

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ОТВЕРСТИЙ В СЕРОМ ЧУГУНЕ НА МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТНЫХ СТАНКАХ

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

Повышение производительности труда в машиностроении возможно, прежде всего, за счет создания новых высокопроизводительных конструкций металлорежущих станков, на которых многоинструментальную обработку можно вести в полуавтоматическом или автоматическом режимах. К числу таких станков следует отнести и малогабаритные агрегатные станки, выпуск которых непрерывно увеличивается. Для выбора оптимальных параметров привода таких станков проектировщикам необходимо иметь достоверные данные, характеризующие процесс резания, что особенно важно при многоинструментальной обработке.

Вместе с тем вопросы обработки деталей малого диаметра на малогабаритных агрегатных станках мало изучены, а для ряда материалов справочные данные совершенно отсутствуют.

Это вызывает значительные трудности и вносит элемент субъективности при назначении режимов резания и периода стойкости инструмента, что существенно сказывается на производительности станка и качестве обработки.

Учитывая вышесказанное, на кафедре "Металлорежущие станки и теория резания металлов" УИПА были проведены стойкостные испытания сверл диаметром 1-5 мм при сверлении отверстий на силовых головках малогабаритных станков в сером чугуна СЧ-20. Выбор объекта исследования на случаен. Несмотря на большое количество справочных данных по назначению режимов резания при сверлении отверстий в чугуне СЧ-20, установленных для универсального оборудования и крупногабаритных агрегатных станков, их применение для малогабаритных агрегатных станков на обеспечивает требуемой стойкости инструмента и производительности обработки.

В процессе проведения испытаний исследовалось влияние скорости резания и подачи на стойкость сверл указанных диаметров. Исследования были проведены методом полного факторного эксперимента, который позволяет реализовать все возможные неповторяющиеся комбинации уровней независимых факторов, каждый из которых варьируется на двух уровнях, отличающихся от основного уровня на величину шага варьирования. Выбор интервала и основного уровня независимых факторов производился на основе опытных данных, величины которых представлены в табл. 1.

Планирование эксперимента производилось с преобразованием параметра оптимизации и факторов, что позволило перейти от исследуемой зависимости $T=C \cdot V^x \cdot S^y$ к постулированной эмпирической модели

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2, \quad (1)$$

определение коэффициентов которой можно произвести по результатам полнофакторного эксперимента типа 2^k , где T - стойкость инструмента; C - константа; V - скорость резания; S - подача; x и y - показатели, характеризующие влияние соответственно скорости резания и подачи на

стойкость инструмента; $\hat{Y}, b_0, b_1, x_1, b_2, x_2$ - соответственно $T, C, X, V, y, S; b_{12}$ - показатель, учитывающий комплексное влияние x и y на стойкость инструмента; K - число факторов, учитываемых при проведении экспериментов.

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы варьирования

Уровни факторов	Код	V, м/с					S, мм/об				
		x_1					x_2				
		Диаметр сверла, мм (d)									
		1	2	3	4.1	5	1	2	3	4.1	5
Основной уровень	0	0.432	0.315	0.322	0.384	0.384	0.015	0.11	0.14	0.17	0.18
Интервал варьирования	Δx_1	0.157	0.075	0.085	0.103	0.105	0.005	0.03	0.04	0.03	0.04
Верхний уровень	+1	0.589	0.39	0.407	0.487	0.489	0.02	0.14	0.18	0.2	0.22
Нижний уровень	-1	0.275	0.24	0.237	0.281	0.279	0.01	0.08	0.1	0.14	0.14

Таблица 2

Расширенная матрица планирования стойкостных испытаний

№ точек плана	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$
1	+	-	-	+
2	+	+	-	-
3	+	-	+	-
4	+	+	+	+

где x_0 - кодовое обозначение постоянной величины (зависимость стойкости инструмента от скорости и подачи);

x_1 - кодовое обозначение скорости резания;

x_2 - кодовое обозначение подачи;

"+" и "-" - соответственно верхний и нижний уровни анализируемых параметров.

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 исследовательском стенде, оснащённом двумя силовыми малогабаритными агрегатными головками мод. ГСМ-01 и ГСМ-03. Вылет сверла из зажимного патрона составлял (10 ± 20) диаметров сверла, а глубина сверления равнялась пяти диаметрам.

В каждой точке факторного пространства опыт повторялся три раза.

Контроль величины износа сверла по задним поверхностям осуществлялся непосредственно на стенде без съема сверла в рабочей позиции. За критерии износа были приняты следующие величины износа по задней поверхности:

для сверл диаметром 1-2мм - $h_3 = 200$ мкм;

для сверл диаметром 3-5мм - $h_3 = 300$ мкм.

Указанные критерии износа были установлены экспериментально. При дальнейшей работе сверл наблюдаются частые выходы инструмента из строя из-за его поломки.

Величина периода стойкости определялась расчетным путем - при его исчислении в минутах и с помощью счетчика циклов - при исчислении периода стойкости числом просверленных отверстий.

Для объективной оценки степени влияния исследуемых параметров на стойкость сверла и получения зависимостей, описывающих исследуемую область и позволяющих предсказать направление градиента, при движении по которому стойкость будет увеличиваться быстрее, чем в любом другом направлении, результаты стойкостных испытаний были обработаны на ЭВМ с использованием методов математической статистики (1).

На первом этапе обработки были определены выборочные коэффициенты регрессии b_0, b_1, b_2 уравнения (1), где b_1 - это значение b_1 или b_2 ; b_2 - значение b_1, b_2 , являющиеся оценками теоретических коэффициентов $\beta_0, \beta_1, \beta_2$; выполнены проверка гипотезы об однородности дисперсий с использованием критерия Кохрена, проверка значимости коэффициентов модели по t-критерию Стьюдента и проверка гипотезы об адекватности представления результатов эксперимента найденным уравнением связи с использованием F-критерия Фишера. В итоге были получены зависимости, устанавливающие взаимосвязь между периодом стойкости сверла и элементами режима резания V и S в исследованных интервалах значений. При исчислении периода стойкости в минутах они будут иметь вид:

$$T_{\text{мин}} = 7^{3,33} V^{-0,54} S^{0,18} (V \cdot S)^{-0,18} \quad \text{для } d=1,0 \text{ мм;}$$

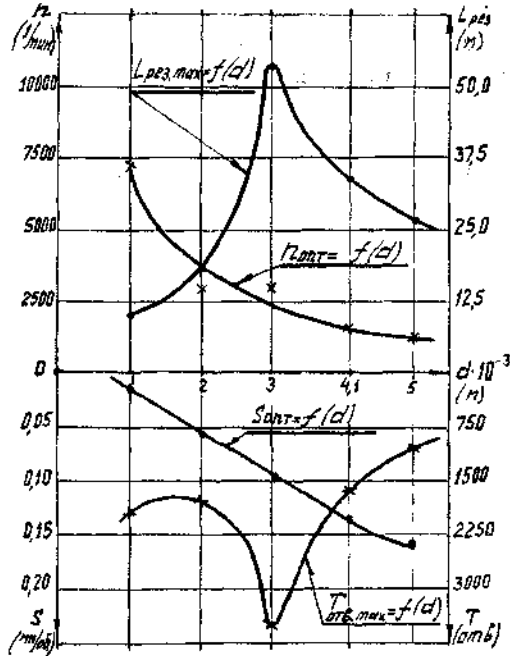


Рис.1. Номограмма выбора параметров $v, S, L_{\text{рез}}$ и T при сверлении отверстий в сером чугуна СЧ-20

$$T_{\text{мин}} = 11,39 V^{-0,14} S^{1,6} (VS)^{1,01} \quad \text{для } d=2,0 \text{ мм};$$

$$T_{\text{мин}} = 13,3 V^{-0,16} S^{-0,93} (VS)^{-0,09} \quad \text{для } d=3,0 \text{ мм};$$

$$T_{\text{мин}} = 13,27 V^{-0,41} S^{0,01} (VS)^{-0,02} \quad \text{для } d=4,1 \text{ мм};$$

$$T_{\text{мин}} = 13,25 V^{-0,54} S^{-0,41} (VS)^{-0,17} \quad \text{для } d=5,0 \text{ мм}.$$

Аналогичные зависимости были получены для периода стойкости, исчисляемого числом просверленных отверстий.

На втором этапе обработки результатов стойкостных испытаний было определено направление градиента линейного приближения (по знаку показателей степени при параметрах V и S в полученных зависимостях), определен базовый фактор, шаг и координаты первой точки на линии кругового восхождения. Далее были проведены стойкостные испытания в первой точке, определены координаты второй точки и так далее до момента получения максимального значения периода стойкости.

Используя значения элементов режима резания n и S , соответствующие $T_{\text{мах}}$, были построены номограммы (рис.1), позволяющие производить выбор оптимальных значений указанных параметров для любого диаметра сверла в интервале (1,0-5,0) мм и определить ожидаемое для этих параметров значение периода стойкости, выраженное числом и суммарной длиной просверленных отверстий.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить математическое описание зависимостей $T=f(V,S)$ для каждого из исследованных диаметров сверла и разработать удобные в применении практические рекомендации - номограммы по назначению режимов резания $V(n)$ и S , обеспечивающих высокую производительность процесса сверления отверстий диаметром (1,0-5,0) мм в сером чугуна СЧ-20 при достаточном для агрегатных станков периоде стойкости.

SUMMARY

It was solved a task of optimization of cutting regimes by drilling of apertures in the raw cast iron on small unit machines.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Поступила в редколлегию 26 мая 1995 г.

УДК 621.9.015

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОАКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ СТАНКОВ

ГПС

Зелик В.П., проф., Пономарев Л.Д., доц.
(Донбасская государственная машиностроительная академия)

Вопросам комплексной технической диагностики как механических систем ГПС, так и ГПС в целом уделено недостаточное внимание. Это вызвано недостаточной изученностью диагностических процессов в