столбцы - значениям факторов.

В процессе проведения стойкостных испытаний сверление отверстий производилось сверлами, выполненными из стали Р6М5 в соответствии с ГОСТом 4010-77 на специальном испытательном стенде, оснащённом двумя силовыми малогабаритными агрегатными головками мод. ГСМ-01 и ГСМ-03. Вылет сверла из зажимного патрона составлял 20–10 диаметров сверла, а глубина сверления равнялась пяти диаметрам. Сверление отверстий производилось с подводом СОЖ в зону резания, в качестве которой использовался 5% раствор эмульсона в воде. В каждой точке факторного пространства опыт повторялся по три раза. Износ сверл по заданным поверхностям контролировался непосредственно на стенде без съема сверла с рабочей позиции. Период стойкости определялся опытным путем - при его исчислении в минутах и с помощью счетчика циклов - при исчислении периода стойкости числом просверленных отверстий. Результаты стойкостных испытаний приведены в табл.3.

*Таблица 1 - Уровни факторов и интервалы варьирования*

Уровни факторов	Код	V, м/с					S, мм/об				
		$X_1$					$X_2$				
		Диаметр сверла, мм									
		1,0	2,0	3,0	4,1	5,0	1,0	2,0	3,0	4,1	5,0
Основной уровень	0	0,45	0,66	0,7	0,9	1,00	0,015	0,03	0,06	0,08	0,1
Интервал варьирования	$\Delta X_i$	0,1	0,11	0,12	0,1	0,10	0,005	0,01	0,02	0,02	0,3
Верхний уровень	+1	0,55	0,77	0,82	1,0	1,1	0,02	0,04	0,08	0,10	0,13
Нижний уровень	-1	0,35	0,55	0,58	0,8	0,90	0,01	0,02	0,04	0,06	0,07

### **Примечания**

$X_1$  - код переменной величины (V)

$X_2$  - код переменной величины (S)

*Таблица 2 - Расширенная матрица планирования стойкостных испытаний*

№ точек плана	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$
1	+	-	-	+
2	+	+	-	-
3	+	-	+	-
4	+	+	+	+

### Примечания

$x_0$  - кодовое обозначение постоянной величины (зависимость стойкости инструмента от скорости резания и подачи)

$x_1$  - кодовое обозначение скорости резания

$x_2$  - кодовое обозначение подачи,

'+' и '-' - соответственно верхний и нижний уровни параметра

В процессе проведения стойкостных испытаний было установлено, что при сверлении отверстий диаметром 1-3 мм сверлами с нешлифованными стружечными канавками оказалось невозможным определить режимы резания, обеспечивающие нормальную работу сверла и требуемую производительность по причине поломок сверл, происходящих в результате пакетирования стружечных канавок сверла стружкой, что особенно быстро наступало для сверл диаметром 1,0 мм. В этой связи при сверлении отверстий диаметром 1,0 мм были использованы сверла со шлифованными стружечными канавками. Анализируя полученные результаты полнофакторных стойкостных испытаний (табл.3), можно сделать вывод, что максимальное среднеарифметическое значение периода стойкости  $T=8475$  отв. или  $T=613$  мин было получено в точке 1 факторного пространства, для которой  $V=0,35$  м/с и  $S=0,01$  мм/об. При этом машинное время на обработку одного отверстия составило 0,0723 мин.

Таблица 3 - Результаты стойкостных испытаний при сверлении отверстий 1-5 мм в алюминии АЛ-10

Диаметр сверла, мм	№ точек плана	Стойкость сверл - отверстий/минут			
		$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
1,0	1	9130/660	8500/615	7800/505	8475/613
	2	5060/243	3500/168	5750/276	4770/229
	3	4466/161,5	4185/151	4970/180	4540/164,2
	4	1124/27	325/7,8	985/23,7	810/19,45
2,0	1	68/4	1/0,06	15/0,9	28/1,68
	2	154/6,6	565/25,5	450/19,3	330/17,1
	3	117/3,7	98/3,2	145/4,75	120/3,9
	4	206/4,6	375/8,4	185/4,1	255/5,7
3,0	1	151/15,5	194/20	270/27,8	205/21,1
	2	1340/97,4	1751/131	1475/110,2	1510/112,8
	3	727/35,6	657/32,2	850/41,6	745/36,5
	4	775/27,9	522/18,8	735/26,5	677/24,4
4,1	1	1000/68	1000/68	1000/68	1000/68
	2	1000/55	1000/55	1000/55	1000/55
	3	1000/36,6	1000/36,6	1000/36,6	1000/36,6
	4	1000/29	1000/29	1000/29	1000/29
5,0	1	1000/113	1000/113	1000/113	1000/113
	2	1000/99	1000/99	1000/99	1000/99
	3	1000/68	1000/68	1000/68	1000/68
	4	1000/59	1000/59	1000/59	1000/59

**Примечание** –  $T_1-T_4$  – стойкости инструмента, полученные при повторяющихся экспериментах и одинаковых условиях

Значительно меньшее время на обработку одного отверстия было затрачено в точке 3 факторного пространства, для которой  $V=0,35$  м/с,  $S=0,02$  мм/об, где оно составило 0,0362 мин при достаточно высоком значении периода стойкости. Таким образом, результаты эксперимента показали, что для обеспечения наибольшей производительности следует работать на режимах резания, соответствующих точке 3 факторного пространства, а для обеспечения наибольшей продолжительности периода стойкости - на режимах резания, соответствующих точке 1 факторного пространства.

Анализируя результаты стойкостных испытаний свёрл диаметром 2-3 мм с нешлифованными стружечными канавками (табл.3), можно сделать вывод о полной непригодности указанных свёрл для сверления отверстий в алюминии АЛ-10. Несмотря на большую серию пробных сверлений, проведенных с

целью определения рациональных значений уровней исследуемых факторов, так и не удалось получить приемлемых значений периода стойкости инструмента и производительности процесса резания из-за поломок сверл. Так, для сверл диаметром 2,0 мм максимальное среднеарифметическое значение периода стойкости составило  $T=390$  отв. или  $T=17,1$  мин в точке 2 факторного пространства, для которой  $V=0,77$  м/с и  $S=0,02$  мм/об. Для сверл диаметром 3,0 мм максимальные результаты  $T=1510$  отв или  $T=112,8$  мин были получены также в точке 2 факторного пространства, для которой  $V=0,82$  м/с, а  $S=0,04$  мм/об.

При сверлении отверстий диаметром 4,1 мм сверлами с нешлифованными стружечными канавками и диаметром 5 мм сверлами со шлифованными стружечными канавками путем пробных сверлений были установлены такие значения основного уровня и интервалов варьирования исследуемых факторов, которые обеспечили нормальную работу сверл в процессе всего эксперимента. Учитывая отсутствие поломок сверл и практически полное отсутствие износа сверл по заданным поверхностям, испытания проводились до момента выполнения 1000 сверлений для каждого сверла в каждой точке факторного пространства. На всех комбинациях исследуемых параметров, предусмотренных матрицей планирования, обеспечивался свободный сход стружки.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что при сверлении отверстий диаметром 1-5 мм в алюминии АЛ-10 износ сверл по задним поверхностям практически не наблюдался, а причиной выхода сверл из строя являлась поломка сверл, происходящая в результате пакетирования стружки в стружечных канавках сверла. Поэтому решающим фактором повышения стойкости сверл является обеспечение бесперебойного отвода стружки из зоны резания, что может быть достигнуто применением сверл со шлифованными стружечными канавками и подбором рациональных значений элементов режима резания  $V$  и  $S$ . Установлено, что для сверл диаметром 1 мм такими режимами являются  $V=0,35$  м/с,  $S=0,01$  мм/об, исходя из условия достижения максимальной стойкости сверла и  $V=0,35$  м/с,  $S=0,02$  мм/об, исходя из условия достижения максимальной производительности процесса. Для сверл диаметрами 4,1 мм и 5,0 мм установлена область изменения этих режимов (табл.1), обеспечивающих работу сверла при достаточно высокой производительности процесса резания и стойкости инструмента.

## SUMMARY

*It was determined the main cause of refusal of drills work by holes drilling in aluminium on small unit mashines. There were determined principal facts on the increasing of stability of drills.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кацев П.Г. Статистические методы исследования режущего инструмента.-М.: Машиностроение,1974.-239 с.