

Новиков Ф.В., ХНЭУ, Харьков, Украина

Иванов И.Е., Андилахай В.А., ГВУЗ “ПГТУ”, Мариуполь, Украина

ШЛИФОВАНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЗАСЫПНЫХ АППАРАТОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Задача повышения эффективности механической обработки контактных поверхностей малых и больших конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей с износостойкими наплавленными материалами по-прежнему является актуальной, требующей применения новых технологических решений. С этой целью проведены сравнительные экспериментальные исследования процессов точения и шлифования контактной поверхности конуса (диаметром 5400 мм) с наплавленным материалом Пл-Нп 500Х40НС2 РЦ-Б-С (ГОСТ 26467-85) твердостью HRC ≥ 62 . Точение резцами из твердых сплавов производилось с режимом резания: скорость резания $V=30$ м/мин; глубина резания $t=1$ мм; подача $S=0,2-0,3$ мм/об. Точение резцами из СТМ (композит 10) производилось с $V=58$ м/мин; $t=0,5$ мм; $S=0,15-0,2$ мм/об. Установлено, что стойкость резцов из твердых сплавов и СТМ (композита 10) различных зарубежных и отечественных фирм-производителей составляет 20-25 мин. Стойкость наиболее эффективного абразивного круга ПП 400х80х127 14А F40 СМК до его полного износа составила 8 часов (режим шлифования: скорость вращения детали $V_{дет}=23$ м/мин; поперечная подача $S_{non}=0,05$ мм/дв. ход; продольная подача $S_{prod}=40$ мм/мин или $S_{prod}=28$ мм/об.). Как видно, по производительности процессы точения и шлифования отличались незначительно, однако, стойкость абразивного круга существенно превышает стойкость испытываемых резцов. Следовательно, расходы, связанные с износом резцов, могут превышать расходы, связанные с износом и потреблением абразивных кругов. На основе полученных результатов объясняется тот факт, что в настоящее время на предприятиях, занимающихся обработкой контактных (рабочих) поверхностей больших и малых конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, применяется круглое наружное и внутреннее шлифование, хотя и оно осуществляется с относительно низкой производительностью и требует совершенствования.

Одной из основных причин низкой производительности шлифования является чрезвычайно низкая жесткость технологической системы, в результате чего возникают значительные упругие перемещения, во много раз превышающие номинальную глубину шлифования. С целью исключения отрицательного влияния упругих перемещений на производительность обработки, предложено шлифование производить с начальным натягом в технологической системе $y_{уст}$, устанавливаемым в соответствии с аналитической зависимостью:

$$y_{уст} = \frac{\sigma \cdot Q}{c \cdot K_{ш} \cdot V_{кр}},$$

где σ – условное напряжение резания (энергоёмкость обработки), Н/м²;
 $Q = \pi \cdot D_{дет} \cdot S_{прод} \cdot t$ – номинальная производительность обработки, м³/с; $D_{дет}$ – диаметр детали, м; $S_{прод}$ – скорость продольной подачи, м/с; t – номинальная глубина шлифования, м; c – жёсткость технологической системы, Н/м;
 $K_{ш} = P_z / P_y$; P_z, P_y – соответственно тангенциальная и радиальная составляющие силы резания, Н; $V_{кр}$ – скорость круга, м/с.

Исходя из полученной зависимости, для заданной (предельной) производительности обработки Q (определяемой прочностными свойствами рабочей поверхности круга и исключающей возникновение колебаний в технологической системе) шлифование можно производить по двум схемам: обычного многопроходного шлифования и глубинного шлифования. В первом случае может быть реализована схема многопроходного шлифования последовательными врезаниями – с радиальной подачей уступами. Производительность обработки Q в данном случае будет определяться зависимостью $Q = H \cdot V_{дет} \cdot t$, где H – ширина шлифования, м; $V_{дет}$ – скорость вращения детали, м/с. Как видно, чем меньше t , тем больше $V_{дет}$. Реализация круглого глубинного продольного шлифования, согласно приведенной выше зависимости для определения производительности обработки Q , предполагает уменьшение $S_{прод}$ и увеличение t . По сути, обе рассматриваемые схемы шлифования равносильны с точки зрения обеспечения производительности обработки и возможности увеличения $V_{дет}$ с целью реализации работы круга в режиме самозатачивания и повышения его режущей способности.

Данные схемы реализованы на операциях круглого шлифования малых и больших конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей в производственных условиях ПАО «Азовмаш». Обработка производится на токарно-карусельном станке, оснащённом шлифовальной головкой, установленной на суппорте станка с мощностью электродвигателя 18 кВт. Для обработки используются абразивные круги из электрокорунда нормального (14А) на бакелитовой связке ВФ (усиленной стекловолокном) крупной зернистости: 16–22 (по ФЭРА размер зерна 1,6 – 0,8 мм соответственно) ПП 500×63×203 14А СТ2 ВФ. Эта связка характеризуется большей хрупкостью и обеспечивает более высокую режущую способность круга благодаря реализации работы круга в режиме интенсивного самозатачивания. Режимы шлифования: $t=0,1...0,2$ мм; $V_{дет}=50...120$ м/мин; $S_{прод}<42$ мм/мин (долевая продольная подача $S_{\partial}<0,1$). В результате реализована схема круглого продольного глубинного шлифования с заданным натягом в технологической системе. При этом обеспечивается шероховатость поверхности при предварительном шлифовании – $R_a=1,2...1,7$ мкм, при окончательном шлифовании – $R_a=0,6...0,8$ мкм, что соответствует требованиям на обработку. Обеспечиваются также требуемые показатели качества и точности обрабатываемых поверхностей при окончательном шлифовании. Общая трудоёмкость обработки снижена в 2 раза по сравнению с ранее применявшейся технологией обычного многопроходного шлифования.