

Численная реализация полученного уравнения позволяет в пространстве параметров $\gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n; \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, m$ определить зону малонапряженности для края, обеспечивающую прочность соединения.

Для линейно-упругих материалов ($m=1$), полагая в (8) $\lambda=1$, находим

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i (\alpha_i - \alpha_{i-1}) =$$

$$= \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 - 1 \right] \sum_{i=1}^n \gamma_i \left[\alpha_i - \alpha_{i-1} - \frac{\alpha}{\pi} \sin \frac{\pi}{\alpha} (\alpha_i - \alpha_{i-1}) \cos \frac{\pi}{\alpha} (\alpha_i + \alpha_{i+1}) \right],$$

определяющее в пространстве физических и геометрических параметров $\gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n; \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ зону малонапряженности края контактной поверхности составной плиты.

Интегральный способ исследования малонапряженности составных упрочняющихся тел рассмотрен в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Чобанян К.С. Напряжения в составных упругих телах. - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1987. - 338 с.
2. Задоян М.А. Пространственные задачи теории пластичности. - М.: Наука, 1992. - 384 с.

Ин-т механики НАН РА

15.06.1999

Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

УДК 621.91

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Г.Б. БАГДАСАРЯН, М.Г. СТАКЯН, В.Р. КАРОЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ТОЧЕНИИ

Դիտարկվում է տեխնոլոգիական մնացորդային լարումների առաջացման վրա կտրման պայմանների ազդեցության հարցը շրջատաշելիս: Նկարագրվում է կտրման ընթացքում առաջացած մնացորդային լարումների որոշման մեթոդ: Առաջարկվում են σ'_{01} , σ''_{01} , σ_{01} լարումների առնչությունների կառուցման նոր բանաձևեր:

Рассматривается влияние условий резания на образование остаточных напряжений в обрабатываемом материале. Описывается методика определения технологических остаточных напряжений в процессе резания. Предлагаются новые формулы для построения графиков зависимостей σ'_{01} , σ''_{01} , σ_{01} .

Ил.1. Табл.2. Библиогр.: 8 назв.

The influence of cutting conditions on the formation of residual stresses in a machined material is considered. The technique of defining technological residual stresses during cutting is described. New formulas for plotting the dependences of σ'_{01} , σ''_{01} , σ_{01} are proposed.

Илл. 1. Tables 2. Ref. 8.

На эксплуатационные свойства деталей машин наряду с геометрическими параметрами большое влияние оказывает физико-механическое состояние поверхностного слоя, в частности, остаточные напряжения, которые, в свою очередь, влияют на точность обработки, статическую и динамическую прочность и коррозионную стойкость деталей. Известны случаи, когда изготовленные с высокой точностью покрытия антенных щитов РОТ 32/54–2,6 (1500х1300х60 мм³) со временем теряли свою первоначальную точность из-за перераспределения остаточных напряжений. Для уменьшения появления этих напряжений, особенно растягивающих, необходимо уделить внимание технологии изготовления деталей машин, в частности, окончательной обработке поверхностного слоя.

При нагреве или охлаждении обрабатываемого материала наряду с силой резания образуются дополнительные остаточные напряжения. Причем в процессе резания в поверхностных слоях образуются напряжения σ'_{01} , возникающие от силы резания, и σ''_{01} - от температуры резания [1]:

$$\sigma_{01} = \sigma'_{01} + \sigma''_{01}. \quad (1)$$

Согласно [2], σ'_{01} определяется в виде

$$\sigma'_{01} = \frac{1}{2} \sqrt{2[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2]}, \quad (2)$$

где σ_x , σ_y , σ_z – главные нормальные напряжения при резании, рассчитываемые согласно [3]:

$$\sigma_z = \frac{P_z \cos \gamma}{ab \xi_b (\xi - \sin \gamma)}, \quad \sigma_y = \frac{P_y \cos \gamma}{ab \xi_b (\xi - \sin \gamma)}, \quad \sigma_x = \frac{P_x \cos \gamma}{ab \xi_b (\xi - \sin \gamma)}. \quad (3)$$

Здесь γ - передний угол резца; a, b – толщина и ширина среза, мм; ξ , ξ_b – коэффициент усадки стружки по длине и ширине.

Согласно [1],

$$\sigma''_{01} = -E \alpha(t) \theta, \quad (4)$$

где $E=2 \cdot 10^5$ Н/мм² и $\alpha(t)=11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ - модуль Юнга и удельная теплоемкость (для сталей); θ - температура резания, град.

Для установления связи между режимами резания и остаточными напряжениями предлагается искать математическую модель в следующем линейном виде:

$$\sigma'_{01} = C_1 V^{a_1} S^{a_2} t^{a_3}, \quad (5)$$

$$\sigma''_{01} = C_2 V^{a_4} S^{a_5} t^{a_6}. \quad (6)$$

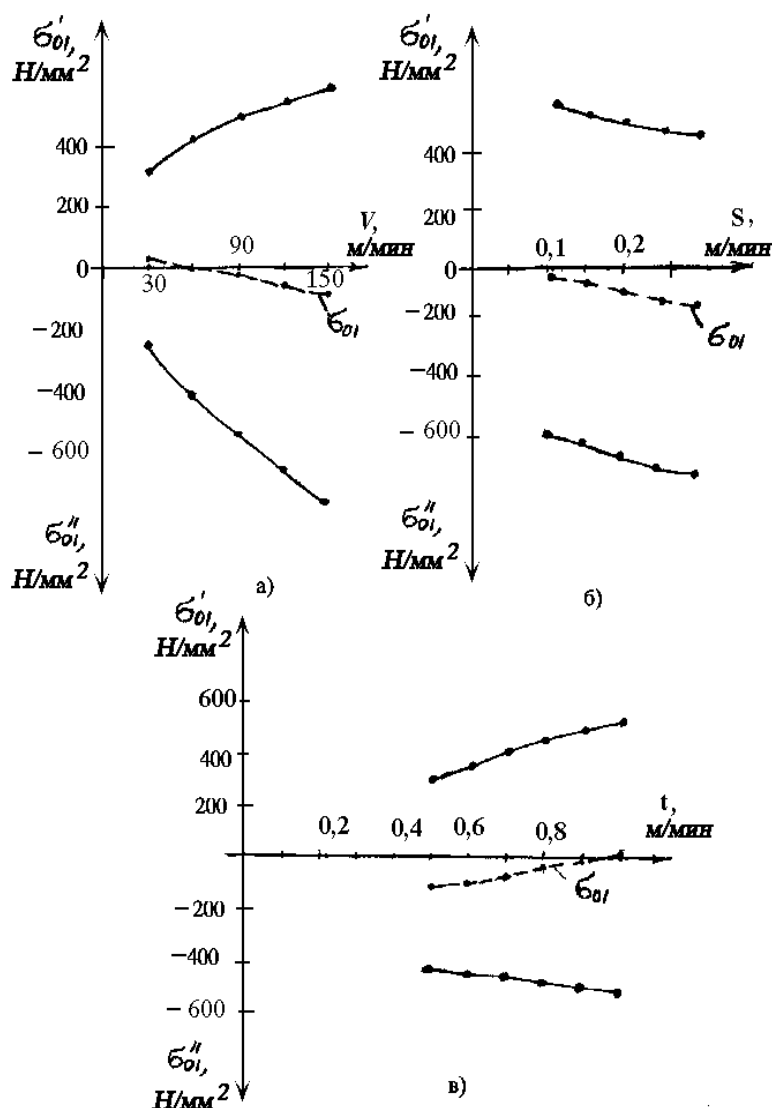


Рис. Влияние режимов резания на остаточные напряжения:

а - $\sigma'_{01}, \sigma''_{01}, \sigma_{01} = F_1(V)$ при $S=0,15 \text{ мм/об}$, $t=0,7 \text{ мин}$; б- $\sigma'_{01}, \sigma''_{01}, \sigma_{01} = F_2(S)$ при $V=100 \text{ м/мин}$, $t=0,7 \text{ мин}$; в - $\sigma'_{01}, \sigma''_{01}, \sigma_{01} = F_3(t)$ при $V=100 \text{ м/мин}$, $S=0,15 \text{ мм/об}$

Опыты проводились на токарно-винторезном станке модели 1К62 при резании стали 40Х. В качестве режущего инструмента был применен проходной резец с твердосплавными пластинами марки Т15К6, главные углы которого рассчитаны согласно [4, 5]: $\gamma = 21^\circ$, $\varphi = 87^\circ$, $\alpha = 12^\circ$. По факторному планированию экспериментов типа 2^3 были проведены опыты с 8 различными режимами резания. При этом зарегистрированы составляющие силы резания P_z , P_y , P_x , температура резания θ , усадки по длине и ширине стружки (табл.1).

Для определения неизвестных, входящих в (5) и (6), представим эти уравнения в регрессионном виде:

$$Y_1 = \ln \sigma'_{01} = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3, \quad (7)$$

$$Y_2 = \ln \sigma''_{01} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3, \quad (8)$$

где B_0, B_1, B_2, B_3 и b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты регрессии; X_1, X_2, X_3 – полиномы.

Таблица 1

План и результаты исследования

№	Режимы резания			Силы резания, H			θ , град	Кэф. усадки		Главные норм. напряжения, $H/мм^2$			Остаточные напряжения, $H/мм^2$	
	V , м/мин	S , мм/об	t , мм	P_z	P_y	P_x		ξ	ξ_b	σ_z	σ_y	σ_x	σ'_{01}	σ''_{01}
1	30	0,11	0,5	580	480	430	125	4,0	2,1	1290	1070	955	293	-275
2	150	0,11	0,5	490	370	330	320	3,1	1,7	1750	1320	1175	514	-704
3	30	0,30	0,5	1150	890	740	200	4,3	2,1	860	660	550	270	-440
4	150	0,30	0,5	980	730	570	370	3,3	1,8	1140	850	660	415	-814
5	30	0,11	1,0	1020	790	690	180	4,5	1,1	1910	1480	1290	550	-396
6	150	0,11	1,0	850	640	530	350	3,5	0,9	2440	1840	1520	810	-770
7	30	0,30	1,0	2000	1460	1200	220	4,7	1,1	1290	940	775	457	-484
8	150	0,30	1,0	1700	1190	920	380	3,7	0,9	1680	1180	910	680	-836

Согласно [6, 7], неизвестные в (7) и (8) определяются путем составления матриц планирования (табл.2).

Таблица 2

Матрица планирования для σ'_{01} и σ''_{01}

№	X_0	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Кэф. регрессии
1	+	-	-	-	3,38	3,31	$B_0=3,850$
2	+	+	-	-	3,94	4,34	$B_1=0,220$
3	+	-	+	-	3,29	3,78	$B_2=-0,082$
4	+	+	+	-	3,72	4,40	$B_3=0,260$
5	+	-	-	+	4,00	3,68	$b_0=4,030$
6	+	+	-	+	4,39	4,37	$b_1=0,360$
7	+	-	+	+	3,82	3,90	$b_2=0,107$
8	+	+	+	+	4,22	4,48	$b_3=0,075$

Примечания: 1. $X_1=1,82 \ln V-8,1$; $X_2=2 \ln S+3,4$; $X_3=2,9 \ln t+1$.

2. Знак (-) в расчетах не учитывается.

Совместно решая (5) – (8), получим

$$\sigma'_{01} = e^{2,03} V^{0,40} t^{0,75} S^{-0,16}, \quad (9)$$

$$\sigma''_{01} = -e^{1,5} V^{0,66} S^{0,21} t^{0,22}. \quad (10)$$

Адекватность уравнений (9) и (10) согласно [8] соответствует 5%- му уровню значимости.

Рассмотрим результаты расчетов согласно (9) и (10) (рис.). Напряжения первого рода σ'_{01} при увеличении скорости и глубины резания резко повышаются. Напряжения второго рода σ''_{01} являются сжимающими

и с увеличением режимов резания увеличиваются. Общие технологические напряжения для данного опыта получены путем суммы двух родов напряжений (рис.).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Биргер И.А.** Остаточные напряжения. - М.: Машгиз, 1963. – 232 с.
2. **Подзей А.В.** Технологические остаточные напряжения. - М.: Машиностроение, 1973. - 216 с.
3. **Лоладзе Т.Н.** Стружкообразование при резании металлов. - М.: Машгиз, 1973. - 318 с.
4. **Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А., Багдасарян В.Г.** Определение основных углов резца по разрывному полю обрабатываемого материала // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. -1995. - Т.48, №1. – С.160 –164.
5. **Багдасарян Г.Б., Стакян М.Г., Багдасарян В.Г.** Метод определения оптимальной геометрии сверла в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1995.- Т.48, №3. - С. 166-170.
6. **Касьян М.В., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А.** Оптимизация технологических факторов при резании методом многофакторного планирования экспериментов. - Ереван: Айастан, 1990. - 161 с.
7. **Касьян М.В., Багдасарян Г.Б., Арутюнян Г.А.** Оптимизация режимов резания при решении технологических задач. - Ереван: Айастан, 1981. - 183 с.
8. **Хикс Ч.** Основные принципы планирования экспериментов.– М.: Машгиз, 1976. – 392 с.

ГИУА

05.06.1998

Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

УДК 921.9:531.3

МАШИНОСТРОЕНИЕ

В.А. АВАКЯН, А.В. ДАРБИНЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТАНКА С ЧПУ

Որոշված են հաստոցի առաձգական համակարգի և կտրման գործընթացի դինամիկական բնութագրերը՝ կախված կտրման ուժի ազդեցության ուղղությունից: Գնահատված է հաստոցի դինամիկական կայունությունը:

Определены динамические характеристики упругой системы станка и процесса резания в зависимости от направления действия силы резания. Дана оценка динамической устойчивости станка.

Ил.2. Табл.5. Библиогр.: 3 назв.