

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЕГО СИЛОВОМ И ТЕМПЕРАТУРНОМ НАГРУЖЕНИИ

*Р.Ю. Некрасов**, к.т.н., доц., *А.А. Стариков**, ассистент, *М.А. Корчуганов***, аспирант

**Тюменский государственный нефтегазовый университет*

625000, г. Тюмень, ул. Володарского 38, тел. (3452)-41-24-65

E-mail: syncler@mail.ru

*** Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)62248

E-mail: maksim_korchuganov@mail.ru

Работоспособность сборного режущего инструмента определяется его напряженно-деформированным состоянием под действием системы сил резания и сил закрепления сменных режущих пластин (СРП), а также условиями термомеханического нагружения пластин под действием температурных нагрузок, определяемых условиями взаимодействия с обрабатываемым материалом в процессе механообработки [1].

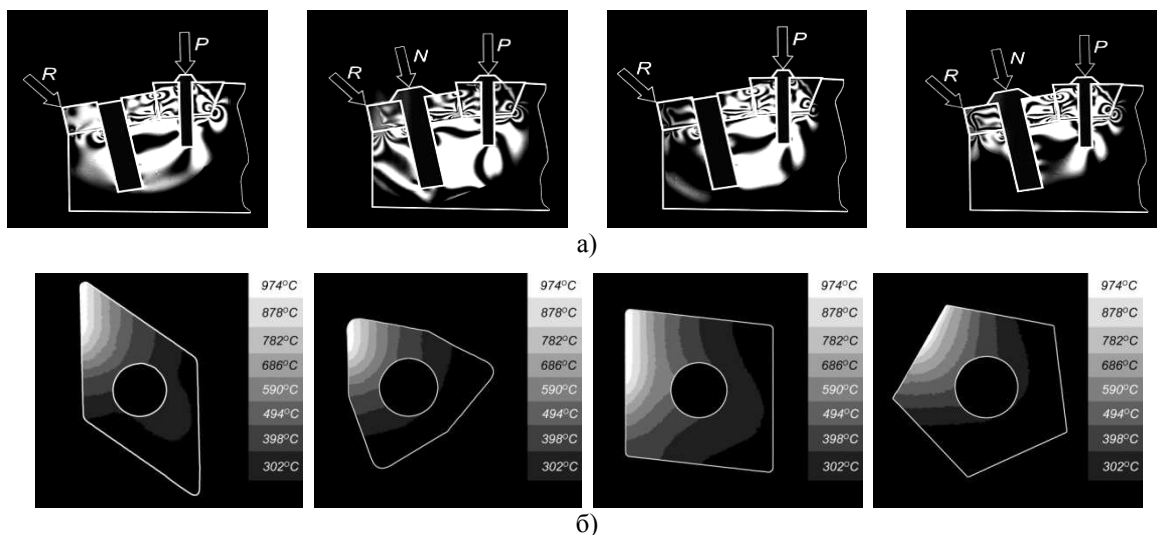


Рис. 1. Интерференционные картины полос в конструкциях (а) и термограммы в СРП (б) при различных режимах нагружения сборного режущего инструмента

Контактное взаимодействие рабочих поверхностей СРП и обрабатываемого материала, приводит к нагреву пластин, и возникновению в них температурных полей (см. рис. 1, б), которые в ходе экспериментальных исследований фиксировались с использованием специальной системы регистрации их ИК-излучения. Соответствующие температурные изменения физико-механических и теплофизических свойств материалов СРП предопределяют необходимость перерасчета распределения деформаций и напряжений в СРП с учетом нелинейности изменений модуля упругости, коэффициента Пуассона и других прочностных параметров инструментальных металлокерамических твердых сплавов *WC-Co*, *WC-TiC-Co* и др., что в работе реализовано с использованием МКЭ [2, 3, 5].

Учитывая вариации параметров прочности инструментальных металлокерамических сплавов, а также вариации контактных нагрузок на рабочих поверхностях СРП в процессе резания, определены характеристики вариаций соответствующих эквивалентных напряжений σ_{η} , в пластинах, которые установлены с использованием критерия Писаренко-Лебедева (см. рис. 2, а).

В соответствии со схемой, представленной на рис. 2, в работе проведена оценка величин коэффициентов n запаса прочности СРП сборного инструмента, что позволило дать вероятностную оценку прочностной надежности инструмента с учетом вариаций параметров нагружений σ_{η} и параметров прочности σ_b инструментальных металлокерамических твердых сплавов *WC-Co* и *WC-TiC-Co*.

Как показали расчеты с учетом технико-экономических параметров процессов механообработки жаропрочных сталей и сплавов и параметров нагружения сборного инструмента, оснащенного СРП из инструментальных металлокерамических твердых сплавов *BK6*, *BK8*, *T15K6* и др., рацио-

нальный режим нагружения инструмента с доверительной вероятностью 90% соответствует коэффициенту запаса его прочности $n=1,18 \div 1,23$, и вероятности его безотказной работы $P=92 \div 96\%$ применительно к условиям многономенклатурного среднесерийного машиностроительного производства.

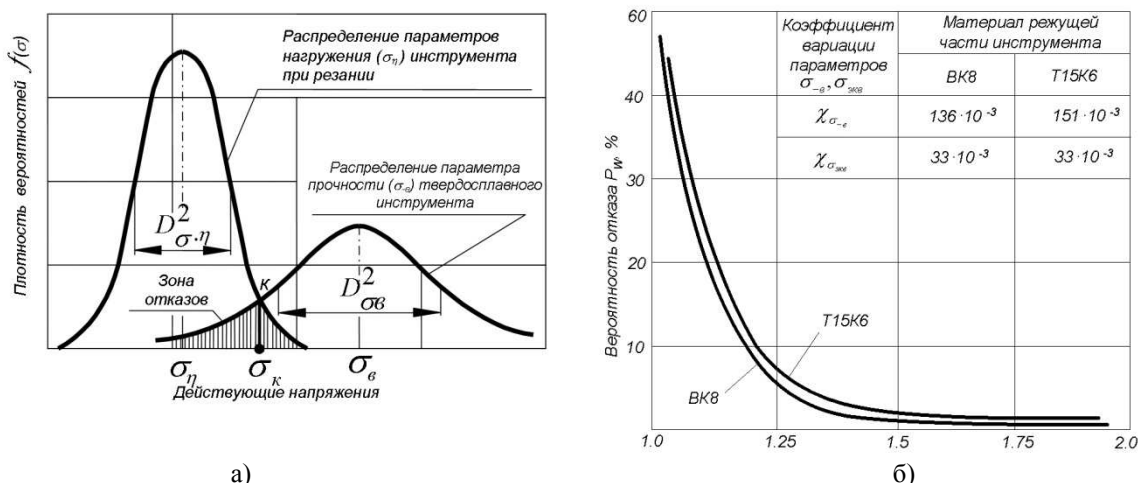


Рис. 2. Распределение параметров нагружения σ_{η} , прочности сменных пластин $\sigma_{\text{б}}$ (а) и вероятности их отказа P при различных коэффициентах n запаса прочности режущей части инструмента (б)

Анализ деформирования сменной режущей пластины (СРП) сборного инструмента при его нагружении силами контактного взаимодействия с обрабатываемым материалом с учетом сил закрепления пластины в корпусе сборного инструмента показал, что помимо деформирования в плоскости СРП имеет место показанный на рис. 3 изгиб $\omega(z,y)$ пластин под действием силы резания R . Кроме того, установлено, что приложение силы крепления N по нормали к передней поверхности СРП приводит к снижению величин ее прогибов $\omega(z,y)$ и к соответствующему снижению растягивающих напряжений на передней поверхности режущей пластины [4, 6].

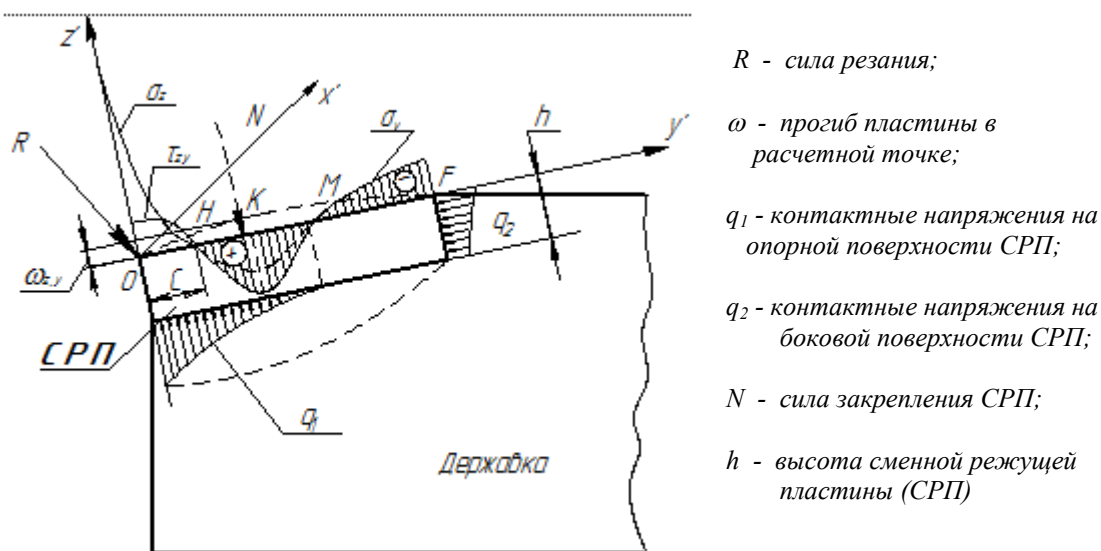


Рис. 3. Модель нагружения и деформирования сменных режущих пластин в корпусе сборного инструмента

На основании использования положений теории Рейснера [8], допуская равенство прогибов пластины и упругого основания, равенство площадей, образованных ординатами срединной плоскости и боковыми поверхностями пластины, равенство вторых производных обеих функций прогибов в срединной плоскости и на контуре ребра многосвязной пластины, можно записать:

$$\sigma_x = \frac{E \cdot h}{2(1-\mu)} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} \right), [\text{МН/м}^2] \quad (1)$$

$$\sigma_z = -\frac{E \cdot h}{2(1-\mu)} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} + \mu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right), [\text{МН/м}^2] \quad (2)$$

где μ , E – модуль упругости и коэффициент Пуассона сменной режущей твердосплавной пластины.

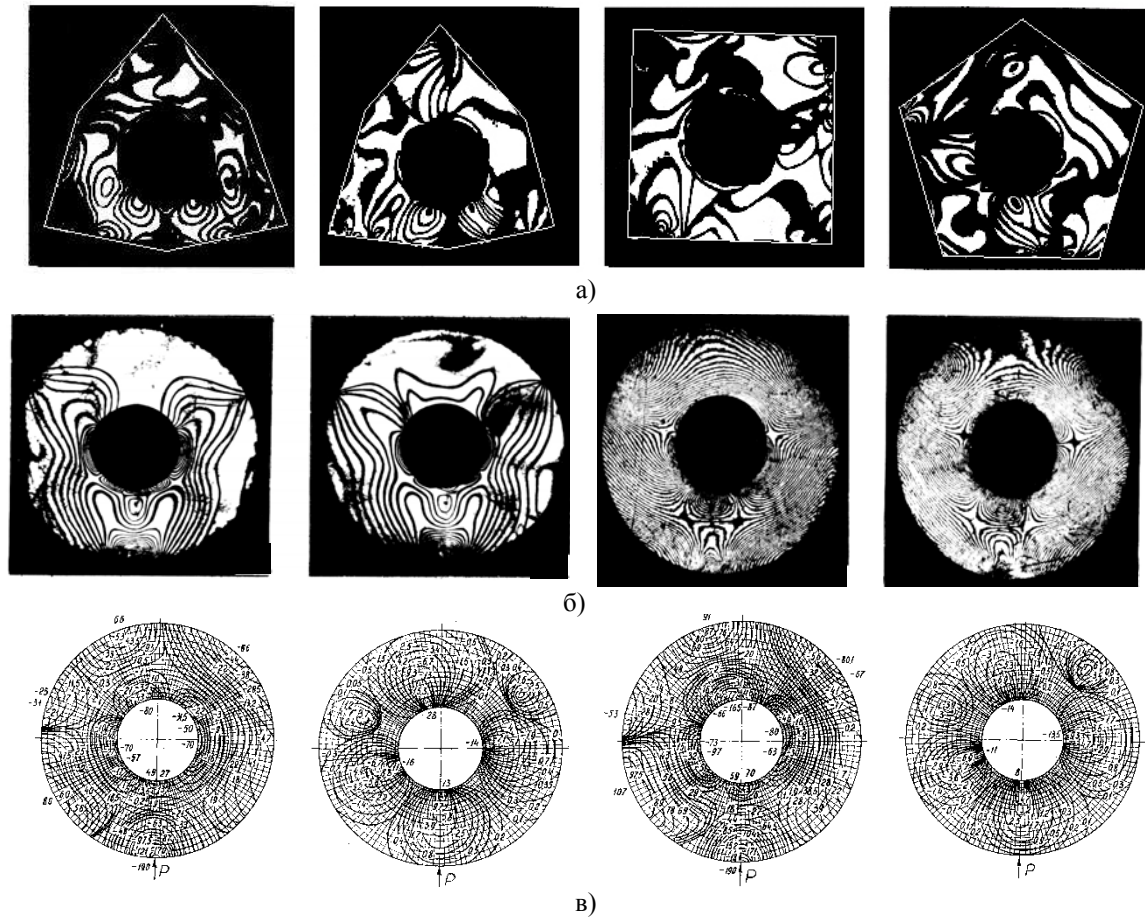


Рис. 4. Интерференционные картины полос $(\sigma_1 - \sigma_2) = \text{const}$, интерферограммы (а, б) и распределение напряжений $\sigma_{1,2,3}$ (в) в сменных режущих пластинах при различных схемах и режимах их нагружения

Определение функций вторых производных прогибов СРП в расчетных точках в работе произведено на основании экспериментальных данных с использованием метода конечных разностей в соответствии с зависимостями:

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = \frac{\omega_{i+1} - 2\omega_i + \omega_{i-1}}{x^2}, [\text{МН/м}^2] \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} = \frac{\omega_{i+1} - 2\omega_i + \omega_{i-1}}{z^2}, [\text{МН/м}^2] \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial z} = \frac{\omega_{i-1,j+1} - \omega_{i-1,j-1} + \omega_{i+1,j-1} - \omega_{i+1,j+1}}{4x^2 z^2}, [\text{МН/м}^2] \quad (5)$$

где Δ – шаг расчетной сетки;

i, j – порядковые номера расчетных сечений в направлении осей x, z соответственно;
 ω – прогибы пластины в расчетных точках, определяемые экспериментально по данным интерферометрии.

Зависимости (3 - 5) позволяют полностью определить распределение составляющих напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ на передней поверхности СРП (т.е. в опасной с точки зрения прочности зоне при изгибе) на основании данных о распределении по ней прогибов $\omega_{(x,z)}$. Расчеты распределения напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ в СРП при различных схемах их нагружения показывают, что для режущих пластин наиболее опасными с точки зрения прочности чаще всего являются напряжения растяжения σ_1 , действующие вдоль главной режущей кромки СРП. В подтверждение этим выводам в работе [9] были изготовлены многокомпонентные пластины, исключающие появление напряжений растяжения и обеспечивающие получение равнопрочных пластин. Для СРП круглой формы, помимо того, опасными являются напряжения растяжения, возникающие на контуре центрального отверстия (см. рис. 4).

На основании проведенных исследований и в результате анализа схем деформирования и нагружения СРП предложены оригинальные, защищенные патентами на изобретения конструкции сборного режущего инструмента, в которых реализованы рациональные схемы нагружения СРП, позволяющие увеличить допускаемые при резании толщины среза на 18÷25%.

Литература.

1. Патент на изобретение RUS 2235622 Российская Федерация, МПК 7 В 23 В 27/16. Сборный инструмент / Некрасов Ю. И., Новоселов В. В., Некрасов Р. Ю., Проскуряков А. Н.; заявитель и патентообладатель Тюм. гос. нефтегаз. ун-т. - №2003110951 заявл. 16.04.2003, опубл. 10.09.2004, Бюл. №25. - 14 с.: ил.
2. Некрасов Р.Ю. Моделирование технологических переходов обработки на станках с ЧПУ с использованием ПЭВМ / Р.Ю. Некрасов, Р.Н. Раемгулов // Информационные технологии в образовательном процессе: Матер. обл. науч.-метод. конф. - Тюмень: Изд-во «Вектор бук», 2002. – С. 194 - 196.
3. Тахман, С.И. Закономерности процесса изнашивания и основы прогноза износостойкости инструментов из стандартных твердых сплавов. Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. Тахман С.И. 2010. № 3. С. 64-72.
4. Шаламов В.Г. Математическое моделирование при резании металлов: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮжУрГУ, 2007.
5. Янюшкин А.С., Сафонов С.О., Лобанов Д.В. и др. Совершенствование технологических процессов машиностроительных производств. – Братск: Изд-во БрГУ, 2006. – 302 с
6. Felten K. – Entwicklung einer numerisch gesteuerten NC – Drehfertigungszelle – "Technisches Zentralblatt für praktische Metalbearbeitung". Ig. 71, № 10, p. 8 - 11.
7. Chao B.T., Trigger K.I.–Cutting temperatures and metalcutting of the ASME. – "Jornal of Enginieering for Industry", 1959, v.81, Ser.B., № 2, p. 861 - 866.
8. Reissner E. On the theory of bending of elastic plates. — J. of Math, and Phys., 1944, 23 (184-191).
9. Retyunski O.Yu. Method of making preforms for composite reversible cutting plates // Applied Mechanics and Materials, Vol. 379 (2013), pp. 24-27.

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Si-Ti

Е.А. Петрикова, аспирант, А.Д. Тересов, вед. электроник, Ю.Ф. Иванов, д.ф.-м.н., проф.

Институт сильноточной электроники СО РАН

634055, г. Томск, пр. Академический 2/3, тел. (3822)-49-17-13

E-mail: elizmarkova@yahoo.com

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-42-72-42

E-mail: yufi55@mail.ru

Введение

Силициды достаточно широко используются в различных областях промышленности для реализации специальных технологических процессов или создания изделий с особыми свойствами [1]. Наибольшее распространение сегодня получили силициды тугоплавких металлов (титана, молибдена, вольфрама) [2]. Материалы на их основе составляют достойную конкуренцию специальным спла-