

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

621.9.02

РАСЧЕТ МОМЕНТА РАЗРУШЕНИЯ МЕТЧИКОВ С ВНУТРЕННИМ РАЗМЕЩЕНИЕМ СТРУЖКИ

Д-р.техн.наук, проф. А. Е. ДРЕВАЛЬ, канд.техн.наук, доц. А. В. ЛИТВИНЕНКО, асп. НГУЕН ТУАН ХИЕУ

*Получена зависимость момента разрушения метчиков от их конструктивных параметров.
Taps destruction point dependence on their design factor is obtained.*

Одна из распространенных причин отказов стандартных метчиков - их заклинивание и разрушение при реверсе из-за попадания стружки под задние поверхности инструмента. Снижение количества поломок является актуальной задачей.

Опыт применения метчиков с внутренним размещением стружки (МВРС) показал, что они имеют меньшее число поломок, так как стружка размещается во внутренней полости и уменьшается вероятность ее попадания под затылок зуба метчика. МВРС обладают и другими эксплуатационными преимуществами по сравнению со стандартными метчиками. Однако рекомендации по расчету и обоснованию размеров конструктивных элементов МВРС отсутствуют, что сдерживает их широкое применение.

Одним из важных показателей работоспособности метчиков является прочность их конструктивных элементов. Представленный материал направлен на решение этой задачи применительно к МВРС.

Сравнение конструктивных элементов стандартных метчиков и МВРС (рис.1) показывает, что основная отличительная черта МВРС - наличие внутренней полости диаметром d_0 и глубиной l_0 на рабочей части для размещения стружки, а также канала для внутренней подачи СОЖ диаметром d_k . Режущая часть длиной l_1 МВРС образована рядом разомкнутых зубьев с основанием, расположенным на направляющей части длиной l_2 ; зубья в поперечном сечении представляют собой сектор кругового кольца l_3 , а направляющая часть l_2 - наружную цилиндрическую резьбовую поверхность без стружечных канавок. Следовательно, имеются существенные отличия от монолитной режущей части с сердцевиной d_c стандартных метчиков (рис.1);

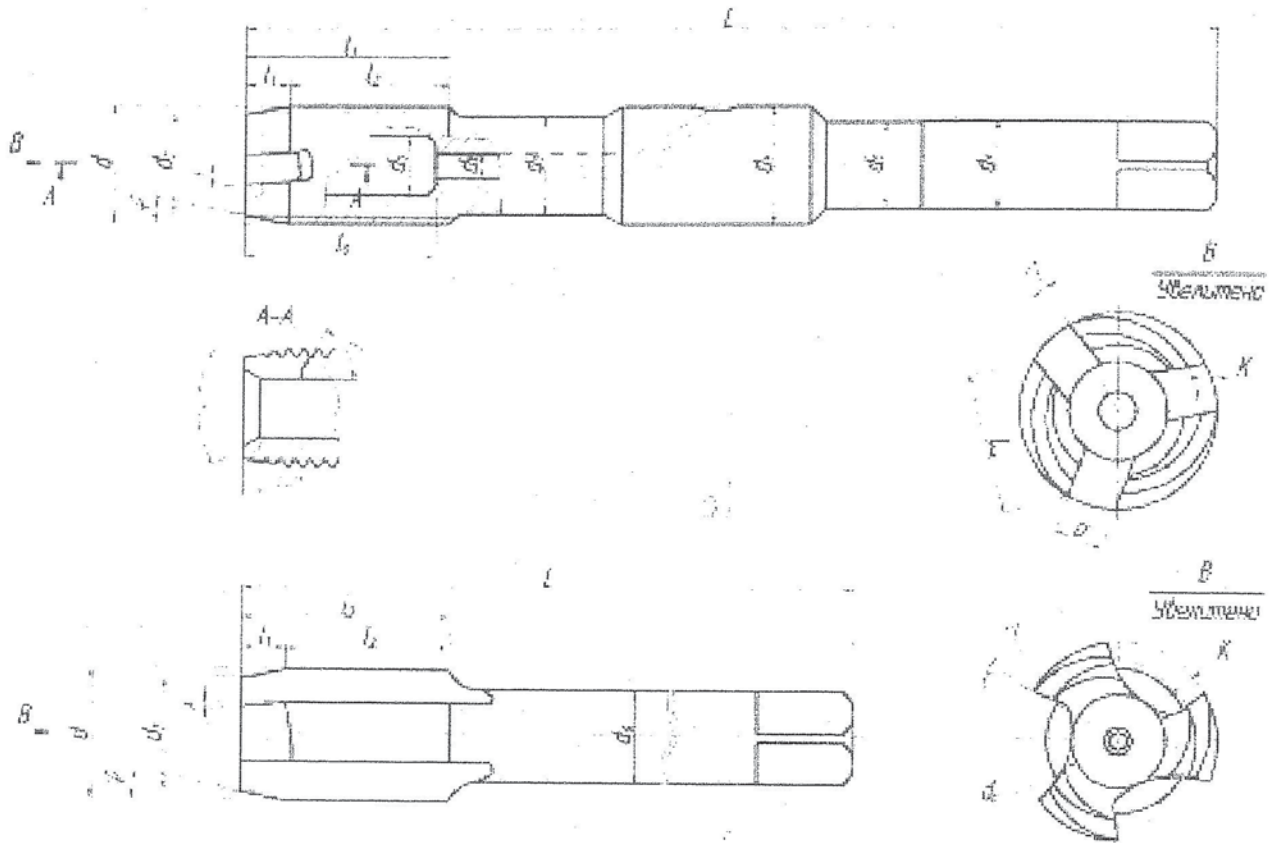


Рис. 1. Конструктивные элементы метчиков а) метчик с внутренним размещением стружки; б) стандартный метчик.

Прочность МВРС лимитируется прочностью зубьев режущей части, которая воспринимает момент резбонарезания. Это обуславливает необходимость разработки модели для оценки прочности зубьев МВРС как наиболее слабого элемента.

При расчете прочности зубьев МВРС приняты следующие допущения:

1. Режущий зуб рассматривается как консольная балка постоянного сечения в виде сектора кругового кольца.
2. Разрушение зуба происходит только под действием касательной P_k и радиальной P_r составляющих сил резания. Зубья метчика нагружены одинаково.
3. Нагрузки можно рассматривать как равномерно распределенные и приведенные к собственному среднему диаметру метчика d_2 .
4. Силы резания на вспомогательных режущих лезвиях не принимаются в расчет из-за их незначительности.
5. Наличие резьбового профиля не влияет на момент инерции поперечного сечения зуба метчика.
6. Затылование режущей части выполнено в пределах высоты резьбового профиля и не снижает прочности зуба метчика в поперечном сечении.

Схем сил резания, действующих на зубинструмента, представлена на рис. 2. Суммарная сила резания, приходящаяся на каждый режущий профиль, раскладывается на равномерно распределенные радиальную q_r , касательную q_k и осевую q_0 (на схеме не показана) составляющие. Значения

составляющих силы резания определены на основе экспериментально полученных зависимостей [1]:

$$P_k = 1285 \cdot a_z^{0,8} \cdot l$$

$$P_r = 420 \cdot a_z^{0,5} \cdot l \cdot (\sin j)_{(1)}^{0,26}, \text{ Н}$$

где: l - длина режущего лезвия; a_z - толщина срезаемой стружки, $a_z = \frac{P \cdot \sin j}{z}$;

z - число зубьев метчика; P - шаг резьбы; значения коэффициентов соответствуют обработке стали 45 (HB=200÷207).

Действие этих сил приводит к возникновению крутящего момента относительно оси O_z и изгибающего момента относительно заделки.

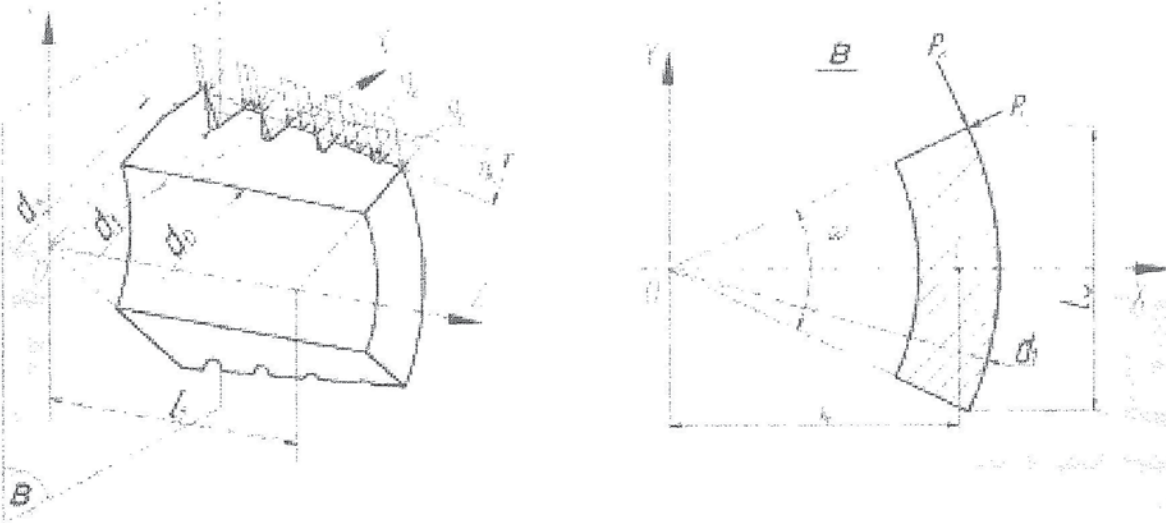


Рис.2. Схема расчета зуба метчика на прочность

На основе принятых допущений, схемы 2 и уравнений (1) получена зависимость момента разрушения МВРС от основных конструктивных параметров инструмента:

$$M_{кр} = [s] \frac{z \cdot d_2 \cdot a_z^{0,3} \cdot w \cdot (w^2 - \sin^2 w) \cdot (d_1^4 - d_0^4)}{4(A^2 + 3B^2)^{0,5}}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2)$$

где: d_1, d_2 - внутренний и средний диаметры резьбы соответственно;

$$A = 2l_1 \cdot d_1 \cdot a \left[2a_z^{0,3} \cdot \cos \frac{\omega}{\alpha} + 0,66 \sin \frac{\omega}{\alpha} \cdot \sin^{0,26} \omega \right] (\omega + \sin \omega) \cdot \sin \frac{\omega}{\alpha} + 4l_1 \cdot \omega \left[X_T - 0,5d_0 \cdot \cos \frac{\omega}{\alpha} \right] \left[0,66 \cos \frac{\omega}{\alpha} \cdot \sin^{0,26} \omega - 2a_z^{0,3} \cdot \sin \frac{\omega}{\alpha} \right] (\omega - \sin \omega);$$

$$B = \left[4d_1 \cdot a_z^{0,3} (0,5d_1 - X_T \cdot \cos \frac{w}{2}) \cdot \sin \frac{w}{2} - 1,32 X_T \cdot d_1 \cdot \sin^{0,2} j \cdot \sin^2 \frac{w}{2} \right] (w^2 - \sin^2 w);$$

l_1 - длина режущей части инструмента, $l_1 = \frac{d - d_T}{2 \cdot \text{tg} j}$; d_T - диаметр переднего торца

метчика; l_c - ширина зуба: $l_c = \frac{d_1 \cdot v}{2}$; ϖ - центральный угол кругового кольца; все угловые значения входящие в зависимость (формулы) представлены в радианах.

Работоспособность инструмента обеспечивается, если между моментом разрушения и моментом резбонарезания выполняется соотношение:

$$M_{кр} \geq M_{рез} \quad (3)$$

Момент резбонарезания может быть определен по зависимости [2] с учетом запаса прочности инструмента:

$$M_{пр} = c \cdot \frac{d^{1,25} \cdot P^{1,75} \cdot z^{0,2}}{\lg^{0,2}} \cdot k_1 \cdot k \cdot 10^{-1}, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где:

k - запас прочности МВРС, $k = 2 \dots 2,5$;

k_1 - коэффициент, учитывающий увеличение момента резания из-за износа инструмента, $k_1 = 1,5$;

c - константа, учитывающая свойства материала обрабатываемой заготовки.

Соотношение (3) позволяет устанавливать допустимые значения размеров конструктивных параметров инструмента. На примере нарезания в стали 45 (HB = 200 ÷ 207) резьбы М16, при $z = 4$ и $l_c = 7,2$ мм проиллюстрировано определение области допустимых значений длины режущей части l_1 и диаметра d_0 полости под размещение стружки инструмента. Эта область значений l_1 и d_0 на поверхности 1, ограниченная плоскостью момента резбонарезания 3 (рис.3).

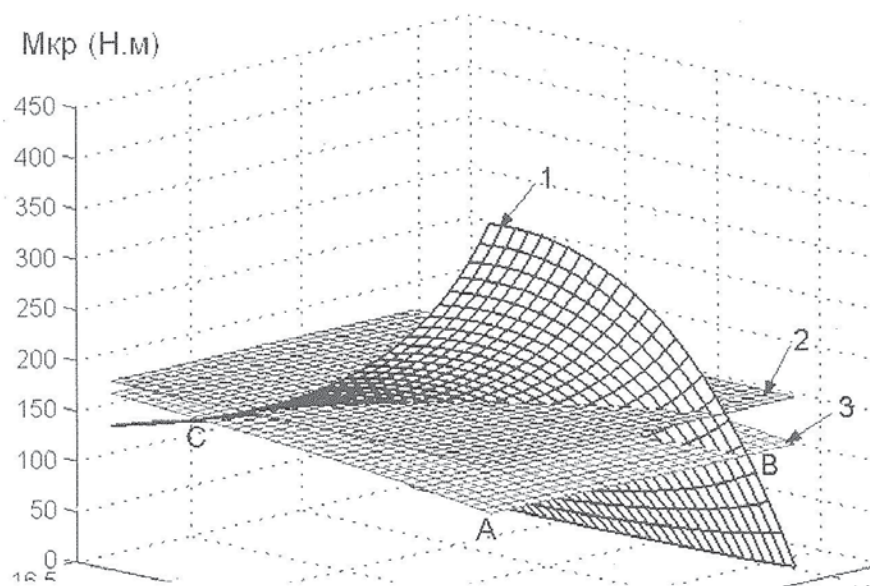


Рис.3. Зависимость крутящего момента разрушения $M_{кр}$ от диаметра отверстия d_0 и длины режущей части метчика l_1
 1 - крутящий момент разрушения МВРС; 2 - крутящий момент разрушения стандартного метчика; 3 - крутящий момент резбонарезания М16.

Аналогично представляется возможность определять влияние на моменты значений других параметров инструмента, например для М16 числа зубьев z инструмента (рис.4).

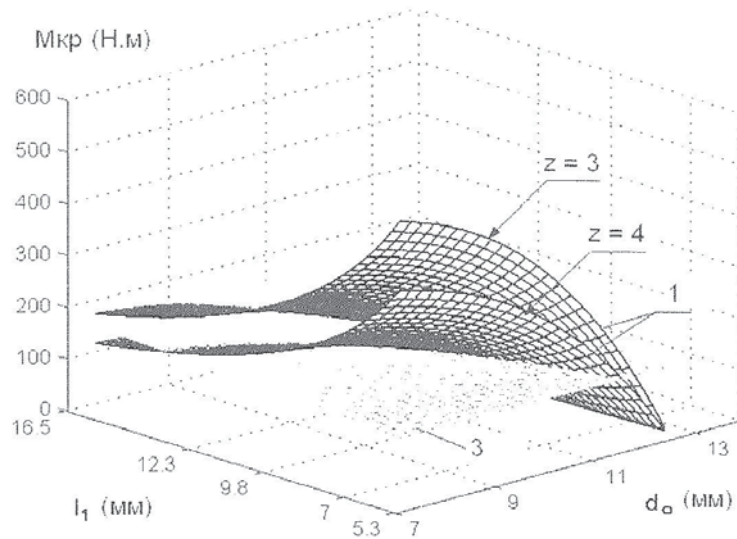


Рис.4. Зависимость крутящего момента разрушения $M_{кр}$ от диаметра отверстия и длины режущей части метчика М16 при $z = 3$ и $z = 4$

Выполнен сравнительный анализ (рис.5) разрушающих моментов для МВРС и стандартных метчиков с одинаковым шагом. Расчет прочности стандартных метчиков выполнен по эмпирической зависимости [3]:

$$M_{кр.станд} = C_1 \cdot d_c^3 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где: d_c - диаметр сердцевины стандартного метчика; C_1 - коэффициент, учитывающий конструктивные параметры метчика (при $z = 4$, $C_1 = 0,085$).

На рис.3 представлен частный случай для метчиков М16 – поверхность 2. Результаты общего сравнительного анализа представлены на рис.5.

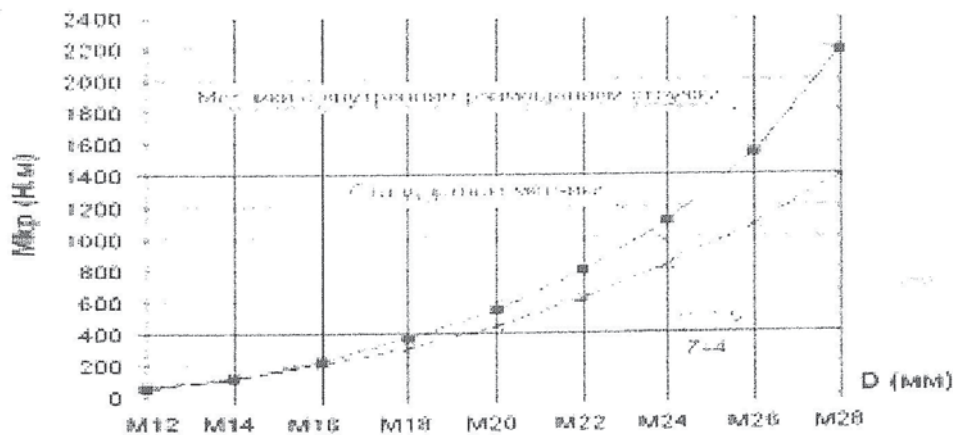


Рис. 5. Зависимость крутящего момента разрушения $M_{кр}$ от диаметра метчика

Выводы

1. Полученная зависимость момента разрушения метчиков с внутренним размещением стружки от конструктивных параметров определяет области допустимых значений параметров и может быть использована при проектировании инструмента.
2. Прочность метчиков с внутренним размещением стружки примерно равна с прочностью стандартных метчиков в диапазоне диаметров от М12 до М16 и при размерах инструмента более М16 превышает прочность стандартных метчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Древаль А. Е. Усилия резания при резбонарезании метчиком – Известия вузов. Машиностроение, 1970 - №9. – с.174 – 178.
2. Рождественский Л. А. Определение крутящего момента при нарезании резьбы метчиком. – В кн.: Резание металлов. М., Машгиз, 1951.
3. Магвеев В.В. Нарезание точных резьб. - М.: Машиностроение, 1968. – 114 с.

629.735.015.4: 539.219.2

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ СЛОЖНО НАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДАМИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ(ППД)

СООБЩЕНИЕ 2. МЕХАНИЗМ РАСХОДОВАНИЯ НАКОПЛЕННОЙ МАТЕРИАЛОМ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОДДЕРЖАНИЕ СЖАТИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Канд. техн. наук, ст. научн. сотр. Г.М. РЫБАКОВ

Описан механизм аккумуляции энергии объемом материала при дробеструйной обработке деталей. Энергия аккумулируется в упруго растянутом объеме материала и расходуется на поддержание сжатия поверхностного слоя при переменных или постоянных напряжениях. Доказано существование максимума накопленной энергии, при котором сопротивление усталости достигает максимальных значений.

Energy storing mechanism in the volume of material under shot peening process is described. The energy