

УДК 621.932.5

Э. Ш. Джемилев¹, д-р техн. наук Ю. А. Цеханов²,
канд. техн. наук Е. А. Балаганская³, д-р техн. наук В. Н. Старов³

¹Крымский государственный педагогический университет, г. Симферополь

²Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,

³Воронежский государственный технический университет;
г. Воронеж, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНСТРУМЕНТА С ЗАГОТОВКОЙ ПРИ ХОНИНГОВАНИИ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Представленная методика позволяет определить характер распределения контактных давлений по ширине контакта при хонинговании конических поверхностей отверстий.

Ключевые слова: алмазное хонингование, контактное давление, коническое отверстие, пластическое деформирование, точность обработки.

Применение алмазного хонингования для обработки точных конических отверстий в деталях, обеспечивая получение высокого класса шероховатости поверхности, не улучшает точности размеров, являющейся лимитирующим фактором, определяющим герметичность сопряжения. Конструкции же существующих хонинговальных головок для обработки конических отверстий не обеспечивают требуемую точность и качество поверхности.

Для равномерного съема припуска в процессе хонингования конических отверстий необходимо обеспечивать равномерное распределение контактного давления между инструментом и деталью. Теоретическое решение такой задачи математически сложно. Поэтому, экспериментальное изучение контактных давлений в реальном процессе хонингования является наиболее эффективным способом, позволяющим учитывать закономерности влияния на них технологических и конструктивных факторов. Характер взаимодействия алмазного бруска с деталью при хонинговании конических поверхностей отверстий в статике близок к характеру контакта при внутреннем шлифовании. Механика же отличается от характера контакта инструмента с деталью при внутреннем шлифовании, т.к. отношение радиусов контактных поверхностей (инструмента и детали) постоянно меняется.

Распределение контактных давлений q (Па) на поверхности бруска (рис. 1) определяется из геометрических соотношений по характеру изменения припуска (глубины резания).

Рассмотрим положение инструмента, когда радиус отверстия заготовки r_3 больше радиуса окружности, проходящей через вершины алмазных зерен бруска $r_{\text{бр}}$.

Из рисунка видно, что глубина врезания алмазных зерен плавно меняется от нуля (на концах ширины контакта b_k) до максимума (на его середине).

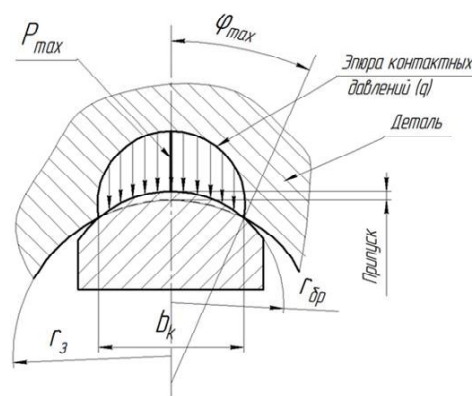


Рис. 1. Схема распределения контактных давлений в окружном направлении

Контактные давления можно описать симметричной функцией:

$$q = q_{\text{max}} \cdot f(\varphi).$$

В соответствии с эпюрой контактных давлений приведем q к линейной равнодействующей вдоль оси бруска, т. е. линейной распределенной нагрузке $p, \text{H/м}$:

$$p = \int_0^{\varphi_{\text{max}}} q \cdot r_3 \cdot d\varphi = 2 \cdot q_{\text{max}} \cdot \int_0^{\varphi_{\text{max}}} f(\varphi) \cdot d\varphi = 2 \cdot q_{\text{max}} \cdot \psi(\varphi_{\text{max}}),$$

где ψ — функция от φ_{max} .

Для этого разработана экспериментально-расчетная методика, основанная на следующих положениях. Определение контактных давлений p осуществляется с помощью тензометрии (рис. 2) с дальнейшей математической обработкой данных.

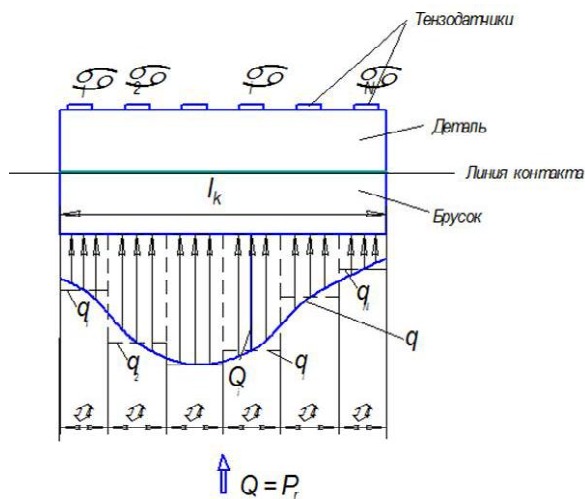


Рис. 2. Схема распределения контактных давлений по поверхности бруска

Разобьем длину линейного или осесимметричного контакта на N равных по длине участков длиной $\Delta l = l_k / N$. Заменяем в пределах каждого участка переменное давление p на статически эквивалентную постоянную $p_i = \text{const}$ и приведем p_i к сосредоточенной равнодействующей $P_i = p_i \cdot \Delta l$.

По поверхности, максимально близкой к контактной, наклеивается N тензодатчиков, каждый из которых выдает свой α_i сигнал, зависящий от величины и характера изменения нагрузки p . По закону Гука α_i пропорционален всем P_i :

$$\alpha_j = a_{j1} \cdot P_1 + a_{j2} \cdot P_2 + \dots + a_{ji} \cdot P_i + \dots + a_{jN} \cdot P_N.$$

В результате предварительного тарирования всей измерительной системы определяются коэффициенты a_{ji} . В процессе нагружения измеряют все α_i . Если коэффициенты a_{ji} известны, то имеем систему N уравнений с неизвестными P_i , решая которую определяем все P_i , и значения $p_i = P_i / \Delta l$. По полученным p_i строим эпюру распределения контактных давлений.

Разработанная экспериментальная методика позволяет в процессе реального пластического деформирования в автоматическом режиме снимать показания всех тензодатчиков, обрабатывать эти показания на компьютере, определять вели-

чину и характер распределения контактных давлений между инструментом и заготовкой в любой момент технологической операции. Она прошла проверку на нескольких операциях пластического деформирования. Погрешность определения контактных давлений не превышает 8 %.

Проведены исследования процесса контактного взаимодействия алмазного бруска с образующей конического отверстия при алмазном хонинговании заготовки из стали 40Х улучшенной (ГОСТ 4543–71). В результате проведенных исследований определена конструкция колодки, позволившая выровнять контактные нагрузки на поверхности бруска (рис. 3), обеспечивая, тем самым, равномерный съем припуска в процессе хонингования.

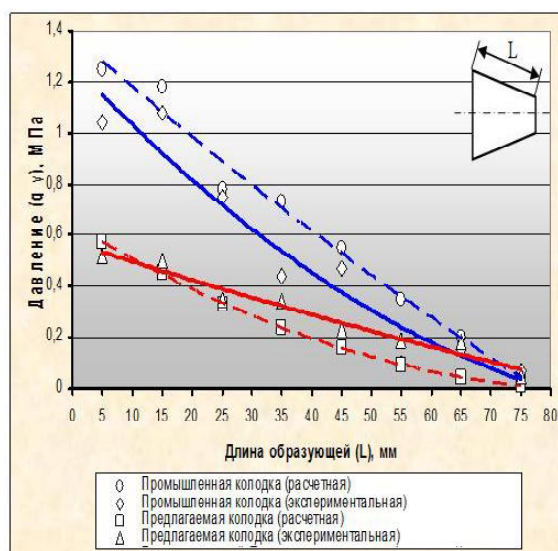


Рис. 3. Распределение контактного давления по длине бруска

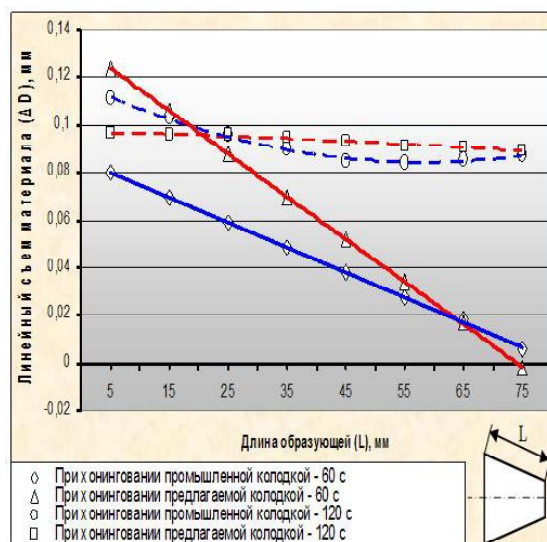


Рис. 4. Зависимость линейного съема материала по длине образующей конического отверстия

На рис. 4 представлена экспериментальная зависимость линейного съема материала при хонинговании промышленной и модернизированной хонинговальной головкой. Как видно, удалось существенно выровнять снимаемый припуск вдоль длины отверстия, что привело к повышению точности данной финишной обработки. Анализ полученных данных показал, что стабилизация контактных давлений при применении предлагаемой колодки привела и к существенному снижению отклонения от круглости.

Таким образом, разработан новый эффективный экспериментально-расчетный метод определения контактных давлений при хонингова-

нии отверстий, на основе которого возможна модернизация хонинговальных головок, с целью более равномерного распределения контактных давлений, снимаемого припуска и повышения точности обработки.

Список литературы

1. Определение контактных давлений / [Джемилев Э. Ш., Иззетов Н. А., Цеханов Ю. А., Якубов Ф. Я.] // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 6. – С. 14–17.

Поступила в редакцию 28.06.2011

Джемилев Е.Ш., Цеханов Ю.О., Балаганська О.О., Старов В.М. Дослідження механіки взаємодії інструменту з заготівлею при хонінгуванні конічних отворів

Представлена методика дозволяє визначити характер розподілу контактних тисків по ширині контакту при хонінгуванні конічних поверхонь отворів.

Ключові слова: алмазне хонінгування, контактний тиск, конічний отвір, пластичне деформування, точність обробки.

Dzhemilov E., Tsehanov Yu., Balaganskaya E., Starov V. Investigation of mechanics tool with billet at honing the tapered hole

The presented method allows to determine the contact pressure distribution across the width of the contact with the honing conical surfaces of holes.

Key words: diamond honing, contact pressure, conical hole, plastic deformation, accuracy.