

5. Кабалдин Ю.Г. Механизмы деформации срезаемого слоя и стружкообразование при резании // Вестник машиностроения. - М., 1993. - №7 - С. 25-30.

6. Христафорян С.Ш. Модель пластического деформирования при резании. - Ереван, 1985. - 8 с. / НТД, АрмНИИНТИ. - Ереван, № 19Ар - 85 Деп.

7. Христафорян С.Ш. Вопросы формирования пространственной структуры твердого тела сливной стружки при непрерывном резании // Мат. 24-й науч.-техн. конф. РСНТО АрмССР. - Ереван, 1987. - С. 187-188.

ГИУА

08.12.1997

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. 11, № 2, 1999, с. 152-158.

УДК 621.791.624.014.25

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Т.Т. АРАКЕЛЯН

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАЛОНАПРЯЖЕННОСТИ

Արդյավորվում է արժեքային խորանարդափոխարկյան համայն կարճոր նշանակարժեքով ունեցող ընդհանրացման համար առկայությունը պայմանի նվազագույնի բախակետում սեծուրյունը:

Установлена минимальная количественная величина условия возникновения малонапряженности, что имеет важное значение для инженерной практики.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Minimum quantity of low-stress level onset conditions being of great importance for engineering practice is stated.

Ил. 4. Table 1. Ref. 5.

Непрерывное усложнение конструктивных форм несущих элементов, повышение их нагруженности и широкое применение неразъемных соединений упруго-неоднородных материалов делают необходимым, наряду с традиционными методами расчетно-экспериментальной оценки прочности и долговечности соединений, учитывать недавно установленное явление в таких соединениях - малонапряженность [1]. При этом получены такие предельные значения геометрических параметров, как условия возникновения малонапряженности (затухание напряжений) у края контактной поверхности.

Вблизи края контактной поверхности границ области затухания или возрастания напряжений в общем случае напряженного состояния определяются уравнением относительно углов α и β (рис. 1) [1,2]

$$\begin{aligned} \Gamma(\alpha, \beta) = & \mu_1 m_2 [(\alpha + \beta) \cos(\alpha + \beta) - \sin(\alpha + \beta)] \sin(\alpha + \beta) + \\ & + \mu_2 [(\mu_2 - m_1 - (\mu - 1) \sin^2 \beta) (\alpha \cos \alpha - \sin \alpha) \sin \alpha - \\ & - m_1 [\mu_1 - m_1 - (\mu - 1) \sin^2 \alpha] (\beta \cos \beta - \sin \beta) \sin \beta = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

где α и β - углы между касательными плоскостями внешней поверхности тела и поверхностью контакта в рассматриваемой точке контакта (рис.1); E_1, E_2, ν_1, ν_2 - модули упругости и коэффициенты соединяемых материалов.

$$\mu = \frac{E_1(1+\nu_2)}{E_2(1+\nu_1)}, \quad m_1 = \frac{1}{1+\nu_1}, \quad m_2 = \frac{1}{1+\nu_2}$$

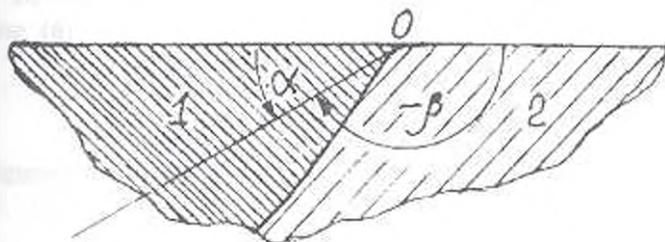


Рис. 1

В настоящей работе рассматривается случай гладкой внешней поверхности соединения у края поверхности контакта (рис.1):

$$\beta = \pi - \alpha. \quad (2)$$

При пересечении кривой 1 с прямой 2 определяются границы областей конечных и бесконечных напряжений у края поверхности контакта (рис.2). Практически действующая область малонапряженности определяется минимальным корнем α системы уравнений (1) и (2) (не считая $\alpha=0$) [3, 4]:

$$\alpha_1 = \arctg \sqrt{\frac{K-1}{K\nu_1 - \nu_2}}, \quad K = E_1/E_2 \quad (3)$$

Рассмотрим случай, когда значения упругих постоянных практически одинаковы $E_1 = E_2$; $\nu_1 = \nu_2$. Тогда техническая граница существования области малонапряженности находится только погрешностями их экспериментального определения. В частности, относительная погрешность определения модулей упругости обычно меняется в интервале $\Delta E/E = 0,01 \dots 0,045$ [5]. Для худшего варианта, принимая расчетное значение максимальным и различного знака, т.е. $\Delta E_1/E_1 = -\Delta E_2/E_2 = 0,045$, имеем

$$\Delta E_1 = 0,045E_1, \quad \Delta E_2 = -0,045E_2 \quad (4)$$

Тогда предельное максимальное значение отношения модулей упругости $K_{\text{пр}}$, обусловленное только погрешностями их определения, будет

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_1 + \Delta E_1}{E_2 + \Delta E_2} = \frac{E_1 + 0,045E_1}{E_2 - 0,045E_2} = 1,094 \frac{E_1}{E_2} = 1,10 \frac{E_1}{E_2}$$

Так как $E_1 = E_2$, получим

$$K_{\text{пр}} = 1,10. \quad (5)$$

Рассматривая основную область малонапряженности (рис.2), заключим, что ее размеры и форма характеризуются амплитудой h

шириной области L , которую отсекает прямая 2 от кривой 1 в точках $A(0, \pi)$ и $B(\alpha_1, \pi - \alpha_1)$. Безразмерная величина их отношения h/L однозначно определяет размеры области малонапряженности.

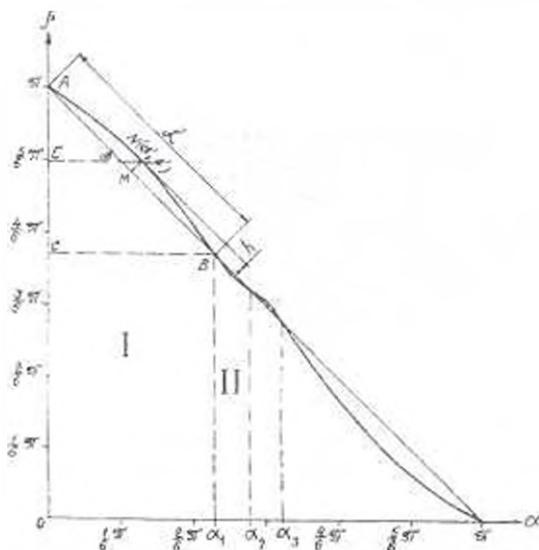


Рис. 2

Обозначив координаты точки N касания прямой, параллельной касательной кривой 1, через (α', β') , на основе рис. 2 будем иметь

$$EN = \alpha', \quad OE = \beta', \quad CB = \alpha_1, \quad AB = L, \quad L = \sqrt{2}\alpha_1, \quad (6)$$

$$AE = EN - DN = \alpha' - \sqrt{2}h, \quad AE + OE = \alpha' - \sqrt{2}h + \beta' = \pi.$$

или

$$h = (\alpha' + \beta' - \pi) / \sqrt{2}.$$

Исходя из (3) и (6), находим значение искомого отношения

$$\frac{h}{L} = \frac{\alpha' + \beta' - \pi}{2\alpha_1} = (\alpha' + \beta' - \pi) / 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{K-1}{K\vartheta_2 - \vartheta_1}}. \quad (7)$$

Если предположить, что нормаль кривой 1 в точке (α', β') приближенно находится в середине отрезка AB , т.е. $AM = AB = L/2$, то из рис. 2 следует приближенное выражение $OE = OC + BM \cos \pi/4 = \beta'$ или

$$\beta' = \pi + \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{L}{2} + h \right) - \alpha_1; \quad \alpha' = \alpha_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{L}{2} - h \right).$$

где h определяется графически из рис. 2.

Уравнение (1) представляет собой аналитическое задание кривой в плоскости $\alpha\beta$. При этом угловой коэффициент касательной прямой в точке $N(\alpha', \beta')$ кривой 1 определяется соотношением

$$\operatorname{tg} \varphi = - \left(\frac{\partial F(\alpha, \beta)}{\partial \beta} / \frac{\partial F(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} \right)_{\substack{\alpha=\alpha' \\ \beta=\beta'}} \quad (8)$$

где φ - угол между положительным направлением оси $O\beta$ и касательной.

Так как указанная касательная параллельна прямой 2, то угловые коэффициенты их должны быть равны, т.е. $\operatorname{tg} \varphi = -1$, и отношение (8) примет вид

$$\left(\frac{\partial F(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} \right)_{\substack{\alpha=\alpha' \\ \beta=\beta'}} = \left(\frac{\partial F(\alpha, \beta)}{\partial \beta} \right)_{\substack{\alpha=\alpha' \\ \beta=\beta'}} \quad (9)$$

Координаты точек касания (α', β') должны удовлетворять также кривой 1, т.е.

$$F(\alpha', \beta') = 0 \quad (10)$$

Таким образом, аналитическое определение координат (α', β') сводится к решению системы уравнений (9) и (10), что представляет математические трудности.

Для установления связи между величинами K и отношением h/L на ЭВМ определены координаты кривой 1 для случая, когда параметр K меняется в интервале $K=1,0 \dots 1,45$ при следующих различных значениях коэффициентов Пуассона материала составного тела: 1) $\nu_1=0,28, \nu_2=0,26$, 2) $\nu_1=0,30, \nu_2=0,24$, 3) $\nu_1=\nu_2=0,25$. По полученным значениям координат кривой $F(\alpha, \beta)=0$ в окрестности точек $N(\alpha', \beta')$ построена только часть основной области малонапряженности (рис.3) Для небольшого интервала $K=1,30 \dots 1,45$ предполагается, что точки $N(\alpha', \beta')$ находятся на одном перпендикуляре к прямой 2.

На рис. 3 графически определены значения амплитуды h , а величины значения $L=\sqrt{2}\alpha$ определены из соотношения (3). Это равносильно графическому решению системы уравнений (9) и (10) и определению отношения h/L (табл.)

Таблица

№	$K = E_1 / E_2$	$\nu_1 = 0,28,$	$\nu_1 = 0,30,$	$\nu_1 = \nu_2 = 0,25$
		$\nu_2 = 0,26$	$\nu_2 = 0,24$	
		h/L	h/L	h/L
1.	1,00	0	0	0
2.	1,05	0,0075	0,0073	0,0060
3.	1,15	0,0210	0,0196	0,0174
4.	1,25	0,0342	0,0316	0,0295
5.	1,35	0,0485	0,0441	0,0416
6.	1,45	0,0625	0,0572	0,0523

На основе данных таблицы построены графики функциональной зависимости $K=(h/L)$ для изучаемых трех случаев (рис. 3). При этом для предельного значения $K_n=1.10$ установлены соответствующие значения $(h/L)_1$, $(h/L)_2$ и $(h/L)_3$.

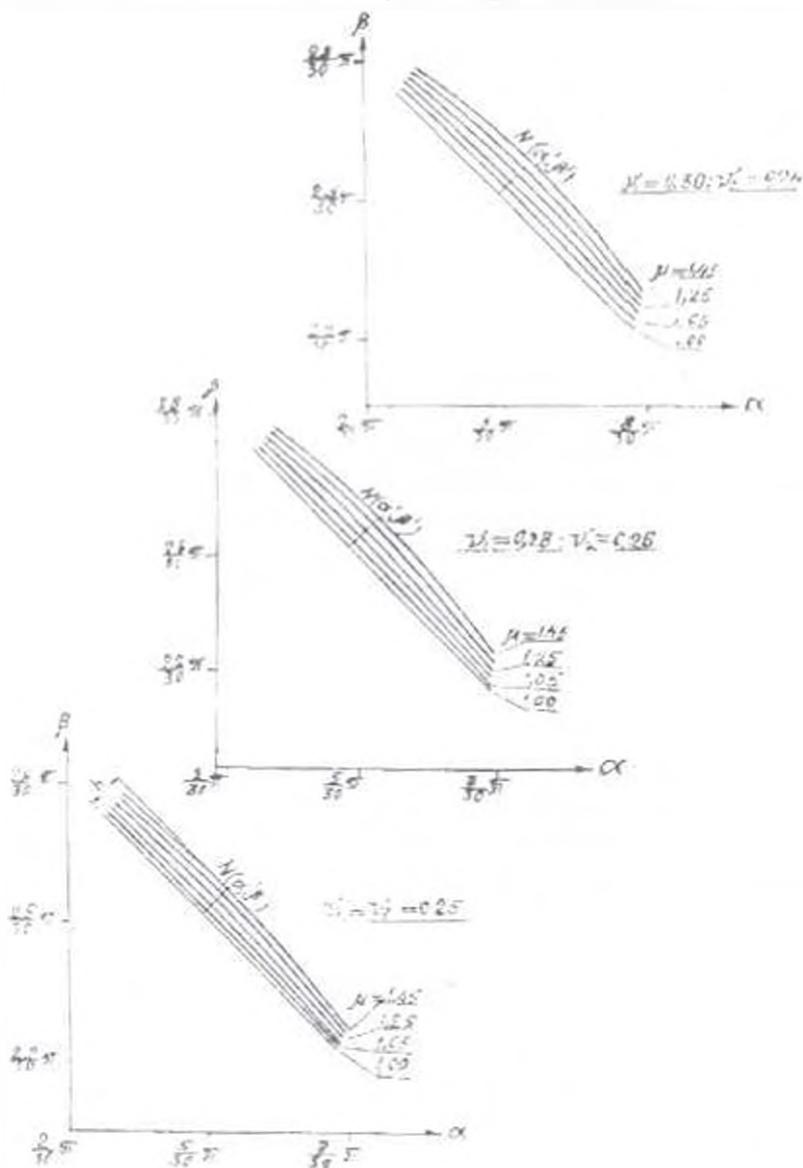


Рис.3

Предельное расчетное отношение возникновения малодеформации будет наибольшим из полученных, т.е. $(h/L)_1=0,015-0,02$. При $h/L < 0,02$ кривая 1 практически сливается с прямой 2. Т.е. соединение составного тела сводится к соединению упруго-однородного тела. А для последнего явления

малонапряженности отсутствует. Следовательно, практическим условием нижней границы возникновения малонапряженности будет

$$h/L > 0.02. \quad (11)$$

При выполнении этого условия соединение состоит из упруго-неоднородных материалов, значит, на основе этого можно отличить упругое тело от упруго-неоднородного.

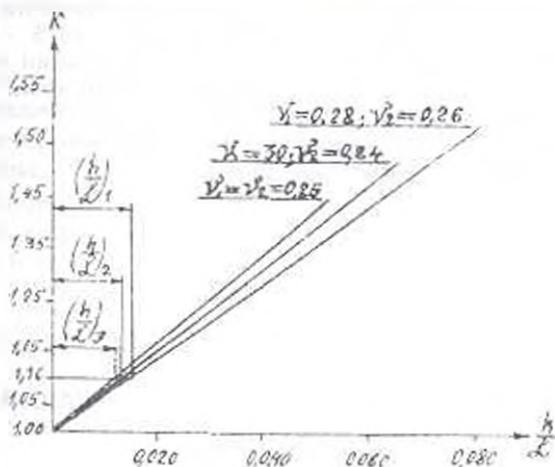


Рис. 4

Таким образом, выражение (11) является единственно общей комплексной характеристикой появления малонапряженности в соединениях составного нагруженного тела, ибо, согласно (7), (9) и (10), включает в себя все упругие постоянные E_1, μ_1, E_2, μ_2 материалов неразъемного соединения. Следовательно, не только найдена численная граница возникновения малонапряженности, но и выявлены особенности основной области малонапряженности, а именно:

- как следует из графика рис.4, практически существует прямолинейная зависимость между безразмерными величинами E_1/E_2 и h/L , т.е. $K = C(h/L)$;

- указанный коэффициент пропорциональности C зависит только от коэффициентов Пуассона ν_1 и ν_2 ;

- безразмерное отношение h/L , согласно выражению (7), и линейно связанное с ним отношение $\frac{1}{C} \frac{E_1}{E_2}$ определяют размер и

характер основной области малонапряженности;

- необходимое и достаточное условие возникновения малонапряженности в натуральных неразъемных соединениях образуется добавлением к геометрическому условию характеристики нижней границы (11) упруго-неоднородного составного тела, т.е.

$$0 < \alpha < \alpha_1 = \arctg \sqrt{\frac{K-1}{K\nu_1 - \nu_2}} \cdot \frac{h}{L} > 0.02,$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Чобанян К.С. Открытие № 102 // Бюл. откр. и изобр. Ежегодник БСЗ. 1972. - № 36. - 505 с.
2. Аракелян Т.Т., Чобанян К.С. Зависимость усталостной выносливости изгибаемых резинометаллических деталей от геометрии соединения // Каучук и резина - 1979. - № 10 - С. 38-41.
3. Ахсентян С.В., Лущик О.Н. Об условиях ограниченности напряжений у ребра составного клина // Механика твердого тела. - 1978. - С. 102-108.
4. Гумеров К.М., Зайцев Н.Л. К вопросу оптимизации конструктивного оформления упруго неоднородных стыковых соединений // Сварочное производство. 1983. - № 1. - С. 5-6.
5. Марковец М.П. Определение механических свойств по твердости. - М.: Машиностроение, 1979. - 192 с.

Ин-т механики НАН РА

21.05.1992

Изв. НАН и ГНУ Армении (сер. ГН), т. III, № 2, 1999, с. 158-160

УДК 621.879.44.001.2

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Э.А. ДЖАНГУЛЯН

ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЛИНЫ РЕЖУЩЕГО ПЕРИМЕТРА И ПЛОЩАДИ ГРУНТОВОЙ СТРУЖКИ

Գտնու են անալիտիկական և փորձարարական անկախություններ կտրող եզրի երկրաչափական և հասցիայ հոգսամուղի կազմածքի մակերևույթի երկրաչափական արտաքին շատան: Արտաքինական ամենաէֆեկտիվ երկրաչափական և փորձարարական երկաթբետոնե շարունակներով:

Выведены аналитические и эмпирические зависимости для определения оптимальных соотношений длины режущего периметра и площади сечения грунтовой стружки. Аналитические зависимости подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Ил. 4. Библиогр. 1 назв.

Analytical and experimental dependencies for specifying optimal relations of the cutting perimeter length and ground chip cross section are derived. Analytical dependencies are verified by the results of experimental studies.

Fig. 4. Ref. 1.

Как известно, машинами, работающими по принципу резания, выполняется до 90% общего объема земляных работ. В связи с этим процесс резания грунтов является основной операцией в работе землеройных машин. Изыскания по расчету усилий резания продолжают до настоящего времени.

На процесс резания грунтов влияет ряд факторов: геометрическая форма и параметры режущего органа, режим, способ и вид резания, физико-механические свойства разрабаты-