

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Г. Б. БАГДАСАРЯН, А. М. АРЗУМАНЯН, В. В. ВАРДИՉՅԱՆ

ВИБРАЦИЯ СИСТЕМЫ СПИД ПРИ ЧИСТОВОМ ТЕЧЕНИИ

При обработке на токарных станках резцами ИЧТ (инструмент чистового течения) с уменьшением глубины резания предполагается увеличение объемного износа инструмента, который приводит к изменению величины сил резания, вследствие чего нарушается устойчивость системы СПИД. С другой стороны интенсивность образования площадки при точении определяется как произведение подачи на скорости резания. Разработка данного инструмента позволила значительно повысить скорости резания и подачи, и тем самым способствовать устойчивости СПИД.

Данная работа является одной из попыток определения причины появления вибраций при чистовом точении резцами ИЧТ. Механизм возбуждения колебаний при чистовом точении инструментом ИЧТ показан на рис. 1. В рассматриваемой модели резца, длина режущей кром-

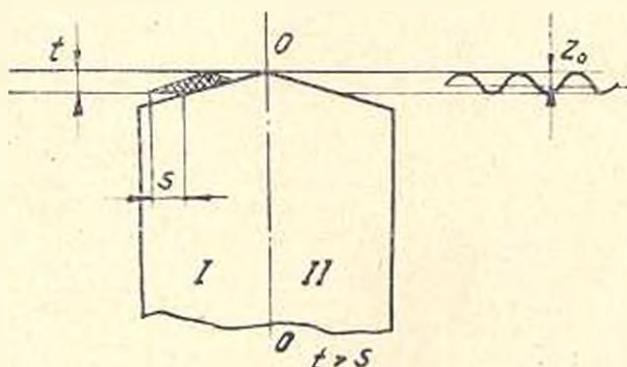


Рис. 1. Механизм возбуждения колебаний при чистовом точении резцом ИЧТ

ки которого намного больше подачи, условно делится на две части.

В процессе резания II часть резца выглаживает высоты гребешков, т. е. от глубины резания t остается глубина слоя l , которая должна сниматься II частью резца. Причиной появления остаточной глубины является процесс упругой и пластической деформаций в зоне резания. При снятии этого слоя последовательно происходит смена фаз кратковременного резания и скольжения резца.

Волнистость поверхности образуется при соединении двух частей резца. Следовательно, глубина слоя, снимаемого II частью резца при следующем обороте детали, зависит не только от относительных пере-

мещений резца и детали, но и этих соотношений при предыдущем обороте.

Механизм чистового точения резцом ИЧТ нами рассматривается как замкнутый процесс, который состоит из двух частей [1] (рис. 2): динамической характеристики станка и процесса резания.

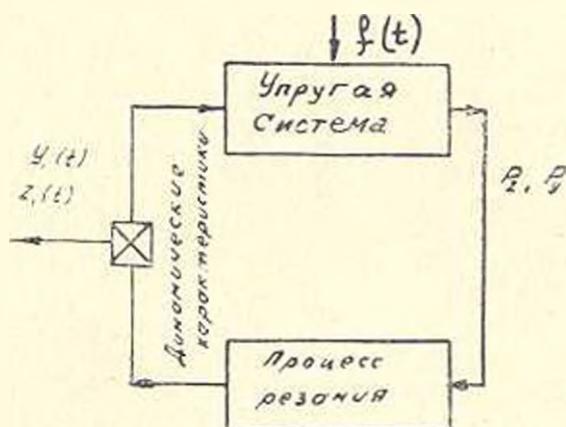


Рис. 2. Замкнутая система СПИД при чистовом точении.

Характеристическое уравнение процесса, которое позволяет установить предел устойчивости в матричной форме, согласно [2], имеет следующий вид:

$$\det |1 - M \cdot K| = 0, \quad (1)$$

где 1 — единичная матрица, M , K — матрицы податливости станка и виброустойчивости системы СПИД.

Согласно [2], связь между динамическими силами резания и холостым ходом, а также динамической глубиной резания, при главном и вспомогательном резании рекомендуется выразить следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} P_y(\tau) &= -C_1^{(y)} z(\tau) + C_2^{(y)} [z(\tau - T_0) - z(\tau)]; \\ P_z(\tau) &= -C_1^{(z)} z(\tau) + C_2^{(z)} [z(\tau - T_0) - z(\tau)], \end{aligned} \quad (2)$$

где коэффициенты $C_1^{(y)}$, $C_2^{(y)}$, $C_1^{(z)}$, $C_2^{(z)}$ определяются по методике приращения жесткости при изменении сил резания в зависимости от глубины резания.

Преобразование уравнений (2) позволяет определить соотношения частей K_{zy} , K_{zz} :

$$\begin{aligned} K_{zy} &= C_2^{(y)} \left(e^{-sT_0} - 1 - \frac{C_1^{(y)}}{C_2^{(y)}} \right); \\ K_{zz} &= C_1^{(z)} \left(e^{-sT_0} - 1 - \frac{C_2^{(z)}}{C_1^{(z)}} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Решая детерминант в уравнении (1) при допущении, что смещение по направлениям z и y не оказывают влияния на t , получим:

$$1 - m_{zz} K_{zz} - m_{yz} t (K_{zz}) = 0. \quad (4)$$

Здесь \bar{f}_1 и \bar{f}_2 зависят от условий резания, $\frac{1}{K_{zz}}$ характеризует процесс резания, m_{zz} и m_{yz} — динамику станка.

Таким образом, уравнение (4) дает частотную характеристику станка и представляет процесс резания обратной кривой, а динамическое состояние станка характеризуется кривой m_{zz} или m_{zy} . Объединив эти две кривые в системе АФЧХ, согласно [3], определим величины R_e, J_m .

Таким образом, были выведены системы АФЧХ при чистовом точении с учетом объединения кривых податливости станка и виброустойчивости системы СПИД.

Описанная методика позволяет исследовать динамическую устойчивость процесса чистового резания с учетом условий обработки и жесткости станка. В качестве примера приведены результаты исследований виброустойчивости системы СПИД при чистовом точении материала марки сталь 45 резцом ИЧТ.

Режимы резания были выбраны для данного материала и инструмента методом факторного планирования. План эксперимента с результатами приведены в табл. 1. Согласно [4], оптимизация процесса реза-

Таблица 1

№	V , м/мин	S , мм/об	t , мм	P_x , кгс	P_y , кгс	P_{Σ} , кгс	R_{Σ} , мм	Облученные уравнения
1	133	0,075	0,8	21	17	5,7	12,2	$P_x = \frac{e^{5,65} S^{0,85} t^{0,77}}{V^{0,15}}$
2	213	0,075	0,2	6	4,8	1,7	3,2	
3	333	0,075	0,4	17	6,6	2,8	4	
4	133	0,125	0,2	11	10	2,5	5,2	$P_y = \frac{e^{1,22} S^{0,6} t^{0,66}}{V^{0,11}}$
5	213	0,125	0,4	17	13,6	4,1	6,4	
6	333	0,125	0,8	45,2	19,2	6,7	8,2	$P_{\Sigma} = \frac{e^{2,1} S^{0,1} t^{0,55}}{V^{0,1}}$
7	133	0,25	0,4	34,6	34,6	6,6	11,4	
8	213	0,25	0,8	67,3	48	10,8	14,4	$R_{\Sigma} = \frac{e^{5,27} S^{0,26} t^{0,5}}{V^{0,12}}$
9	333	0,25	0,2	20,8	13,6	3,2	3,8	

ния одновременно по силе резания и шероховатости поверхности с учетом ограничений станка дает следующие оптимальные значения режимов резания:

$$V = 250 \text{ м/мин}; \quad S = 0,075 \text{ мм/об}; \quad t = 0,3 \text{ мм}.$$

По данным режимам резания проведены исследования виброустойчивости системы и определены значения всех неизвестных в уравнении (5).

Расчет значений R_c и J_m конкретно для указанных условий обработки приведены в табл. 2.

Таблица 2

ω , сек	податливость, K_1	ω_c , 1/сек	T_d , 1/сек	Декремент затухания, λ	T_d , сек.	$R_c \cdot 10^{-3}$	$J_m \cdot 10^{-3}$
1500	5,41	5945	1,61	0,1	5,51	0,012	-0,021
1800	•	•	•	•	•	0,019	-0,011
2100	•	•	•	•	•	0,036	-0,018
2500	•	•	•	•	•	0,045	-0,018
2800	•	•	•	•	•	0,031	-0,081
3000	•	•	•	•	•	-0,011	-0,1
3200	•	•	•	•	•	-0,03	-0,4
3400	•	•	•	•	•	-0,02	-0,5
3600	•	•	•	•	•	-0,04	-0,4
4000	•	•	•	•	•	-0,027	-0,012
1500	•	•	•	•	•	-0,01	-0,019

На рис. 3, по данным табл. 2 приведены АФЧХ системы СПИД.

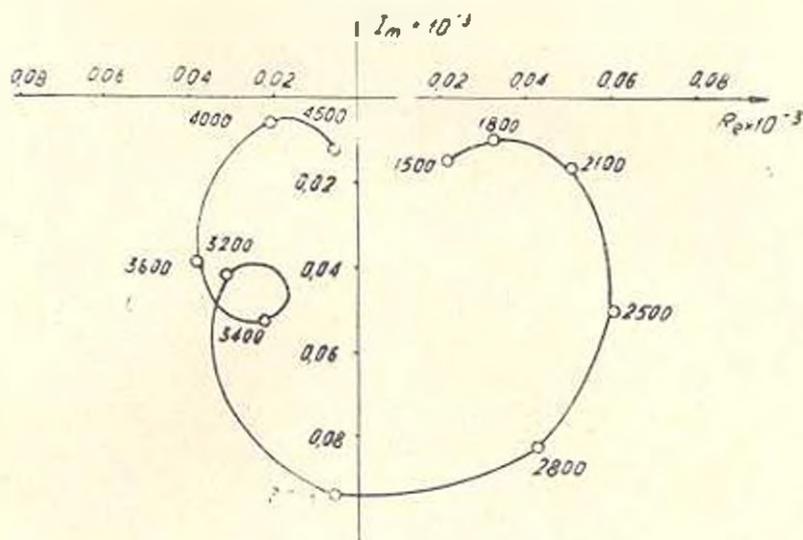


Рис. 3. АФЧХ системы СПИД при чистовом точении.

Анализ графика показывает, что устойчивость, в основном, зависит от подачи и глубины резания. Чем меньше подача и взаимное перекрытие режущей кромки, тем устойчивее система СПИД.

Однако уменьшение подачи приводит к снижению производительности обработки, что нецелесообразно, поэтому рекомендуется длину режущей кромки выбрать в соответствии с требуемой подачей. Кроме того, необходимо несколько изменить угол наклона режущей кромки λ и угол установки резца β_2 так, чтобы процесс резания протекал без каких-либо скачков или торможений.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Багдасарян Г. Б. Изучение виброустойчивости строгального станка типа 7М36. «Известия АН АрмССР (серия Т. II.)», т. XXIII, № 2, 1970.
2. Динамика чистового точения токарным резцом с зачистой режущей кромкой. Экспресс информация, «Режущие инструменты», 1977, № 8.
3. Кудинов В. А. Динамика станков. М., «Машиностроение», 1967.
4. Касьян М. В., Багдасарян Г. Б., Арзумян А. М. Объемная деформация стружки, как показатель определения обрабатываемости. «Известия АН АрмССР, (серия Т. II.)», т. XXX, № 5, 1977.