

2. Сафонов А. Н. Особенности лазерной закалки поверхности графитизированных сталей и чугунов / А. Н. Сафонов // Вестник машиностроения. – 1999. – №4.

3. Доронин И. В. Структура естественных дисперсно-упрочненных композиционных материалов на базе сталей ледебуритного класса / И. В. Доронин, В. И. Булавин, В. И. Антипов // Физика и химия обработки материалов, 1991. – С. 141–143.

4. Самоутугин С. С. Плазменное микро- и наноструктурирование поверхности инструментальных сталей // С. С. Самоутугин, В. А. Мазур. – Упрочняющие технологии и покрытия. – 2013. – №4. – С. 29–37.

5. Самоутугина С. С. Выбор оптимальных режимов плазменного поверхностного упрочнения деталей металлургического оборудования из высокопрочного чугуна/ С. С. Самоутугина, Е. И. Иванов, Б. А. Ляшенко // Металл и литье Украины. – 2005. – №7–8. – С. 79–83.

6. Леонтьева П. А. Лазерная поверхностная обработка металлов и сплавов / П. А. Леонтьева, Н. Т. Чеканова, М. Г. Хан // М.: Металлургия. – 1986. – 142 с.

Малыхин В.В., Гайдаш Н.М., Артеменко Ю.А
Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Россия
Новиков Ф.В.

Харьковский национальный экономический
университет имени Семена Кузнеця, г. Харьков, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, УПРОЧНЕННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В настоящее время в машиностроении широко применяется восстановление изношенных деталей износостойкими наплавочными материалами. Как показывает практика, механическая обработка таких деталей протекает с высокой силовой напряженностью, что резко снижает точность и производительность обработки. Необходимо отметить, что вопросам обработки деталей, восстановленных износостойкими наплавочными материалами, в научно-технической литературе постоянно уделяется большое внимание в связи с их широким применением [1].

Одним из основных методов обработки упрочненных наплавленных поверхностей является шлифование многопроходное или глубинное. Однако, при шлифовании наплавочных материалов повышенной твердости (HRC 60 и более) возникает ряд сложных проблем, связанных с относительно низким качеством и

производительностью обработки. Это обусловлено тем, что восстановленная износостойким наплавочным материалом деталь характеризуется наличием на ее поверхности значительных выступов и впадин. В конечном итоге это затрудняет ее обработку в связи с необходимостью съема неравномерного припуска, вызывающего колебания в технологической системе, интенсивные динамические нагрузки и повышенную силовую и тепловую напряженность процесса шлифования. Поэтому совершенствование технологии шлифования наплавочных материалов имеет важное и актуальное значение.

Теоретически установлено, что наиболее производительным циклом круглого шлифования, обеспечивающим заданную точность обработки, является цикл, включающий этап ускоренного создания в технологической системе начального натяга $y_{уст}$, а затем шлифование по схеме выхаживания. Основное время обработки определяется в этом случае по зависимости [3]:

$$\tau_{min} = \frac{\pi \cdot D_{дет} \cdot l \cdot \sigma}{c \cdot K_{ш} \cdot V_{кр}} \cdot \ln \left(\frac{y_{уст}}{y_0} \right), \quad (1)$$

где $D_{дет}$, l – диаметр и длина обрабатываемой детали, м; $y_{уст} = \frac{\sigma \cdot Q_{ном}}{K_{ш} \cdot c \cdot V_{кр}}$ –

установившееся значение величины упругого перемещения, возникающего в технологической системе, м; σ – условное напряжение резания, Н/м²; $K_{ш} = P_z / P_y$ – коэффициент шлифования; P_z , P_y – тангенциальная и радиальная составляющие силы резания, Н; c – приведенная жесткость технологической системы, Н/м; $Q_{ном} = S \cdot V_{дет} \cdot t$ – номинальная производительность обработки, м³/с; S – продольная подача, м/об; $V_{дет}$, $V_{кр}$ – скорости вращения детали и круга, м/с; t – номинальная глубина шлифования, м; y_0 – заданная погрешность обработки (после выхаживания), определяемая величиной упругого перемещения в технологической системе, м.

В случае $\Pi \gg y_{уст}$ (где Π – величина снимаемого припуска, м) целесообразно использовать цикл шлифования, показанный на рис. 1,б. В этом случае между $y_{уст}$ и номинальной производительностью обработки $Q_{ном}$ существует пропорциональная связь по зависимости:

$$y \approx y_{уст} = \frac{\sigma \cdot Q_{ном}}{K_{ш} \cdot c \cdot V_{кр}}. \quad (2)$$

Основными условиями повышения $Q_{ном}$ с учетом ограничения по точности обработки являются (рис. 2): применение многопроходного, глубинного шлифования и шлифования по упругой схеме, поскольку, согласно (2), величина $y_{уст}$ не зависит от схемы шлифования, а определяется номинальной производительностью обработки $Q_{ном}$.

Необходимо отметить, что создание и непрерывное поддержание в технологической системе заданного натяга $y_{уст}$ является основным направлением

эффективного ведения процесса круглого шлифования рабочих контактных поверхностей (упрочненных наплавленными материалами твердостью HRC 62-63). Поэтому определение оптимального значения натяга $y_{уст}$ является важной задачей. Поддержание в процессе заданного значения $y_{уст}$ позволит обеспечить равенство фактической и номинальной глубины шлифования, т.е. максимальное использование режущих свойств шлифовального круга.

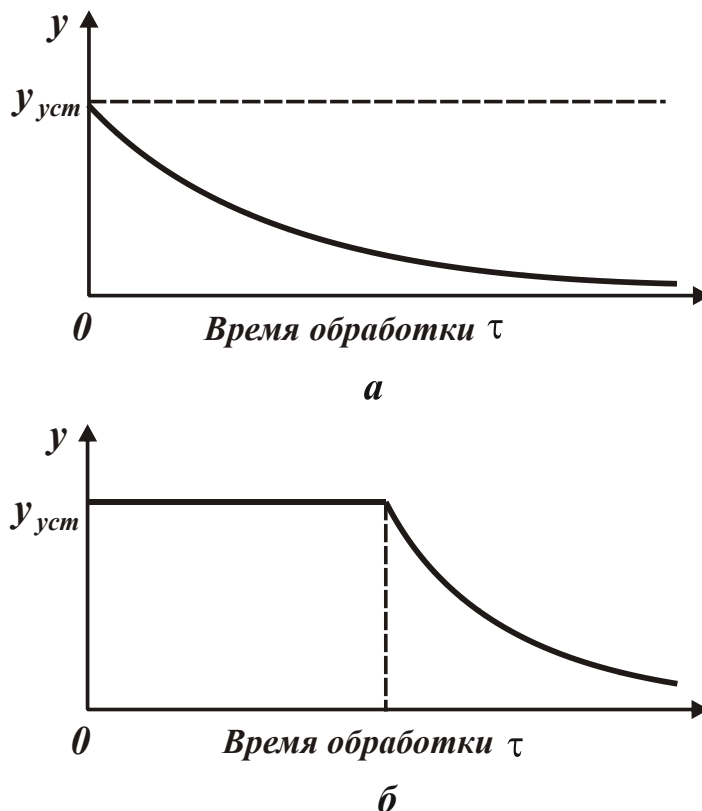


Рисунок 1 – Зависимость y от τ для оптимального цикла шлифования (а) и для цикла шлифования, включающего этапы чернового шлифования и выхаживания (б)

Уменьшить погрешность обработки без снижения номинальной производительности обработки $Q_{ном}$ можно уменьшением условного напряжения резания (энергоемкости обработки) σ и увеличением параметров $K_{ш}$, c и $V_{кр}$. Это достигается в первую очередь обеспечением высокой режущей способности шлифовального круга. Поскольку, как известно, при шлифовании параметр σ всегда больше, чем при резании лезвийным инструментом, то целесообразно при финишной обработке переходить от шлифования к лезвийной обработке. Это позволит повысить производительность обработки.

Для оценки рассмотренных выше способов шлифования были изготовлены контрольные образцы путем аргонодуговой наплавки неплавящимся электродом с одновременной подачей износостойкой присадки. В каждом опыте в качестве присадки использовались порошковые проволоки, обеспечивающие получение сплавов-представителей различных классов микроструктур.



*Рисунок 2 – Структурная схема условий повышения
производительности обработки*

При выборе марок порошковых проволок руководствовались следующими требованиями:

- 1) твердость наплавленного слоя должна быть не менее 55÷65 HRC без дополнительной термообработки;
- 2) порошковая проволока должна быть самозащитной;
- 3) порошковая проволока не должна содержать большое количество дефицитных легирующих элементов.

Характеристики использованных сплавов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о сплавах – представителях

№ пп	Марка порошковой проволоки	Тип наплавленного металла	Микроструктура	Твердость HRC
1	ПП АН-122	<u>30X5Г2СМ</u>	Мартенсит	50-56
2	ПП АН-125	200X15С1ГРТ	Эвтектика + аустенит (20 – 30 %)	50-58
3	ПП-АН135	250X10Б8С2Т	Эвтектика (А+ NbС)	50-58
4	ПП-АН170	80X20Р3Т		58-65
5	ПП-АН170 + добавка силико-кальция СК-30 (1%)	80X20Р3Т (модифицировано кальцием)	Эвтектика + первичные карбобориды Квазиэвтектика с минимумом первичных фаз	55 - 62

Первые четыре сплава являются серийными. В последнем сплаве добавлен силикокальций СК-30 в качестве модификатора II рода, способствующего подавлению роста первичной карбоборидной фазы и получению квазиэвтектики, отличной по составу и морфологии от не модифицированной эвтектики [4].

Испытания проводились в следующей последовательности.

1) Заготовка $\varnothing 50 \times 200$ из Стали 45 обтачивалась резцом до полного удаления окалины.

2) Проводилась аргонодуговая наплавка вольфрамовым электродом с одновременной подачей присадки (табл.1). Режим наплавки подбирался из расчета получения наплавленного слоя толщиной 2,0 мм.

3) Выполнялось шлифование на круглошлифовальном станке мод. 3М150 алмазным кругом ПП 400 \times 127 \times 20 АС6 125/100 М2-1 4 по двум схемам: многопроходное и глубинное. Эффективность шлифования оценивалась величинами производительности и шероховатости обработанной поверхности, измеряемой профилометром.

Результаты испытаний приведены на рис. 1

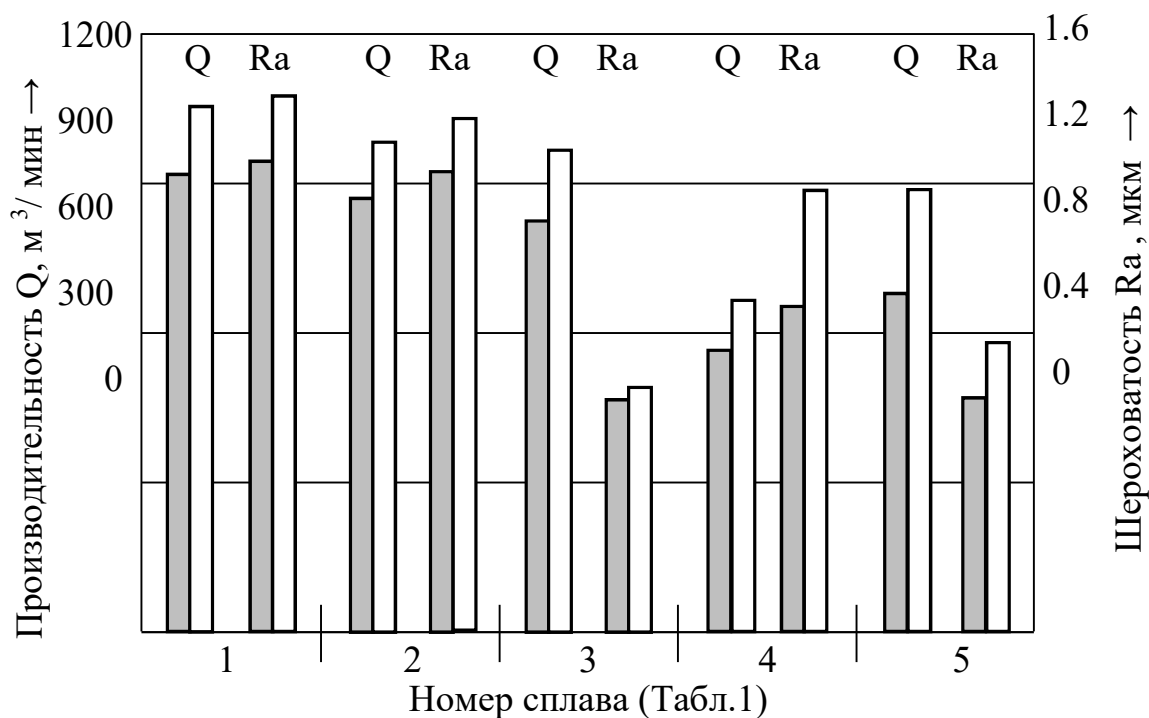


Рисунок 1. – Результаты испытаний

■ – многопроходное шлифование; □ – глубинное шлифование

Было установлено, что производительность рассматриваемых способов шлифования имеет прямую корреляцию с твердостью испытываемых сплавов, а шероховатость – обратную.

Глубинное шлифование позволяет для всех групп износостойких сплавов повысить производительность в пределах (15÷35) %. Наибольший эффект от его применения достигается для сплавов с твердостью, близкой к HRC 60 (сплав № 5).

На шероховатость большое влияние помимо твердости оказывает микроструктура наплавленного металла. Наличие крупных твердых первичных фаз (карбидов, карбоборидов) существенно увеличивает величину Ra (сплав 4). Наличие дендритов аустенита способствует увеличению склонности к схватыванию абразивных зерен с металлом и, как следствие, росту величины Ra (сплав 2). Это же относится к мартенситу (сплав 2).

Наиболее оптимальные результаты показали сплавы с эвтектической (сплав 3) и квазиэвтектической (сплав 5) микроструктурами. Это объясняется наличием дисперсных карбидных (карбоборидных) фаз.

Сплав 3 отличается также наличием особо тонкодисперсных карбидов ниобия NbC, равномерно распределенных по объему частиц аустенита в эвтектике. Для эвтектических сплавов характерна способность сохранять постоянство морфологии и химсостава фаз эвтектики даже при длительном отжиге [5], что способствует стабильности процесса шлифования на форсированных режимах.

Таким образом, в работе с единых позиций проведен теоретический анализ и экспериментальное исследование условий уменьшения величины упругого перемещения, возникающего в технологической системе при механической обработке и определяющего параметры точности обработки. Теоретически обоснованы возможности достижения требуемой точности при обеспечении высокой производительности обработки при шлифовании и резании лезвийными инструментами, что открывает новые перспективы повышения эффективности механической обработки наплавленных контактных поверхностей ответственных деталей. Разработаны практические рекомендации по повышению эффективности обработки деталей, упрочненных износостойкими наплавочными материалами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжов Э. В. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями / Э.В. Рыжов, С.А. Клименко, О.Г. Гуцаленко. – К.: Наук. думка, 1994. – 180 с.
2. Новиков Г.В. Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями: дис. ... кандидата техн. наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения / Новиков Григорий Васильевич. – Харьков, 1989. – 210 с.
3. Новіков Ф.В. Теоретичні основи механічної обробки високоточних деталей: монографія / Ф.В. Новіков, І.О. Рябенков. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 352 с.
4. Артеменко Ю. А. Моделирование процессов модифицирования износостойких наплавочных сплавов / Ю. А. Артеменко, Е. В. Рыжков, Н. С. Болотин // Заготовительные производства в машиностроении. – 2012. – №2. – С. 9-11.
5. Сомов А. И. Эвтектические композиции / А. И. Сомов, М. А. Сомов. – М.: Металлургия, 1975. – 304 с.