

УДК 621.9.025

Мироненко Е.В., Васильева Л.В., Гах В.М.

ДГМА, г. Краматорск, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ И ПРОЧНОСТИ РЕЗЦОВ

The article considered the research of stability of turning cutters for a choice of the best design. Three designs were chosen as a result of the data analysis. The model was received for a share of breakages.

Введение

Выбор типа конструкции инструмента, его параметров, режимов резания должен быть количественно обоснован с учетом многих факторов, причем принимаемые решения должны быть оптимальными. Такой выбор может осуществляться только с учетом системного подхода к многокритериальной оптимизации параметров всей технологической системы, что делает возможным повышение производительности механической обработки и сокращения расхода твердого сплава.

В качестве объекта для исследований были выбраны сборный инструмент и режимы резания, применяемые при черновом и получистовом точении на токарных станках с $D_c=800..1000$ мм, которые есть практически на всех машиностроительных заводах. Диапазон условий обработки на этих станках велик, а условия работы как режущего инструмента, так и оператора являются напряженными.

Методика работы

Основными исходными данными для оптимизации некоторых параметров резцов и режимов резания служат результаты производственных исследований, которые имеют существенный элемент активности: обеспечивается однородное качество инструмента, оптимизируется величина такого параметра как подача.

Исследования проводились на одной и той же партии заготовок. В данной работе осуществлялся анализ характера отказа: размеров элементов износа и разрушения. В качестве критерия отказа были приняты: износ по главной задней поверхности $h_s=1,5$ мм, выкрашивание режущей кромки $\geq 1,0$ мм, поломка режущей пластины или других элементов резца. В качестве обрабатываемого материала использовалась конструкционная сталь углеродистая и легированная (НВ190-240), сталь для прокатных валков (НВ 280-320). Осуществлялась как черновая, так и получистовая обработка с требованием обеспечения определенной чистоты обрабатываемой поверхности. Обработка производилась по корке и без корки, с глубиной резания до 17 мм. Применялись резцы высотой 50 мм,

напайные и со сменными многогранными пластинами различных конструкций.

Основная часть

Была выдвинута гипотеза, что в соответствии с концепцией многокритериальности для рассматриваемых станков нельзя будет рекомендовать один тип конструкции резца. Конструкции резцов с СМП были выбраны на основе ранее проведенных исследований [1,2]. Однако они могут рассматриваться и как представители определенных групп конструкций.

Для исследований были взяты 7 различных конструкций: резец с напаянной твердосплавной пластиной 2100-0833 ГОСТ 18878-73 (конструкция №1) и 6 сборных резцов с СМП - конструкция №2 (а.с. №994133); конструкция №3 (а.с. №1144784); конструкция №4 (а.с. №1201064); конструкция №5 (а.с. №1201064 и №1000100); конструкция №6 (а.с. №1232384); конструкция №7 (с СМП, с креплением пластины прижимом, с боковыми выемками). Конструкции №2, 3, 5 и 7 показаны на рис.1.

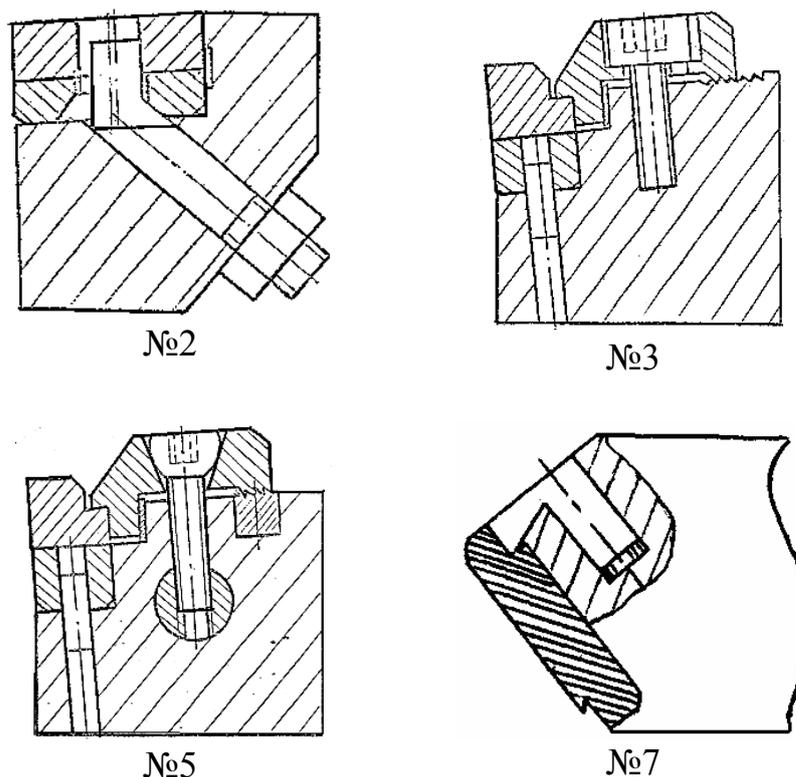


Рисунок 1 – Конструкции резцов со сменной многогранной пластиной

Полученные в результате проведенных экспериментов данные обрабатывались в системе STATISTICA6 [3]. Рассмотрим результаты исследований на примере конструкции №7.

Общее число опытов – 93. Из них износ наблюдался в 83 случаях

(89,25%), выкрашивание – в 5 (5,38%), поломка - в 5 (5,38%). Расчет основных статистик (табл.1) показывает, что диапазон изменений для t_{min} составляет от 0 до 15 мм, для t_{max} - от 12 до 17 мм, для s - от 1,12 до 1,6 мм/об, для v - от 35 до 84 м/мин, T - от 2,7 до 17,6 мин, $hз$ - от 0,2 до 1,7 мм.

Таблица 1

Variable	Descriptive Statistics (rez7poln)						
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
t_min	93	4,13978	0,00000	15,00000	2,49169	1,362354	3,580957
t_max	93	13,33333	12,00000	17,00000	1,95233	1,111950	-0,496242
s	93	1,32645	1,12000	1,60000	0,10868	-0,375394	0,392980
v	93	69,75269	35,00000	84,00000	16,97290	-0,864609	-0,721159
T	93	6,82688	2,70000	17,60000	2,63142	2,680838	7,996522
hз	83	0,94217	0,20000	1,70000	0,42120	0,261459	-0,853682

Для визуализации результатов построим несколько графиков(рис.2-7):

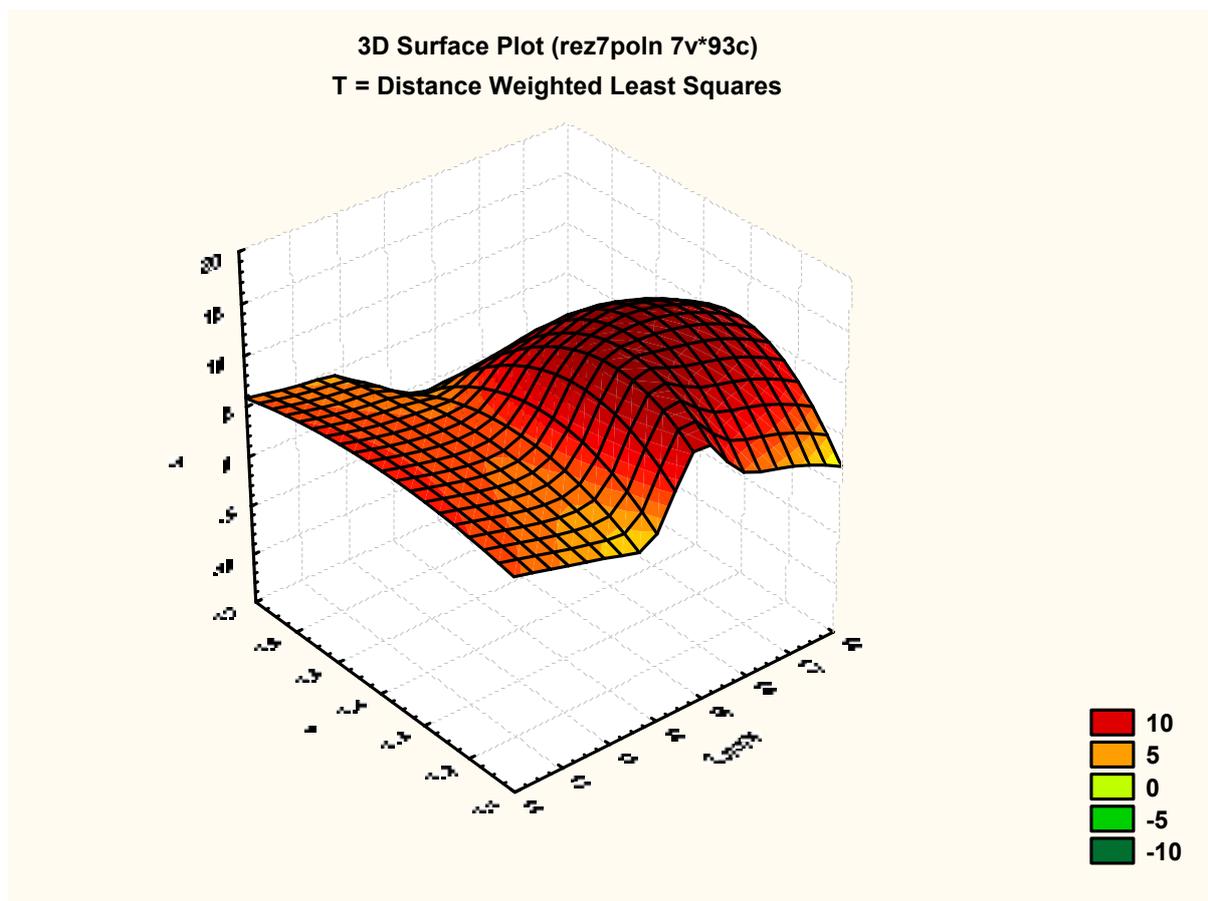


Рисунок 2 – Графическое представление зависимости стойкости (Т) от максимальной глубины резания (t_{max}) и подачи (s)

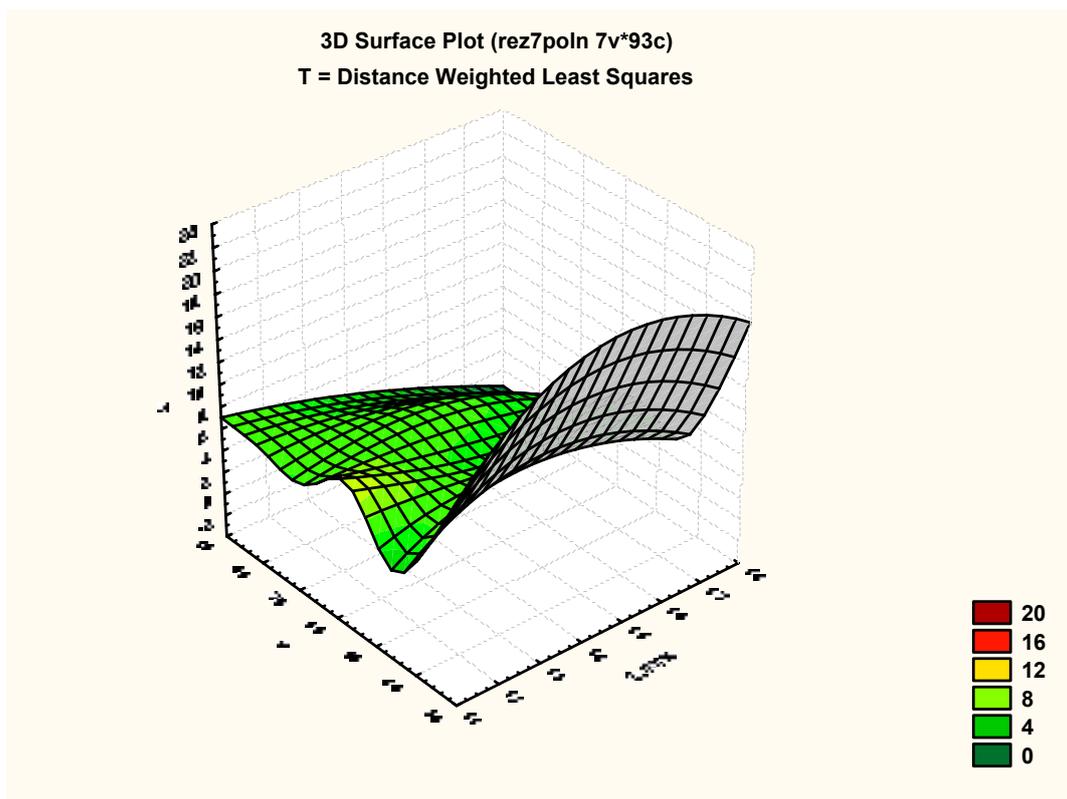


Рисунок 3 – Графическое представление зависимости стойкости (Т) от максимальной глубины резания (t_{max}) и скорости резания (v)

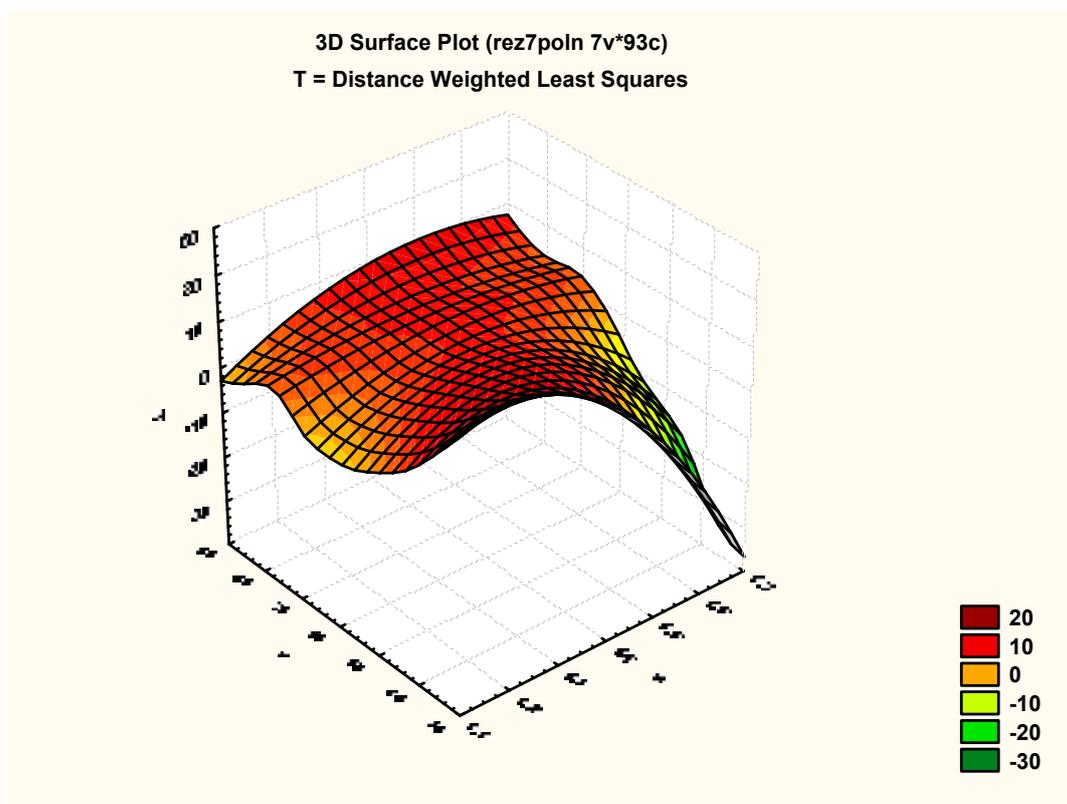


Рисунок 4 – Графическое представление зависимости стойкости (Т) от подачи (s) и скорости резания (v)

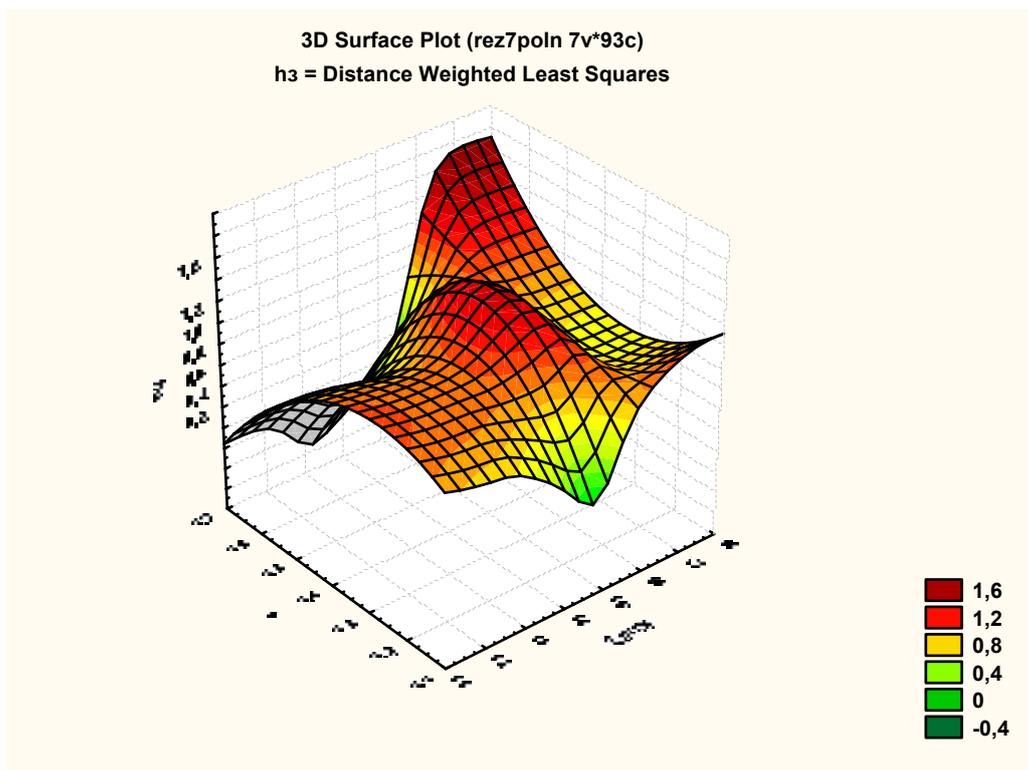


Рисунок 5 – Графическое представление зависимости величины износа по задней поверхности резца (h_3) от максимальной глубины резания (t_{max}) и подачи (s)

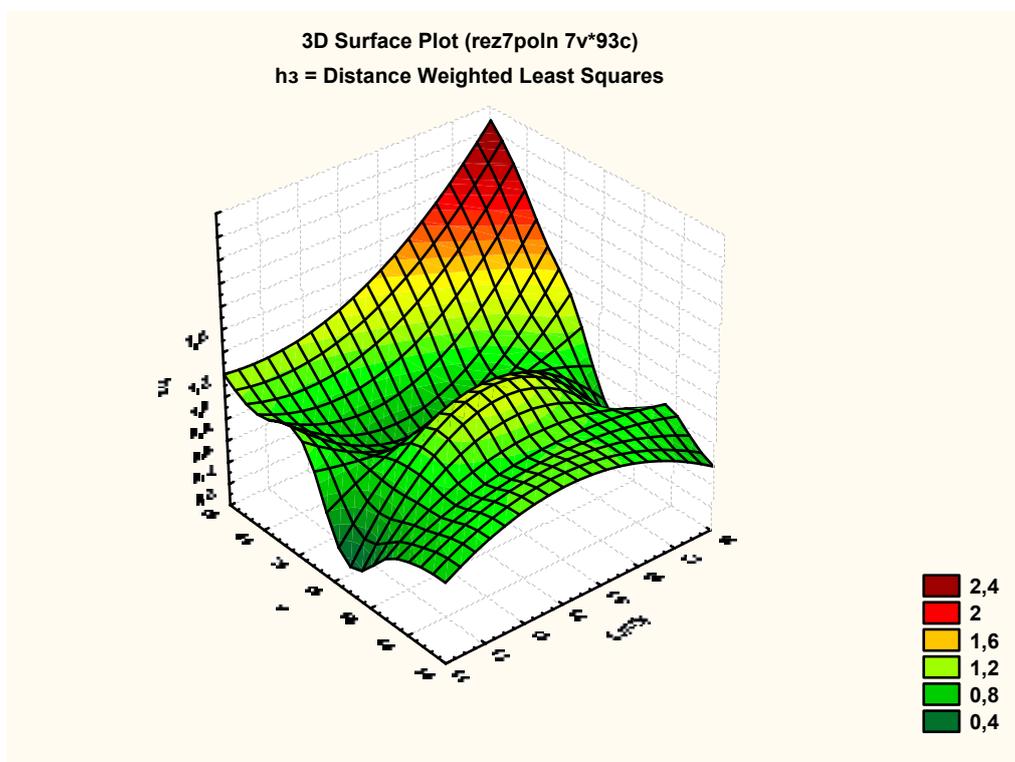


Рисунок 6 – Графическое представление зависимости величины износа по задней поверхности резца (h_3) от максимальной глубины резания (t_{max}) и скорости резания (v)

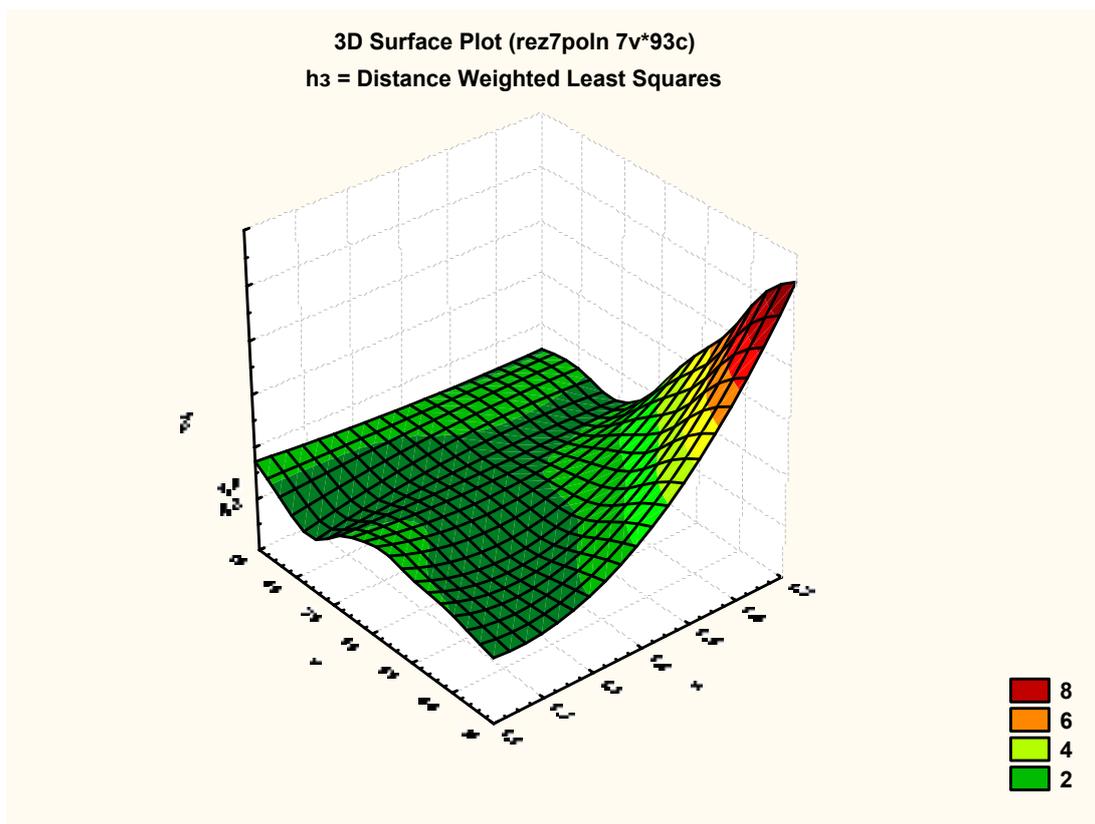


Рисунок 7 – Графическое представление зависимости величины износа по задней поверхности резца (h3) от подачи (s) и скорости резания (v)

Проверка наличия множественной регрессии $T(t_{max}, s, v)$ (табл.3) показывает, что множественный коэффициент корреляции $R=0,53$, что говорит о достаточной связи между рассматриваемыми показателями. При этом наблюдаемое значение критерия Фишера $F(3, 89)=11,758$ с уровнем значимости $\alpha < 0,0000$.

Таблица 3

Regression Summary for Dependent Variable: T (rez7poln) R= ,53277020 R?= ,28384408 Adjusted R?= ,25970400 F(3,89)=11,758 p<,00000 Std.Error of estimate: 2,2641						
N=93	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(89)	p-level
Intercept			18,04966	5,677991	3,17888	0,002034
t_max	-0,396317	0,157178	-0,53417	0,211851	-2,52145	0,013467
s	0,150392	0,101896	3,64123	2,467066	1,47593	0,143491
v	-0,825803	0,152967	-0,12803	0,023715	-5,39859	0,000001

При исследовании зависимости доли поломок q от рассматриваемых элементов режима резания вначале строим корреляционную матрицу (табл.4), из которой следует, что на величину доли поломок наибольшее влияние оказывает скорость резания, глубина резания и подача.

Таблица 4

Correlations (rez7)							
Marked correlations are significant at $p < ,05000$							
N=5 (Casewise deletion of missing data)							
Variable	t_min	t_max	s	v	T	h_z	q
t_min	1,00	0,81	-0,71	-0,78	0,28	0,46	0,76
t_max	0,81	1,00	-0,99	-0,96	0,01	0,78	0,97
s	-0,71	-0,99	1,00	0,94	0,10	-0,83	-0,96
v	-0,78	-0,96	0,94	1,00	-0,26	-0,58	-0,94
T	0,28	0,01	0,10	-0,26	1,00	-0,61	0,06
h_z	0,46	0,78	-0,83	-0,58	-0,61	1,00	0,75
q	0,76	0,97	-0,96	-0,94	0,06	0,75	1,00

Проверка наличия множественной регрессии $q(t_{\max}, s, v)$ (табл.5) показывает, что множественный коэффициент корреляции $R=0,97$, что говорит о тесной связи между рассматриваемыми показателями, а коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,94$ - общее качество модели хорошее.

Таблица 5

Statistic	Summary
	Value
Multiple R	0,971970
Multiple R?	0,944726
Adjusted R?	0,778902
F(3,1)	5,697187
p	0,296564
Std.Err. of Estimate	2,954865

Аналогично были проанализированы данные по остальным шести конструкциям.

Общий статистический анализ результатов (табл. 6) показывает, что наибольшая средняя стойкость у резца №2: $T_{\text{ср}}=9,6$ мин, но разброс значений стойкости для него наибольший: 3,5-26,5 мин. Резец №2 также работал с меньшими значениями подачи, чем другие конструкции: 0,81-1,12 мм/об против 1,12-1,6 мм/об.

Таблица 6

№ резца	$T_{\text{ср}}$, мин	σ_T	T, мин	t_min, мм	t_max, мм	s, мм/об	v, м/мин
2	9,6	5,53	3,5-26,5	0-15	12-17	0,81-1,12	35-84
3	6,9	2,76	3-17,6	0-15	12-17	1,12-1,6	35-84
4	6,7	2,94	2,5-17,6	0-15	12-17	1,12-1,6	35-84
5	6,95	3,2	1,2-17,6	0-15	12-17	1,12-1,6	35-84
6	6,75	3,05	2,5-17,6	0-15	12-17	1,12-1,6	35-84
7	6,8	2,63	2,7-17,6	0-15	12-17	1,12-1,6	35-84

Наибольшие средние стойкости (6,9 и 6,8 мин) при наименьших значениях стандартных отклонений у резцов №3 и 7.

Анализ соотношения количества изношенных резцов и тех, что отказали вследствие поломки (табл. 7), показал, что наименьший процент поломок у резцов №3 (6,33%) и №7 (5,38%).

Таблица 7

№ резца	% изношенных резцов	% выкрашиваний	% поломок	Кол-во опытов
2	76,74	9,3	13,95	43
3	87,34	6,33	6,33	79
4	86,36	6,06	7,58	66
5	87,3	4,76	7,94	63
6	82,76	8,62	8,62	58
7	89,25	5,38	5,38	93

Выводы

Проведенные исследования и анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1 При исследовании зависимости доли поломок от рассматриваемых элементов режима резания было показано, что эта зависимость существует и она существенна. Полученные модели адекватны по критерию Фишера и могут быть использованы при многокритериальной оптимизации.

2 Для дальнейшей работы по оптимизации и выбору конструкций резцов для различных производственных ситуаций были рекомендованы резцы конструкций 2, 3 и 7. Эти варианты могут быть использованы, как представители типов базовых конструкций.

Литература

- 1 Сборный твердосплавный инструмент/ Г.Л.Хаеа, В.М.Гах, Гузенко В.С. и др. - М.:Машиностроение,1989.
- 2 Теория проектирования инструмента и его информационное обеспечение: маркетинг, квалиметрия, надежность и оптимизация/ Г.Л.Хаеа, В.С.Гузенко, Л.Г.Хаеа и др.: Под общ. ред. Г.Л.Хаеа. – Краматорск:ДГМА, 1994. - 370 с.
- 3 Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA. – М.:Информационно-издательский дом “Филинь”, 1997. – 592с.