

КОМПЛЕКСНЫЙ ПАРАМЕТР ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОПОРНЫХ ПЛАСТИН РЕЖУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ РЕЗЦОВ

© 2019

А.Н. Кравцов, инженер

Научно-производственный кооператив «ОНИКС», Ирбит (Россия)

Ключевые слова: эксплуатационные характеристики; поверхностный слой; долговечность; комплексный параметр; блочные резцы.

Аннотация: Рассмотрено решение задачи по повышению работоспособности многоэлементных резцов (в виде таких рабочих характеристик, как, например, интенсивность поломок режущего элемента и его опорных пластин и др.) за счет изменения регламентации параметров состояния поверхностного слоя их деталей. Потребность в элементах с заданными свойствами в конструкциях резцов обосновывается их низкой прочностью и надежностью.

На заданные свойства деталей резцов влияет форма опорной поверхности режущего элемента. Форма профиля опорной поверхности режущего элемента рассмотрена в виде двух неровностей, расположенных на расстоянии шага волнистости (в виде масляных карманов). Форма профиля рассматривается как концентратор напряжений.

По снижению предела выносливости концентратора устанавливается, какие параметры влияют на долговечность. Режущий элемент воспринимает нагрузку от сил резания, которая передается остальным деталям резца по узлам его базирования и закрепления.

Рассчитан комплекс состояния поверхности, в который заложено достижение долговечности, с доминирующим влиянием высотных и шаговых параметров шероховатости и волнистости. Расчет ведется по узлам базирования и закрепления режущего элемента. В узлах базирования преобладают нормальные напряжения на поверхности, а в узлах закрепления – касательные. Показано, что нормальные и касательные напряжения равноценны.

Определено значение комплекса, зависящее и не зависящее от условий обработки поверхности (технологическое и расчетно-конструкторское значение, соответственно). Указано, как ведет себя комплекс при нагружении (приработке) контактного соединения, а также как его изменение влияет на работоспособность многоэлементных резцов. Блочные (многоэлементные) резцы отличаются от сборных и цельных не только наличием большого числа элементов (30 и более), но и высокими контактными нагрузками, вытекающими из условий их эксплуатации. К особенностям условий эксплуатации относятся большие усилия резания, вибрации (амплитуда и частота колебаний ТОС), износ элементов, низкая жесткость и высокая податливость его контактных соединений.

ВВЕДЕНИЕ

Основная характеристика многоэлементных (блочных) инструментов – возможность продолжительной эксплуатации их режущих и опорных пластин без появления разрушения, которое может вызываться явлениями усталости, что в практических расчетах выражается снижением предела выносливости. В работах [1; 2] поставлена задача повышения прочности многоэлементных резцов, но решения по достижению параметров их элементов в зависимости от выбранных методов обработки не предложены. Авторы работ [3–5] рассматривают достижение оптимальных параметров поверхностного слоя элементов с заданными свойствами, но без учета особенностей эксплуатации резцов блочной конструкции. При этом регламентация только высотных параметров шероховатости их деталей не решает проблему низкой надежности и прочности конструкций [6–8]. К особенностям эксплуатации резцов относятся, например, частая смена блоков, повышенные контактные нагрузки элементов и т. д. [9–11], что указывает на проблему низкой жесткости многоэлементной конструкции, малой долговечности ее деталей.

Цель работы – определение значений параметров поверхностей элементов с заданными свойствами резцов (прочности, жесткости и долговечности), которые повысят их работоспособность.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОМПЛЕКСА ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Влияние разнообразных факторов на предел выносливости деталей $\sigma_{-1Д}$ зависит от коэффициента снижения предела выносливости K_y [12; 13]:

$$\sigma_{-1Д} = K_y \cdot \sigma_{-1(Rz \leq 1)} \Rightarrow K_y = \sigma_{-1(Rz \leq 1)} / \sigma_{-1Д}, \quad (1)$$

где $\sigma_{-1(Rz < 1)}$ и $\sigma_{-1Д}$ – предел выносливости неупрочненно-го (с малой шероховатостью $Rz \leq 1$, в пределе – гладкого) образца и, соответственно, реальных деталей (где присутствует упрочнение поверхностного слоя, связанное с обработкой поверхности, а также длительной эксплуатацией узла (рис. 1));

K_y – коэффициент влияния различных факторов на сопротивление усталости.

При работе поверхности на сжатие или изгиб [12; 13] этот коэффициент (K_y) равен значению выражения

$$K_y = \left(\frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v K_A}. \quad (2)$$

В случае присутствия касательных напряжений (изгиб пластины с присутствием центра кручения большого радиуса) коэффициент влияния различных

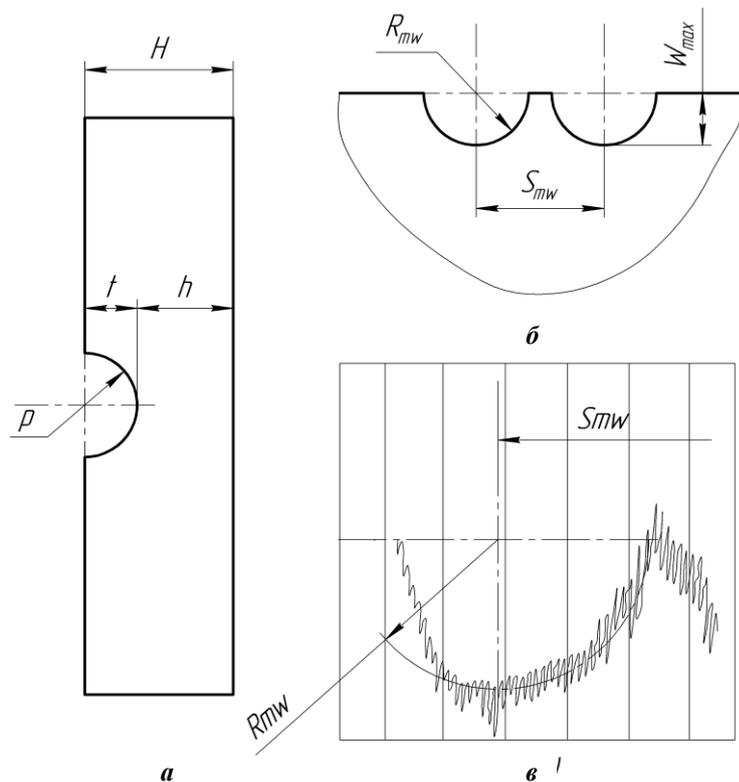


Рис. 1. Определение комплексного параметра долговечности D :
 а – форма опорной пластины режущего элемента, принятой в расчете
 (две неровности расположены на расстоянии S_{mw});
 б – модель концентратора напряжений;

в – профиль реальной поверхности с вписанной в нее окружностью радиусом $R_{mw}=0,02 \cdot S_{mw}^2/W_a$ [14]
 с шагом волнистости S_{mw}

факторов на сопротивление усталости рассчитывается по выражению

$$K_y = \left(\frac{K_\tau}{K_{d\tau}} + \frac{1}{K_{F\tau}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v} = \left(\frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{0,575 \cdot K_{F\sigma} + 0,425} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v} \quad (3)$$

где $K_{d\tau}=K_{d\sigma}$;
 $K_\sigma=K_\tau$ (при $3\sigma_b=HB$ и при сечении образца $(7,5 \leq d \leq 15)$ мм (рис. 1)), $K_{F\tau}=0,575 \cdot K_{F\sigma} + 0,425$; $K_{d\sigma}=0,55$.

Обычно формула (3), применима к деталям реза в узлах базирования и закрепления режущего элемента, где силы резания стремятся создать точку опрокидывания большого радиуса – прижимы, режущие вставки, пластины, винты и т. п., где $K_{d\sigma}$, K_v , K_{Fv} – коэффициенты, учитывающие влияние статического масштабного фактора; отклонения структуры и твердости; качество поверхностного слоя. Коэффициент K_σ – снижение предела выносливости вследствие концентрации напряжений (концентратором напряжений (рис. 1) будет являться неровность при наличии волнистости, рассматриваются две неровности с шагом волнистости S_{mw}); K_A – коэффициент анизотропии.

При изготовлении опорных пластин влияние метода обработки на коэффициенты $K_{d\sigma}$, K_A , K_v при образца

нии поверхности оказывается незначительным. Поэтому значения коэффициентов $K_{d\sigma}$, K_A , K_v можно принять равными единице, а значение коэффициента K_y можно рассчитать по выражению

$$K_y = \left(\frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v K_A} = K_\sigma + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \quad (4)$$

Для случая присутствия касательных напряжений зависимость (3) принимает вид

$$K_y = \frac{K_\sigma}{0,55} + \frac{1}{0,575 \cdot K_{F\sigma} + 0,425} - 1 \approx 1,82 \cdot \left(K_\sigma + \frac{1}{K_{F\sigma} + 1} - 0,55 \right) = 1,82 \cdot \left(K_\sigma + \frac{1}{(0,75 \div 1,05) + 1} - 0,55 \right) \approx 1,8 \cdot K_\sigma \quad (5)$$

Определение коэффициентов $K_{F\sigma}$, K^l , K_σ произведено в работе [15]. K_σ равен (при $R_{mw}=0,02 \cdot S_{mw}^2/W_a$ и $R_{max}=6/2,6 \cdot (R_p)=2,3 \cdot R_p$):

$$K_{\sigma} = 1 + \left(\gamma \cdot 0,02 \cdot \frac{S_{mw}^2}{W_a} \right)^{0,2} \cdot \left(200 \cdot \frac{1}{t_m S_m} \cdot \sqrt{2R_{\max}(2,3 \cdot R_p - R_p)} \right) = 1 + 196 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_{\max}^{0,5} \cdot R_p^{0,5} \cdot \gamma^{0,2}}{t_m \cdot W_a^{0,2} \cdot S_m} \quad (6)$$

С целью упрощения вида зависимостей использованы соотношения между параметрами поверхностного слоя [7; 14; 16]. Для режущих пластин при работе на усталость расчет ведется по соотношению $\sigma_T/\sigma_s=0,90$ и для механических методов обработки – $t_m \approx 0,55$; $\rho \approx (2 \div 5)$; $\gamma \approx (0,3 \div 0,5) = 0,35$; $K' \approx (1,1 \div 1,3)$ [12]. Подставив значения $K_{F\sigma} = 1 - 0,75K' = 1 - 0,75 \cdot (1,0 \div 1,4)$ [15], (6) в (4), получим выражение

$$K_y = K_{\sigma} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 = 1 + 196 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_{\max}^{0,5} \cdot R_p^{0,5} \cdot \gamma^{0,2}}{t_m \cdot W_a^{0,2} \cdot S_m} + \frac{1}{1 - 0,75K'} - 1 \approx 196 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_{\max}^{0,5} \cdot R_p^{0,5} \cdot \gamma^{0,2}}{t_m \cdot W_a^{0,2} \cdot S_m} = 1142 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \quad (7)$$

В случае присутствия касательных напряжений после подстановки $K_{F\sigma}$ [15] и (6) в (5) выражение для K_y принимает вид

$$K_y = 1,8 \cdot \left[1 + 196 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_{\max}^{0,5} \cdot R_p^{0,5} \cdot \gamma^{0,2}}{t_m \cdot W_a^{0,2} \cdot S_m} \right] = 1,8 \cdot \left[1 + 1140 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \right] \approx 1 + 0,8 + 2054 \cdot \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \quad (8)$$

Подставив выражение (7) в формулу (1) и решив его так, чтобы в правой части оказались параметры, зависящие от условий обработки пластин, а в левой части – параметры, не влияющие на величины, формируемые при обработке (или влияющие незначительно), определим выражение

$$0,001 \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{D-1}} - 1 \right) = \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \quad (9)$$

Аналогично для касательных напряжений ($R_{\max} = 6 \cdot R_a$, $R_p = 2,6 \cdot R_a$) при подстановке (8) в (1) получим формулу (9).

Выражения комплексов (9), в случае присутствия нормальных и касательных напряжений на поверхности пластины имеют близкие значения. Это свидетельствует о том, что принятые в расчете допущения равнозначности (σ и τ) обеспечивают долговечность. Таким образом, обозначим правую часть выражения (9) как комплексный параметр D_T (технологическое значение), характеризующий снижение порога усталости, в зависимости от состояния подготовки поверхностного слоя опорных пластин (механическими методами обработки):

$$D = D_T = \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \quad (10)$$

Левую часть соотношения (9) обозначим D_K (расчетно-конструкторское значение параметра, не участвующее в его формировании при изготовлении):

$$[D] = D_K = 0,001 \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{D-1}} - 1 \right) \quad (11)$$

Учитывая (10) и (11), выражение (1) можно переписать в виде $D \leq [D]$:

$$D = \frac{S_{mw}^{0,4} \cdot R_a}{W_a^{0,2} \cdot S_m} \leq [D] = 0,001 \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{D-1}} - 1 \right) \quad (12)$$

При подготовке поверхностного слоя контактных соединений многоэлементных резцов, чтобы повысить их работоспособность (например, безотказность работы), традиционно регламентируется шероховатость по R_a и величина волнистости W_a . Но, в отличие от принятых в технологическом обеспечении свойства усталостной прочности, хоть и в меньшей степени, чем указанные выше, оказывают влияние шаговые (S_{mw}) и высотные параметры (W_a) волнистости. Таким образом, представленные выражения (9) и (12) соответствуют общепринятым положениям [8; 14]: на свойство долговечности оказывают доминирующее влияние параметры шероховатости ($R_{\max} = 6 \cdot R_a$) и шаг неровности (S_m) [13; 14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ПРОВЕРКА

Следует проверить, как величина комплекса D изменяется после приработки контактного соединения при приложении нагрузки (250 ÷ 750) кгс [15; 17]. Для этого необходимо рассмотреть изменение шага неровностей вдоль средней линии S_m после нагружения (S_m^I). При этом считаем, что высотные характеристики профиля малы, присутствуют масляные карманы в виде двух неровностей с шагом S_m при обязательном наличии волнистости на поверхности (доминирующее влияние на заданное свойство) (см. рис. 1). После приложения нагрузки шаг неровностей определяется по формуле [17]:

$$S_m^I = 2S_m \frac{t_m}{t_m^I} \left[1 - \frac{t_m}{100} \left(\frac{R_{\max} - Y_{nl} - R_p^I}{R_{\max} - R_p} \right)^{\frac{50R_s - t_m R_a}{50R_a}} \right] \quad (13)$$

Для упрощения выражения (13) подставим в него $Y_{nl}=(0,3\div 0,9)\cdot R_p$, $t_m=t_m^l\approx 0,55$, $R_{max}=6\cdot R_a$, $R_p=2,6\cdot R_a$ [12–14; 16], выразим именно R_{max} (как и S_m), так как этот параметр оказывает доминирующее влияние на долговечность поверхностей (t_m не оказывает никакого влияния [14]). Получаем

$$S_m^l = 2S_m \times \left[1 - 0,0055 \left(\frac{R_{max} - 0,387 \cdot R_{max} - 0,43 \cdot R_{max}}{R_{max} - 0,43 \cdot R_{max}} \right)^{\frac{485}{\sqrt{R_{max}}}} \right] \approx 2S_m \quad (14)$$

Так как $R_{max}^l = R_{max} - Y_{nl}$, а $Y_{nl} = 0,9 \cdot R_p = 0,9 \cdot 2,6 \cdot (1/6) \cdot R_{max}$, то $R_{max}^l = 0,61 \cdot R_{max}$, то, подставляя полученные выражения для R_{max}^l и S_m^l (14) в формулу комплекса долговечности D (10), получаем (считая, что $S_{mw} = S_{mw}^l$ и $W_a = W_a^l$):

$$D^l = \frac{(S_{mw}^l)^{0,4} \cdot R_{max}^l}{3 \cdot 0,61 \cdot (W_a^l)^{0,2} \cdot S_m^l} \approx 0,55 \cdot \frac{(S_{mw}^l)^{0,4} \cdot R_{max}^l}{(W_a^l)^{0,2} \cdot S_m^l} \quad (15)$$

Таким образом, выражения (9), (10) и (12) хорошо согласуются с заключениями по результатам обработки эксперимента [15; 17], где после приложения нагрузки в среднем величина комплекса D отличается от того, который был до нагружения, но не более чем на (40÷50) % (см. выражение (15)). Следовательно, это позволяет говорить о том, что теоретические расчеты по поведению данного комплекса достаточно достоверны. Тогда при замене в регламентации опорных и режущих пластин профильных параметров на комплекс D происходит снижение количества поломок режущего элемента, что представлено на рис. 2 [9; 18].

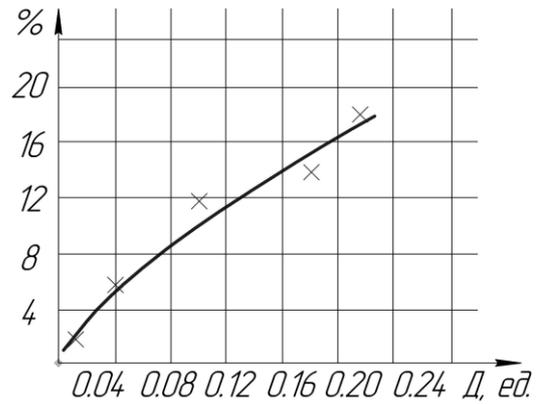


Рис. 2. Зависимость интенсивности поломок пластины режущего инструмента от изменения комплекса долговечности D (Резец сечением 25×40 мм, с пластиной из Т15К6, обрабатываемый материал – Сталь 3, по корке; $D=960$ мм; $t=5$ мм; $S=0,8$ мм/об; $\varphi=45$ градусов; $V=151$ м/мин)

Установлено [18; 19], что метод обработки на финишном этапе, а также последовательность методов обработки поверхности оказывают основное влияние на долговечность (см. рис. 3 и рис. 4).

На рис. 3 и рис. 4 показана зависимость комплекса D от параметров поверхностного слоя, формируемых при изготовлении, входящих в выражения (9), (10) и (12). По результатам анализа этих выражений видно, что технологически обеспечить долговечность позволяет тот метод обработки, область которого на рис. 3 и рис. 4 находится наиболее близко к осям R_a и S_{mw} (регламентируемого параметра профиля продольного сечения) [18–20].

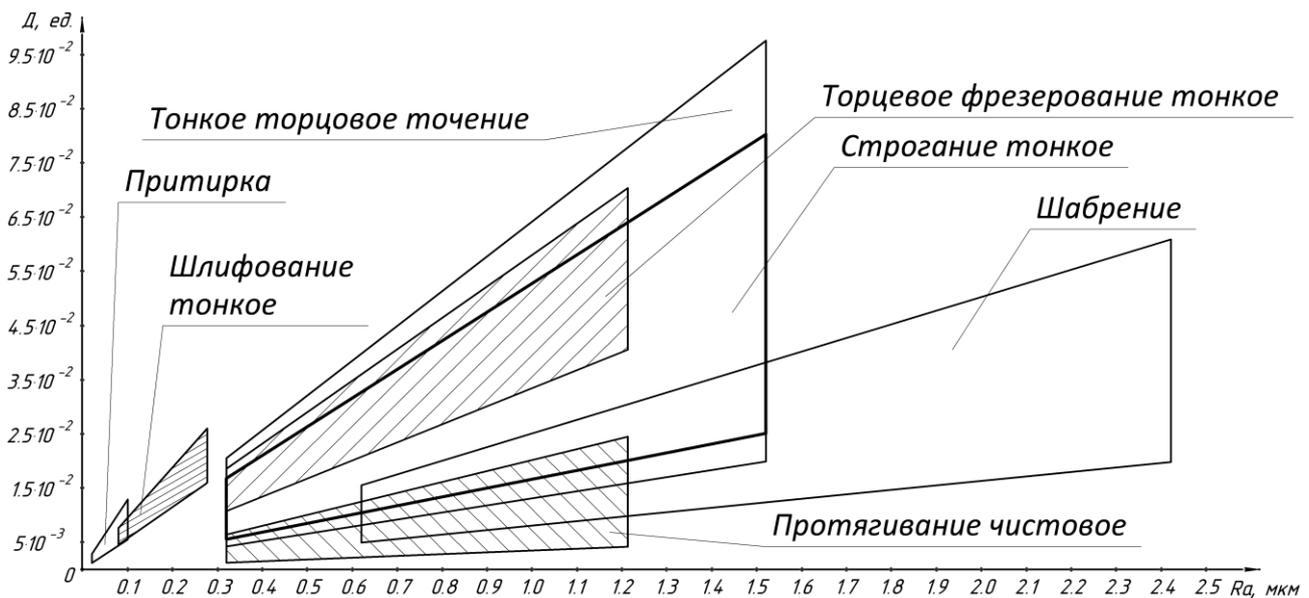


Рис. 3. Схема областей, достижимых методом обработки комплекса D при обработке плоских поверхностей (регламентируемый параметр профиля – R_a)

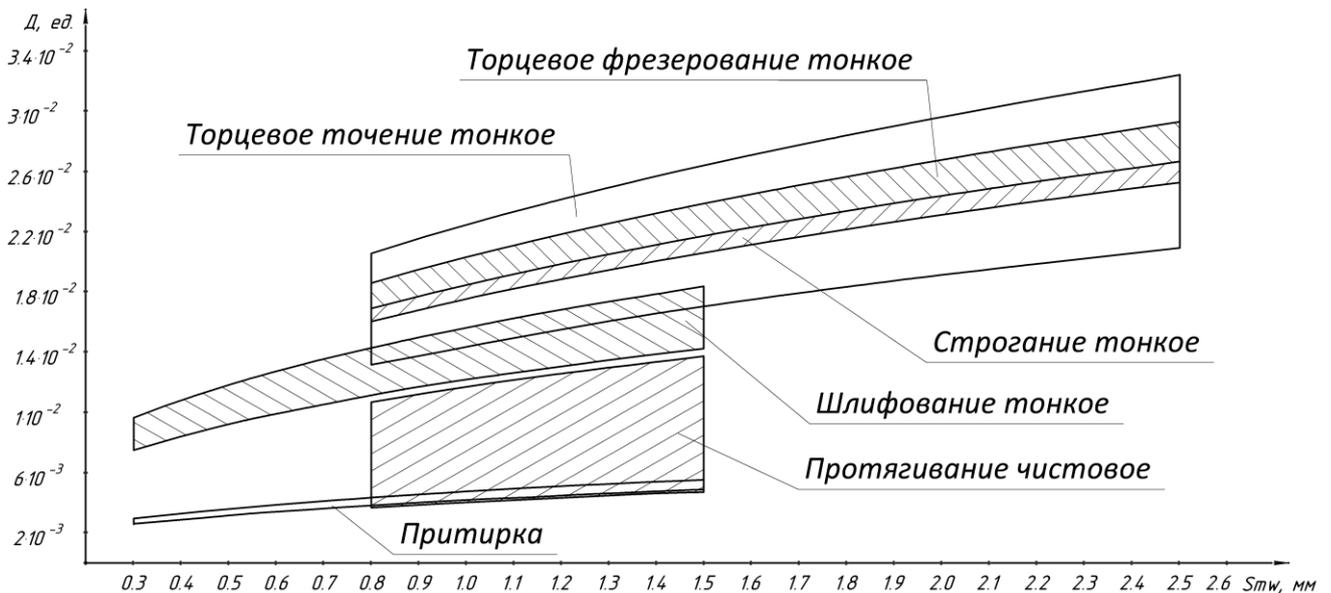


Рис. 4. Схема областей, достижимых методом обработки комплекса D при обработке плоских поверхностей (регламентируемый параметр профиля – S_{mw})

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Комплекс долговечности D решает задачу повышения усталостной прочности таких соединений, где неровности рассматриваются как концентраторы напряжений, расположенные на расстоянии шага волнистости S_{mw} . Закладывание эксплуатационного свойства долговечности со снижением предела выносливости поверхности K_y в контактные соединения блочных резцов позволяет повысить их работоспособность. Это дает возможность увеличить максимальную разрушающую подачу на 60 %, виброустойчивость (снизить среднюю амплитуду колебаний и повысить их частоту) – на 20 %, уменьшить смещение вершины режущей кромки резца на (40÷80) %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kovalov V., Vasilchenko Y., Dasic P. Development of the integral complex of optimal control of heavy machine tools adaptive technological system for wind-power engineering parts // International Conference on Interdisciplinarity in Engineering. 2015. Vol. 19. P. 145–152.
2. Kovalov V., Guzenko V., Polupan I. Research of the construction parameters in elements of fastening of tip on the durability of split cup-tip tool // International Quality Conference: Conference manual. Kraguevac: University of Kraguevac, 2015. P. 94–98.
3. Федонин О.Н., Киричек А.В., Петрешин Д.И. Технологическое повышение эксплуатационных свойств деталей машин // Научные технологии в машиностроении. 2018. № 4. С. 43–48.
4. Комбалов В.С. Решение некоторых задач оптимизации трения и износа поверхностей деталей машин // Вестник машиностроения. 2002. № 8. С. 18–19.
5. Комбалов В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. М.: Наука, 1974. 112 с.
6. Безъязычный В.Ф., Сутягин А.Н., Непомилуев В.В., Семенов А.Н. Повышение износостойкости деталей

машин технологическими методами // Вестник машиностроения. 2017. № 6. С. 66–70.

7. Суслов А.Г. Развитие учения о контактной жесткости и инженерии поверхности деталей машин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 11. С. 12–17.
8. Суслов А.Г., Федоров В.П., Нагоркин М.Н., Пыриков И.Л. Комплексный подход к экспериментальным исследованиям технологических систем металлообработки по обеспечению параметров качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин // Научные технологии в машиностроении. 2018. № 10. С. 3–13.
9. Кравцов Н.В., Овчаренко В.А., Скибин В.В. Изменения положения режущего элемента, вызванные контактными перемещениями при эксплуатации сборных инструментов // Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик режущих инструментов. М.: ВНИИТЭМР, 1988. С. 5–7.
10. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами. Старый Оскол: ТНТ, 2016. 349 с.
11. Зотов А.В., Драчев О.И., Расторгуев Д.А. Относительная износостойкость пар смешанного трения скольжения, плакированных гибким инструментом // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2016. № 8. С. 12–17.
12. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / под общ. ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2006. 447 с.
13. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. М.: Машиностроение, 1987. 208 с.
14. Инженерия поверхности деталей / под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2008. 320 с.
15. Кравцов Н.В., Кравцов А.Н. Комплексные параметры состояния поверхностей деталей блочно-

- модульных токарных резцов // Омский научный вестник. Серия: Приборы, машины и технологии. 2012. № 3. С. 162–166.
16. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин: справочник. М.: Машиностроение, 1984. 280 с.
 17. Суслов А.Г., Кравцов Н.В., Кельнер А.А. Изменение параметров шероховатости при контактировании гладкой и шероховатой поверхности // Технологическое обеспечение функциональных параметров качества поверхностного слоя деталей машин: сборник научных трудов. Брянск: БИТМа, 1987. С. 42–52.
 18. Кравцов А.Н. Моделирование технологического обеспечения производственно-технических характеристик блочно-модульных инструментов с элементами диагностики и контроля на основе системной оптимизации. Ирбит: ОНИКС, 2015. 300 с.
 19. Кравцов А.Н. Повышение работоспособности блочно-модельных резцов для тяжелых токарных станков // Технология машиностроения и материаловедение: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Новокузнецк: НИЦ МС, 2019. № 3. С. 23–26.
 20. Кравцов А.Н. Комплексный параметр равномерного износа часто сменяемых деталей блочно-модульных резцов // Инновационные технологии в металлообработке: посвящается 90-летию Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д. т. н., профессора Л.В. Худобина: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической заочной конференции с международным участием. Ульяновск: УЛГТУ, 2019. С. 355–360.
- REFERENCES**
1. Kovalov V., Vasilchenko Y., Dasic P. Development of the integral complex of optimal control of heavy machine tools adaptive technological system for wind-power engineering parts. *International Conference on Interdisciplinarity in Engineering*, 2015, vol. 19, pp. 145–152.
 2. Kovalov V., Guzenko V., Polupan I. Research of the construction parameters in elements of fastening of tip on the durability of split cup-tip tool. *International Quality Conference: Conference manual*. Kraguevac, University of Kraguevac Publ., 2015, pp. 94–98.
 3. Fedonin O.N., Kirichek A.V., Petreshin D.I. Technological increase of machinery operation properties. *Naukoemkie tekhnologii v mashinostroenii*, 2018, no. 4, pp. 43–48.
 4. Kombalov V.S. The solution of some problems of optimization of friction and wear of surfaces of machine parts. *Vestnik mashinostroeniya*, 2002, no. 8, pp. 18–19.
 5. Kombalov V.S. *Vliyanie sherokhovatosti tverdykh tel na trenie i iznos* [The effect of roughness on friction and wear]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 112 p.
 6. Bezyazychnyy V.F., Sutyagin A.N., Nepomiluev V.V., Semenov A.N. Increase of wear resistance of machine parts by technological methods. *Vestnik mashinostroeniya*, 2017, no. 6, pp. 66–70.
 7. Suslov A.G. Development of doctrine on contact stiffness and engineering of machinery surface. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018, no. 11, pp. 12–17.
 8. Suslov A.G., Fedorov V.P., Nagorkin M.N., Pyrikov I.L. Complex approach to experimental investigations of metal-working technological systems to ensure parameters of quality and operation properties of machinery surfaces. *Naukoemkie tekhnologii v mashinostroenii*, 2018, no. 10, pp. 3–13.
 9. Kravtsov N.V., Ovcharenko V.A., Skibin V.V. Changes in the position of the cutting element caused by contact movements during the operation of assembly tools. *Tekhnologicheskoe obespechenie ekspluatatsionnykh kharakteristik rezhushchikh instrumentov*. Moscow, VNIITEMR Publ., 1988, pp. 5–7.
 10. Petrakov Yu.V., Drachev O.I. *Teoriya avtomaticheskogo upravleniya tekhnologicheskimi sistemami* [Theory of automatic control of technological systems]. Staryy Oskol, TNT Publ., 2016. 349 p.
 11. Zotov A.V., Drachev O.I., Rastorguev D.A. Relative wear resistance of pairs of mixed sliding friction clad with flexible tools. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2016, no. 8, pp. 12–17.
 12. Suslov A.G., ed. *Tekhnologicheskoe obespechenie i povyshenie ekspluatatsionnykh svoystv detaley i ikh soedineniy* [Technological support and improving the performance properties of parts and their compounds]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2006. 447 p.
 13. Suslov A.G. *Tekhnologicheskoe obespechenie parametrov sostoyaniya poverkhnostnogo sloya detaley* [Technological support of the state parameters of the surface layer of parts]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987. 208 p.
 14. Suslov A.G., ed. *Inzheneriya poverkhnosti detaley* [Part Surface Engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2008. 320 p.
 15. Kravtsov N.V., Kravtsov A.N. Complex parameters of the state of surfaces of parts of block-modular turning tools. *Omskiy nauchnyy vestnik. Seriya: Pribory, mashiny i tekhnologii*, 2012, no. 3, pp. 162–166.
 16. Kragelskiy I.V., Mikhin N.M. *Uzly treniya mashin: spravochnik* [Friction knots machines: a handbook]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984. 280 p.
 17. Suslov A.G., Kravtsov N.V., Kelner A.A. Change of roughness parameters when contacting a smooth and rough surface. *Tekhnologicheskoe obespechenie funktsionalnykh parametrov kachestva poverkhnostnogo sloya detaley mashin: sbornik nauchnykh trudov*. Bryansk, BITMa Publ., 1987, pp. 42–52.
 18. Kravtsov A.N. *Modelirovanie tekhnologicheskogo obespecheniya proizvodstvenno-tekhnicheskikh kharakteristik blochno-modulnykh instrumentov s elementami diagnostiki i kontrolya na osnove sistemnoy optimizatsii* [Modeling technological support of production and technical characteristics of block-modular tools with elements of diagnostics and control based on system optimization]. Irbit, ONIKS Publ., 2015. 300 p.
 19. Kravtsov A.N. Improving the performance of block-model cutters for heavy lathes. *Tekhnologiya mashinostroeniya i materialovedenie: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Novokuznetsk, NITs MS Publ., 2019, no. 3, pp. 23–26.
 20. Kravtsov A.N. Complex parameter of uniform wear of frequently replaced parts of block-modular cutters.

Innovatsionnye tekhnologii v metalloobrabotke: posvyashchaetsya 90-letiyu Zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki RSFSR, d. t. n., professora L.V. Khudobina: sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-

prakticheskoy zaachnoy konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem. Ulyanovsk, UIGTU Publ., 2019, pp. 355–360.

COMPLEX PARAMETER OF DURABILITY OF SUPPORT PLATES OF CUTTING ELEMENTS OF BLOCK-MODULAR CUTTERS

© 2019

A.N. Kravtsov, engineer
Research and Production Company "ONIKS", Irbit (Russia)

Keywords: operational characteristics; surface layer; durability; complex parameter; block cutters.

Abstract: The author considered the issues of working capacity improvement of multi-element cutting tools (in terms of such operational characteristics as, for example, the intensity of breakdowns of cutting element and its support plates, etc.) by changing the regulation of status parameters of a surface layer of their parts. The weakness and low reliability of cutters prove the necessity in the elements with the defined properties within the cutting tools structure.

The shape of the cutting element supporting surface influences the specified properties of cutting tool parts. The author considered the shape of a profile of cutting element supporting surface in the form of two irregularities located at a distance of waviness step (in the form of oil pockets). The profile shape is considered as a stress concentrator.

According to the decrease in the concentrator durability period, the study determined which parameters influence the durability. Cutting element reacts to the cutting force load and transmits it to other parts of a cutting tool through its base and fastening nodes.

The author calculated the surface status complex which includes the achievement of life duration with the dominating influence of height and step roughness and waviness parameters. The calculation is carried out in the base and fastening nodes of a cutting element. In the base nodes, normal stresses dominate on the surface; in the fastening nodes, tangential stresses prevail. It is shown that normal and tangential stresses are equal.

The author determined the complex value dependent and independent of the surface treatment conditions (process value and calculated-engineering value respectively). The study indicates how the complex behaves under the loading (breaking-in) of a contact joint as well as how its change influences the working capacity of the multi-element cutter. Block (multi-element) cutters differ from the modular and one-piece cutting tools both by the presence of a large number of elements (30 and more) and by the high contact stresses resulting from their operational conditions. High cutting forces, vibrations (amplitude and vibration frequency of the technological system), wear of elements, low toughness and high suppleness of contact joints are the peculiarities of operational conditions.