

На режимах 630 и 800 об/мин поверхность имеет большую шероховатость. На данных скоростях параметры, не сильно отличаются друг от друга. Но при 800 об/мин происходит частичное снятие праймера вместе с полиэтиленом, после обработки присутствуют глубокие царапины на поверхности праймера.

При вращении инструмента со скоростью 900 об/мин достигаются максимальные значения всех четырех основных параметров шероховатости, так как на поверхности наблюдаются значительные глубокие риски, образующие обширные впадины до металла.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что наилучшая поверхность края трубы получена при обработке с частотой вращения шпинделя 700 об/мин.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- лучшим инструментом для снятия слоя полиэтилена с конца трубы по ТУ АО «ВТЗ» является цилиндрическая однорядная щетка;
- частота вращения шпинделя оказывает влияние на качество получаемой поверхности;
- анализ экспериментальных данных, полученных с использованием однорядной щетки показал, что лучшее качество поверхности конца трубы обеспечивается на скорости вращения шпинделя 700 об/мин при обработке за два рабочих хода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Office of Pipeline Safety under the Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration – OPS PHMSA [Electronic

resource]. URL: <http://www.phmsa.dot.gov> (accessed: 04.09.2013).

2. Aguirre-Vargas, F. / Novel technology to improve adhesion of fusion-bonded epoxy coating. DOW Coating Materials. [Electronic resource] – International conference «Pipeline Coating 2012». – 1 (CD-ROM).

3. Романцев, Б.А., Гончарук, А.В., Вавилкин, Н.М. Трубное производство: учебник. – М.: НИТУ МИСиС, – 2011. – 970с.

4. Пат. 2026119. СССР: Способ обработки цилиндрических изделий [Текст]: МПК В08В1/04. Мусьякин В.Е.

5. Пат. 2145911. РФ: Устройство для очистки наружной поверхности трубопровода [Текст]: МПК В08В009/023. Дьячков А.В.

REFERENCES

1. Office of Pipeline Safety under the Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration – OPS PHMSA [Electronic resource]. URL: <http://www.phmsa.dot.gov> (accessed: 04.09.2013).

2. Aguirre-Vargas, F. / Novel technology to improve adhesion of fusion-bonded epoxy coating. DOW Coating Materials. [Electronic resource] – International conference «Pipeline Coating 2012». – 1 (CD-ROM).

3. Romantsev, B.A., Goncharuk, A.V., Vavilkin, N.M. *Pipe Production*: textbook. – M.: RTU MISandA, - 2011. – pp. 970.

4. Pat. 2026119. The USSR: *Method for Cylindrical Product Processing* [Text]: IPC V08V1/04. Musyakin V.E.

5. Pat. 2145911. The RF: *Device for External Surface Cleaning in Pipe Line* [Text]: IPC V08V009/023. Diyachkov A.V.

Рецензент д.т.н. Л.М. Гуревич

УДК 621.793. 09

DOI: 10.12737/article_5a5a44e7550297.43103614

А.Н. Шоев, к.т.н.
(Институт технологий и инновационного менеджмента в городе Куляб, Таджикистан)
E-mail: shoev_a@mail.ru

Шлифование и полирование рабочих поверхностей коленчатых валов и кулачков распределительных валов бесконечными алмазными лентами

Рассмотрена технология и инструмент для обработки рабочих поверхностей коленчатых валов и кулачков распределительных валов бесконечными алмазными лентами. Приводятся характеристики бесконечных алмазных лент и их возможности в обеспечении шероховатости и производительности при шлифовании и полировании рабочих поверхностей. Установлена целесообразность обеспечения оптимального криволинейного поперечного профиля кулачков распределительных валов шлифованием бесконечными лентами.

Ключевые слова: коленчатый вал; кулачки; распределительный вал; шлифование; полирование; бесконечные алмазные ленты; шероховатость рабочей поверхности.

Grinding and buffing of work surfaces in crankshafts and cams of camshafts by endless diamond belt

A technology and a tool for processing work surfaces in crankshafts and cams of camshafts by endless diamond belts are considered. The characteristics of endless diamond belts and their potentialities in assurance of roughness and efficiency at work surface grinding and polishing are shown. The purposefulness in assurance of an optimum curvilinear transverse section of cams in camshafts by grinding with endless belts is defined. It is shown, that it is possible to control a curvilinear profile of cams in camshafts at the expense of a belt width and a belt tension. It is based on a theoretical basis of the interaction of a rigid die (cam) with the elastic half-space (belt).

An optimum curvilinearity of the transverse section of a cam ensures the increase of its life.

Keywords: crankshaft; cams; camshafts; grinding; polishing; endless diamond belt; work surface roughness.

Алмазные ленты характеризуются концентрацией алмазов, зернистостью, маркой, родом связки и материалом основы, а также размерами и формами лент. За основу берутся ленты из качественной стали толщиной 0,025...0,1 мм, лавсана, капрона и других материалов. Хорошие результаты при шлифовании рабочих поверхностей шеек коленчатых валов и кулачков распределительных валов двигателей показали ленты марки Р9 на лавсановой ткани с алмазным слоем на каучуковой связке [1].

Производство алмазных лент происходит при помощи связок, содержащих каучук, наносимых на износостойкую лавсановую ткань. Стойкость лент к действию СОЖ увеличивается с повышением жесткости связок. Также освоено производство лент из эльбора на основе шифона (эльбор Л10 – ЛМ28) длиной 500...2000 мм и шириной 60 и 90 мм, и на капроновой основе (эльбор ЛМ5 – ЛМ20) длиной 500...1000 мм и шириной 100 мм [2].

Для абразивных лент вопрос изготовления бесшовных бесконечных основ из КНБ остается открытым, а для алмазных лент эта же проблема решена положительно. Следовательно, нужно улучшать навыки склейки абразивных лент и поэтому данный вопрос требует особого контроля работников промышленности. Безусловно, что любое воздействие на шов должно быть сведено к минимуму [3].

За основу бесконечных алмазных лент и лент с зернами из КНБ берут износостойкую лавсановую рукавную ткань, на которую нанесен алмазоносный слой из алмазной шлифовальной шкурки в виде полос шириной 20 мм [4]. Производительность по съему материала составляет 110...210 мм³/мин при скорости ленты 30 м/с зернистостью 80/63–20/14 и с использованием

различных степеней жесткости – Р1, Р4 и Р5 [1].

Применение охлаждающей жидкости является необходимым условием при работе с алмазными лентами. Также добавление в смесь олеиновой кислоты, веретенного масла 1...2 % и керосина существенно увеличивает производительность процесса.

Расширение производства алмазных, абразивных и эбонитовых лент, также их постоянное усовершенствование создает перспективу для дальнейшего успешного использования процесса шлифования лентой (рис. 1). Например, в решении вопросов производительной обработки с хорошим качеством поверхностного слоя помогает использование лент с упорядоченным положением зерен, а для решения вопросов снятия больших припусков применяются крупнозернистые термостойкие ленты на упругой основе.

Чтобы полировать кулачки распределительных валов, шейки коленчатых валов со снятием припуска 0,001...0,004 мм используют алмазные ленты длиной до 2 м на связках Р1, Р4 и Р9. При этом стойкость алмазной ленты составляет 30...50 тыс. коленчатых валов, также за 20...30 с обработки шероховатость поверхности уменьшается с $Ra\ 0,32\ \mu\text{m}$ до $Ra\ 0,16...0,08\ \mu\text{m}$ [1].

Как показано на рис. 2, использование алмазных лент гарантирует возможность значительно повысить параметры шлифованной поверхности [5].

При шлифовании возможны следующие ситуации в случае взаимного расположения инструмента и обрабатываемого кулачка: ширина кулачка перекрывается инструментом, одинаковая ширина кулачка и инструмента, ширина кулачка не перекрывается инструментом (рис. 3).

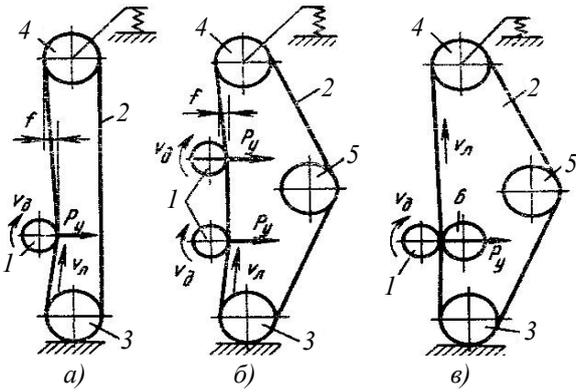


Рис. 1. Схемы обработки бесконечными лентами:
a – на свободной ветви ленты; *б* – на свободной ветви ленты с опорным роликом; *в* – с поджатием ленты к обрабатываемой поверхности заготовки при помощи контактного ролика; 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – лента; 3 – приводной ролик; 4 – натяжной ролик; 5 – опорный ролик; 6 – контактный ролик [3]

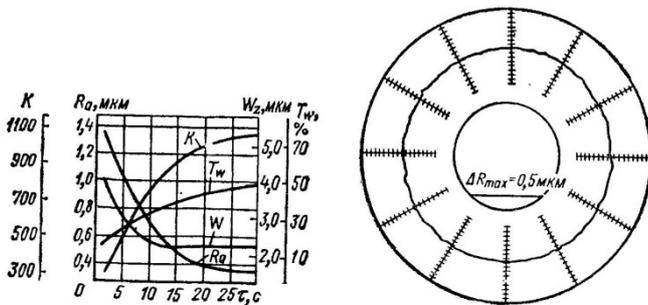


Рис. 2. Параметры шлифованной поверхности при использовании алмазных лент

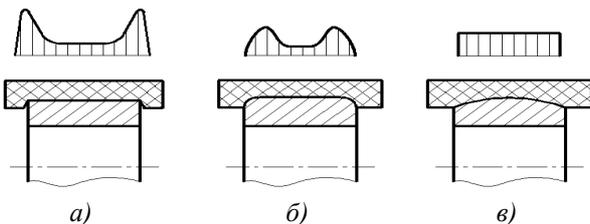


Рис. 3. Распределение давления между эластичным инструментом и деталью:
a – в начале обработки; *б* – после образования закруглений; *в* – после образования выпуклой формы

$$p = \frac{2P \sin [(\pi - 2\varphi_0) \cos \varphi + \sin \varphi \ln \left| \frac{\sin(\varphi + \varphi_0)}{\sin(\varphi - \varphi_0)} \right|]}{\pi a (\pi - 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)} + \frac{\sin \varphi_0 \ln \left| \operatorname{tg} \frac{\varphi + \varphi_0}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi - \varphi_0}{2} \right|}{\pi a (\pi - 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)}, \quad (1)$$

где $2b$ – ширина области контакта после сжатия ($b > a$); $2a$ – длина прямолинейного отрезка, вдоль которого осуществляется первоначальное касание сжимаемых тел; φ_0 – угол охвата.

В этой формуле значение величины b определяется силой P , формой закругления штампа

и упругими свойствами контактирующих тел. Тот случай, когда довольно гибкий инструмент может перекрыть ширину обрабатываемого кулачка, соприкосновение инструмента и кулачка можно рассматривать как взаимодействие упругой полуплоскости и жесткого штампа. Так как в данном варианте, чем ближе границы участка контакта под штампом, тем большее возрастает давление, следовательно, это приводит к тому, что при обработке по краям кулачка сьем металла будет осуществляться более эффективно, а это может привести к образованию выпуклой формы или радиусов.

Неравномерный сьем металла должен закончиться, когда давление будет распределено равномерно по всей ширине кулачка (рис. 4).

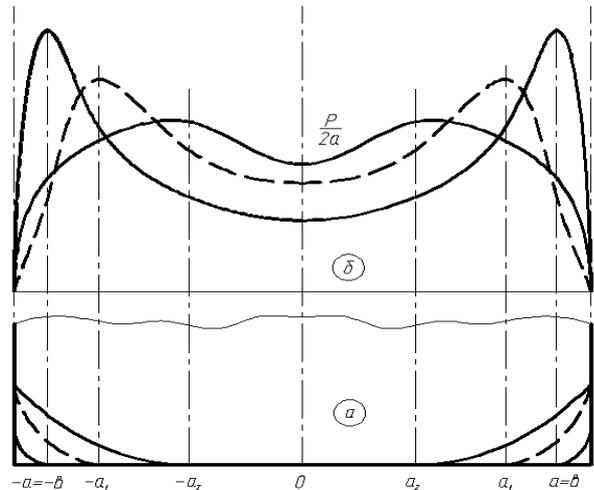


Рис. 4. Зависимость распределения давления от формы обрабатываемой детали:
a – деталь; *б* – эпюра давления

Чтобы установить закономерность и проанализировать данный вопрос, было определено распределение давления инструмента на кулачок в процессе обработки. Для этого за основу взята формула [4] для определения давления под штампом:

и упругими свойствами контактирующих тел.

Если деталь закругляется при обработке ее гибким инструментом, то величина области контакта $2b$ равна ширине обрабатываемого кулачка.

Произведя ряд математических преобразований формулы (1) получим:

$$p = \frac{2P \frac{a}{b} \left[(\pi - 2\varphi_0) \frac{1}{b} B + \frac{x}{b} \ln \left| \frac{xA + aB}{xA - aB} \right| \right]}{\pi a \left(\pi - 2\varphi_0 - \frac{2a}{b^2} A \right)} + \frac{\frac{a}{b} \ln \left| \frac{\left[1 - \frac{1}{b^2} (AB - ax) \right] \left[1 - \frac{1}{b^2} (AB + ax) \right]}{\frac{1}{b^4} (x^2 A^2 - a^2 b^2)} \right|}{\pi a \left(\pi - 2\varphi_0 - \frac{2a}{b^2} A \right)}, \quad (2)$$

где $A = (b^2 - a^2)^{\frac{1}{2}}$; $B = (b^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}$; x – расстояние от среднего до рассматриваемого сечения; $2b$ – ширина обрабатываемой детали.

В процессе обработки величина a уменьшается, что приводит к изменению распределения давления между деталью и инструментом. По формуле (2) с помощью программных средств определены давления для различных значений a и построены графики (см. рис. 4), из которых видно, что уменьшение a способствует смещению максимального удельного давления к центру. В то же время уменьшается разность давлений на отдельных участках. Таким образом, на уменьшение разности съема металла и уменьшение разности давления на отдельных участках влияют закругления, образующиеся во время обработки, и приводящие, следовательно, к более замедленному процессу образования выпуклой формы.

Таким образом, наряду с уменьшением шероховатости рабочих поверхностей кулачков, шлифование бесконечными лентами позволяет обеспечивать их оптимальную форму за счет ширины ленты и ее натяжения. Это обеспечивает значительное повышение долговечности распределительных валов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Суслов, А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М.: КНОРУС, 2013. – 336.

2. Древал, А.Е., Скороходов, Е.А., Агеев, А.В. и др. Краткий справочник металлста. – 4-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 2005. – 960 с.

3. Инженерия поверхности детали / кол. авт., под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2008. – 230 с.

4. Кашук, В.А., Верещагин, А.Б. Справочник шлифовальщика. – М.: Машиностроение, 1988. – 408 с.

5. Курносков, А.П. Абразивные инструменты и шлифование. – Челябинск: «Абразивы Урала», 2000. – 96 с.

6. Паньков, Л.А., Костин, Н.В. Обработка инструментами из шлифовальной шкурки. – Л.: Машиностроение, 1988. – 240 с.

REFERENCES

1. Suslov, A.G. *Engineering Techniques: textbook*. – М.: KNORUS, 2013. – pp. 336.

2. Dreval, A.E., Skorokhodov, E.A., Ageev, A.V. et al. *Short Metal-worker's Reference Book*. – 4-th Edition revised. – М.: Mechanical Engineering, 2005. – pp. 960.

3. *Part Surface Engineering* / authors' team, under the editorship of A.G. Suslov. – М.: Mechanical Engineering, 2008. – pp. 230.

4. Kashchuk, V.A., Vereshchagin, A.B. *Grinder's Reference Book*. – М.: Mechanical Engineering, 1988. – pp. 408.

5. Kurnosov, A.P. *Abrasive Tools and Grinding*. – Chelyabinsk: The Urals Abrasives, 2000. – pp. 96.

6. Pankov, L.A., Kostin, N.V. *Processing by Tools with Emery Paper*. – L.: Mechanical Engineering, 1988. – pp. 240.

Рецензент д.т.н. А.Н. Прокофьев

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"

Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Телефон редакции журнала: 8-903-592-87-39. E-mail: naukatm@yandex.ru

Вёрстка А.А. Алисов. Технический редактор А.А. Алисов. Корректор Н.В. Дюбова.

Сдано в набор 10.12.2017. Выход в свет 31.01.2018.

Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Брянский государственный технический университет"

241035, Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16