

Новиков Ф.В. Харьковский национальный
экономический университет, Харьков
Андилахай А.А. Приазовский государственный
технический университет, Мариуполь, Украина

УСЛОВИЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ЗАТОПЛЕННЫМИ СТРУЯМИ

Эффективной областью применения струйно-абразивной обработки и в частности абразивной обработки деталей затопленными струями [1] является очистка их от окалины и чистовая доводка деталей, в том числе и сложной формы. Использование данного метода позволяет автоматизировать обработку (которая традиционно выполняется вручную) и существенно снизить ее трудоемкость. С точки зрения расширения технологических возможностей данного метода обработки представляется важным и актуальным определение условий снижения энергоемкости съема металла в результате взаимодействия с ним абразивных зерен. Это связано с тем, что абразивное зерно, контактируя с металлом, не всегда обеспечивает формирование полного среза. Как правило, на обрабатываемой поверхности образуется лунка с вытесненным впереди и по бокам металлом, т.е. с не удаленным, а лишь пластически сдеформированным металлом в виде застывшей стружки. Очевидно, это обусловлено недостаточной кинетической энергией движущегося зерна, в результате чего оно застревает в металле и останавливается. В противном случае (при достаточной кинетической энергии зерна) обрабатываемый металл в форме стружки уносился бы зерном. Причиной такого явления следует рассматривать относительно низкую скорость движения зерна. Исходя из этого, повысить эффективность данного метода обработки можно за счет увеличения скорости абразивного зерна или снижения энергоемкости съема металла путем изменения угла входа зерна в металл. В данной работе рассматривается второй случай, связанный с уменьшением энергоемкости обработки. Процесс взаимодействия абразивного зерна с металлом – это процесс взаимодействия твердого и относительно мягкого материалов, в результате чего твердый материал (зерно) удаляется с обрабатываемой поверхности более мягкий материал (металл). В теории резания детально изучен процесс стружкообразования и предложены теоретические подходы к расчету его параметров. Это позволяет провести анализ закономерностей стружкообразования и оценить уровень энергоемкости процесса абразивной обработки деталей затопленными струями.

Энергоемкость обработки или условное напряжение резания σ при резании зерном с переменной (увеличивающейся) толщиной среза описывается

$$\sigma = \cos \psi_1 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\tau_{сдв}}{\sin^2 \left[45^\circ - \frac{(\alpha + \psi_1)}{2} \right]}, \quad (1)$$

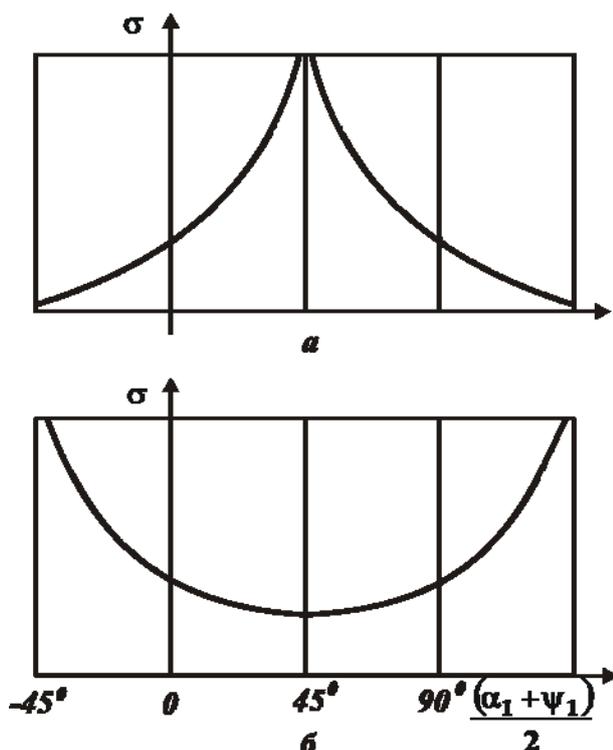


Рисунок 1 – Графики изменения условного напряжения резания σ

обработка и др.), толщина среза всегда переменна. Поэтому условное напряжение резания σ будет всегда больше, чем при лезвийной обработке.

Оценим σ при выходе абразивного зерна из обрабатываемого материала:

$$\sigma = \cos \psi_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \frac{\tau_{сдв}}{\cos^2 \left[45^\circ - \frac{(\alpha_1 + \psi_1)}{2} \right]}, \quad (2)$$

где α_1 – угол выхода абразивного зерна из обрабатываемого материала.

Условное напряжение резания σ изменяется по экстремальной зависимости, проходя точку минимума при значении угла $\frac{(\alpha_1 + \psi_1)}{2} = 45^\circ$ (рис. 1,б). Данный график принципиально отличается от аналогичного графика, показанного на рис. 1,а. Следовательно, при выходе абразивного зерна из контакта с обрабатываемым материалом условное напряжение резания σ меньше, чем при входе зерна в обрабатываемый материал. При этом угол α_1 может изменяться в широких пределах: $0 < \alpha_1 < 90^\circ$. Поэтому повысить эффективность абразивной обработки, в частности струйно-абразивной обработки, можно путем снижения условного напряжения резания σ (энергоёмкости обработки) в момент входа абразивного зерна в обрабатываемый материал в соответствии с решениями, вытекающими из зависимости (1).

Литература

1. Андилахай А.А. Абразивная обработка деталей затопленными струями / А.А. Андилахай. – Мариуполь: ПГТУ, 2006. – 190 с.

где $\psi_1 = \psi + \gamma$; ψ – условный угол трения абразивного зерна с обрабатываемым материалом; γ – отрицательный передний угол режущего абразивного зерна; α – угол входа абразивного зерна в обрабатываемый материал; $\tau_{сдв}$ – предел прочности на сдвиг обрабатываемого материала, Н/м².

Как следует из зависимости (1), при условии $\alpha = 0$ можно добиться наименьшего значения условного напряжения резания σ (рис. 1,а), т.е. эффективно обработку вести с постоянной толщиной среза. Очевидно, реализовать данное условие можно при лезвийной обработке. При абразивной обработке, включая процессы обработки связанным абразивом (шлифование, хонингование и др.) и свободным абразивом (притирка, струйно-абразивная