

УДК 621.923

Ф.В. Новиков, И.А. Рябенков

Харьковский национальный экономический университет (Украина)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ КРУГЛОГО ВНУТРЕННЕГО И ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

Работа посвящена исследованию параметров качества обработки при шлифовании, обусловленных температурным фактором, и созданию эффективных операций шлифования деталей из закаленных сталей.

При обработке ответственных деталей машин, например деталей гидроаппаратуры, широко применяется шлифование, которое в ряде случаев является основным методом финишной обработки, обеспечивающим окончательное формирование показателей точности и качества обрабатываемых поверхностей [1]. При шлифовании деталей из закаленных сталей обеспечить высококачественную обработку весьма сложно. На обрабатываемых поверхностях, как правило, образуются прижоги и микротрещины, что приводит к снижению качества обработки и потерям от брака обработанных деталей. В работе [2], посвященной теоретическому анализу тепловых процессов при шлифовании, показано, что повысить качество обработки за счет устранения температурных дефектов можно, главным образом, в результате исключения или существенного уменьшения трения связки круга с обрабатываемым материалом. Это приводит к уменьшению средней температуры при шлифовании, которая определяет условия формирования параметров качества обработки.

Уменьшить интенсивность трения связки круга с обрабатываемым материалом, как известно, можно путем уменьшения режимов шлифования и применения более мягких кругов, импрегнированных (термообработанных) кругов, введения в зону обработки твердых смазок. С целью определения условий, исключаящих растрескивание обрабатываемого материала (стали 16ХЗНВФМБ-Ш после цементации) и образование прижогов при круглом внутреннем шлифовании детали «кожух», были проведены экспериментальные исследования на современном внутришлифовальном станке с ЧПУ модели «Studer» с применением кругов разной твердости: СТ, СМ, М. Установлено, что во всех случаях шлифования с $V_{дет} = 36$ м/с, $V_{кр} > 20$ м/с и с применением СОЖ имеет место растрескивание обрабатываемого материала.

Исключить дефекты обработки удалось лишь при шлифовании «мягким» абразивным кругом ЧК 50x25x13 25А 25П СМ1 7 со скоростью круга 18...20 м/с без применения СОЖ, т.е. при шлифовании «всухую». При этом радиальная подача должна быть не более 0,11 мм/мин, соответственно глубина шлифования $t = 0,78$ мкм. В противном случае происходит растрескивание материала, а на обработанной поверхности появляются прижоги. Поэтому первым и основным условием повышения качества обработки следует рассматривать уменьшение тепловой напряженности процесса шлифования, что достигается применением более мягких кругов, снижающих интенсивность трения в зоне обработки. Вторым условием следует рассматривать исключение СОЖ при шлифовании, что позволяет более плавно во времени и равномерно по площади охлаждать обрабатываемый материал. В результате в поверхностном слое детали образуются остаточные растягивающие напряжения, меньше предельных, которые исключают растрескивание материала. Следует отметить, что увеличение скорости круга свыше 20 м/с повышает вероятность образования температурных дефектов на обрабатываемых поверхностях. Это обусловлено интенсивным трением связки круга с обрабатываемым материалом.

Основной недостаток данной технологии шлифования состоит в том, что обработка производится с относительно небольшой скоростью радиальной подачи $S_{\text{рад}} = 0,11$ мм/мин. Это существенно снижает производительность обработки. Поэтому с целью поиска новых путей повышения производительности обработки были проведены экспериментальные исследования процесса круглого наружного шлифования с применением импрегнированных кругов, а также шлифовальных кругов с нанесенными на их рабочие поверхности твердыми смазками. В результате установлено, что в данных случаях тепловая напряженность процесса шлифования ниже, о чем свидетельствуют более высокие значения скорости радиальной подачи $S_{\text{рад}}$, при которых происходит растрескивание обрабатываемого материала (рис.). Как видно, применение импрегнированных кругов и твердых смазок позволяет приблизительно до двух раз увеличить предельные значения скорости радиальной подачи $S_{\text{рад}}$, при которых образуются прижоги.

Определялись также глубины проникновения прижогов в поверхностный слой обрабатываемой детали, по сути, соответствующие параметру l_2 [3]. Установлено, что они изменяются в пределах 100...200 мкм. Это значительно больше глубины шлифования t , равной приблизительно 1 мкм. Следовательно, отношение l_2/t значительно больше единицы. В соответствии с выводами, полученными в работе [2], это свидетельствует об определяющей роли в образовании прижогов средней температуры при шлифовании, обусловленной трением круга с обрабатываемым материалом.

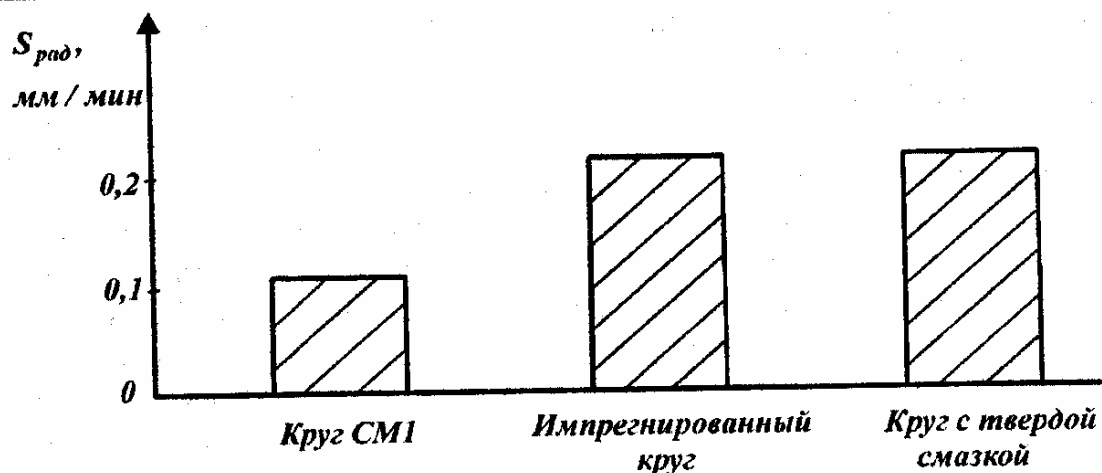


Рис. Влияние характеристик абразивных кругов на предельную скорость радиальной подачи $S_{рад}$

Были проведены экспериментальные исследования процесса плоского шлифования детали «рычаг», рабочая поверхность которого изготовлена из литейной износостойкой стали В2Ж. При шлифовании данной стали кругом 14А 250x40x76 25 SM1 7 на обработанных поверхностях появлялись прижоги и микротрещины. С целью определения путей их устранения были проведены исследования шлифования более мягкими кругами. В результате установлено, что наиболее эффективно применение круга 25А 250x40x76 25 МЗ 7. Данный круг позволил существенно уменьшить количество деталей с наличием на обработанных поверхностях прижогов и трещин. Потери от брака уменьшились в 3,5 раза. Кроме того, шлифование более мягким кругом позволило повысить точность и шероховатость обработки, уменьшить расход абразивных кругов.

Таким образом, показано, что, как и при внутреннем шлифовании детали «кожух», так и при плоском шлифовании детали из стали В2Ж, повысить качество обработки удалось за счет снижения интенсивности трения связки круга с обрабатываемым материалом путем применения более мягких кругов. Это хорошо согласуется с полученной аналитической зависимостью для определения средней температуры при шлифовании:

$$\theta = \sigma \sqrt{\frac{2}{c\rho\lambda} t V_{дет} \sqrt{\frac{t}{2R_{кр}}}},$$

где σ – условное напряжение резания, Н/м²; c – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг·К); λ – коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м·К); ρ – плотность обрабатываемого материала, кг/м³; t – глубина шлифования, м; $V_{дет}$ – скорость детали, м/с; $R_{кр}$ – радиус круга, м.

Как видно, наибольшее влияние на температуру θ оказывает условное напряжение резания σ , которое обусловлено как процессом резания, так и процессом трения связки круга с обрабатываемым материалом. Поэтому уменьшение интенсивности трения в зоне шлифования позволяет уменьшить σ и, соответственно, температуру θ .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Якимов, А.В. Оптимизация процесса шлифования / А.В. Якимов. М.: Машиностроение, 1975. 175 с.
2. Новиков, Ф.В. Обоснование условий повышения качества обработки на основе анализа мгновенной и средней температур при шлифовании / Ф.В. Новиков, И.А. Рябенков, В.В. Нежебовский // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. Курск, 2008. Ч. 1. С. 212-217.
3. Новиков, Ф.В. Повышение эффективности технологии финишной обработки деталей пар трения поршневых насосов / Ф.В. Новиков, С.М. Яценко // Физические и компьютерные технологии: тр. 13-й Междунар. науч.-техн. конф. Харьков: ХНПК «ФЭД», 2007. С. 8-20.