

УДК 621.923

С.Л. Негруб

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ ЭЛАСТИЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА И КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Анотація. У даній роботі поставлена задача перевірки ряду теоретичних висновків, і підкріплення їх практичними експериментами. В основу представлених досліджень покладена задача удосконалення волокна, з якого можна було б виготовити абразивний високоефективний інструмент.

Ключевые слова: полимер-абразивный эластичный инструмент; повышение производительности обработки; геометрические параметры инструмента; величина начальной деформации; величина опорного угла; шероховатость поверхности; зернистость абразивных частиц; температура плавления полимера; время обработки; профилограмма поверхности.

Введение

При проведении теоретических исследований различных методов обработки в технологии машиностроения важным фактором является подтверждение полученных результатов экспериментальными методами. При этом основными показателями является производительность процесса и шероховатость обработанной поверхности.

Постановка задачи

В данной работе поставлена задача проверки ряда теоретических выводов [1-4], и подкрепление их практическими экспериментами в части влияния деформации инструмента, зернистости абразивных частиц на шероховатость обработанной поверхности.

Основная часть

К критериям эффективности шлифования относят также и полученное качество поверхности после обработки. Одним из этих параметров является шероховатость поверхности после обработки. Исследованиям подвергались инструменты с разными геометрическими параметрами, так как свободная длина рабочего

элемента непосредственно влияет на жесткость инструмента и обеспечивает способность инструмента к деформированию. При изучении влияния величины деформации инструмента на величину шероховатости, был проведен ряд экспериментов, данные которого позволяют сделать следующий вывод: при увеличении деформации инструмента шероховатость обработанной поверхности снижается. Обработка велась ЭПАИ фирмы OSBORN диаметрами 125 мм, 250 мм, 300 мм с карбидом кремния зернистостью 160/100, 125/100, 63/40, 40/20 с одинаковым процентным содержанием абразива в волокне 15%. Снижение шероховатости (рис. 1) происходит благодаря большему числу абразивных зерен, одновременно вступающих в обработку. В зависимости от диаметра изменяется жесткость применяемого инструмента. Исходя из этого, назначалась величина деформации инструмента h от 0 до 50 мм.

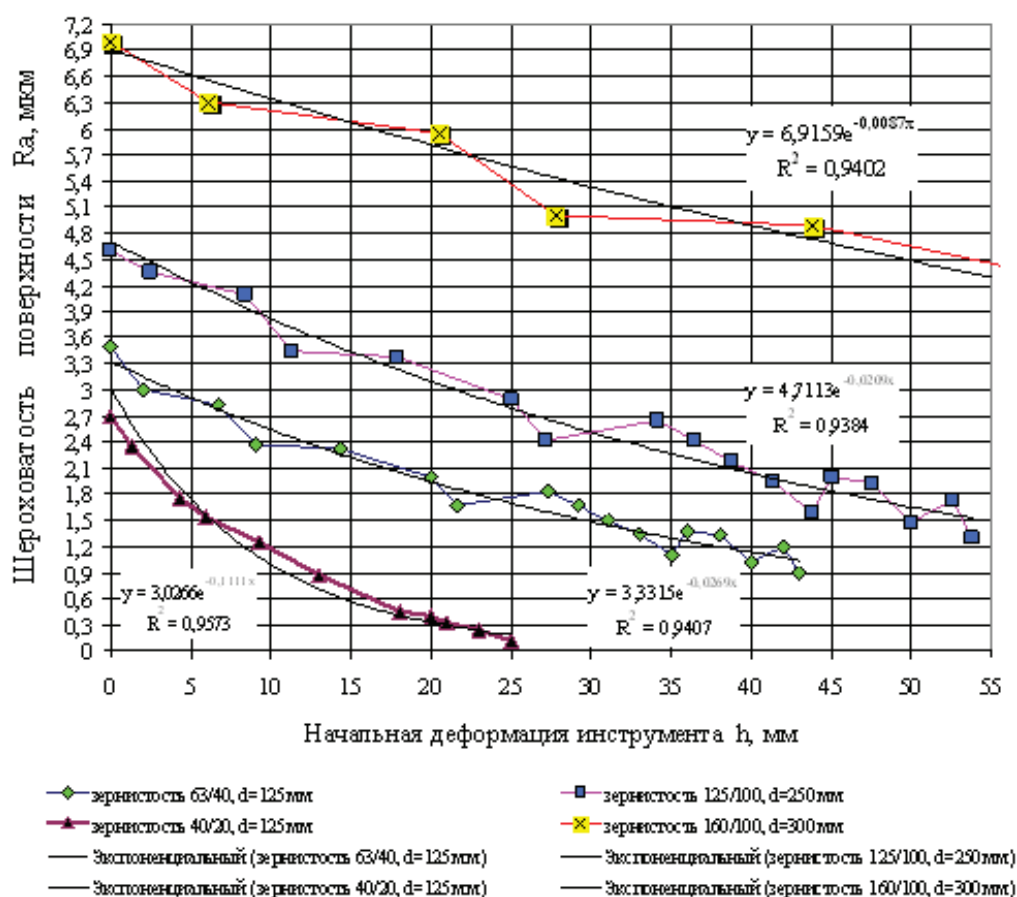


Рисунок 1 - Зависимость шероховатости от величины деформации инструмента

При обработке инструментом с большей зернистостью карбида кремния использовались образцы с разной исходной шероховатостью. Характер снижения шероховатости идентичен (рис. 2) [3]. Снизить шероховатость поверхности можно также использованием комбинации инструментов с разной зернистостью абразива, осуществляя обработку за несколько переходов. Зависимость (рис. 3) иллюстрирует процесс получения заданной шероховатости с использованием инструмента с разной зернистостью. При использовании разной зернистости рабочего элемента можно добиться малых величин шероховатости. Для этого чередуя последовательно инструменты при обработке поверхность подвергают обработке за несколько переходов [3, 4]. При обработке образцов стали 45 применялись инструменты: на первом переходе $d=150$ мм, карбид кремния зеленый зернистостью 100/80, $V_{кр.}=35$ м/с, охлаждение 0,5...1,5 % раствором кальцинированной соды по ГОСТ 5100-85, расход СОЖ – 3-4 л/мин., тобр.=1 мин., $h=10$ мм, на втором этапе $d=150$ мм, карбид кремния зеленый зернистостью 80/63, $V_{кр.}=35$ м/с, с охлаждением 0,5...1,5 % раствором кальцинированной соды по ГОСТ 5100-85, расход СОЖ – 3-4 л/мин., тобр.=0,5 мин., $h=7$ мм, на третьем этапе обработка проводилась инструментом $d=150$ мм, карбид кремния зеленый зернистостью 63/40, $V_{кр.}=35$ м/с, с охлаждением 0,5...1,5 % раствором кальцинированной соды по ГОСТ 5100-85, расход СОЖ – 3-4 л/мин., тобр.=0,5 мин., $h=4$ мм.

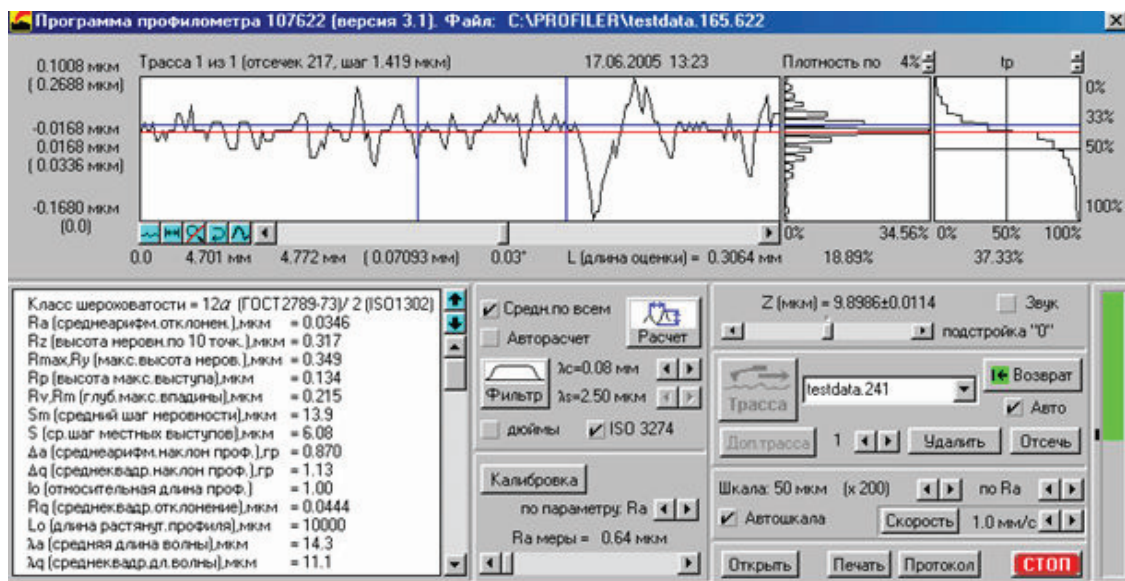


Рисунок 2 - Профилограмма микрорельефа поверхности одного из образцов

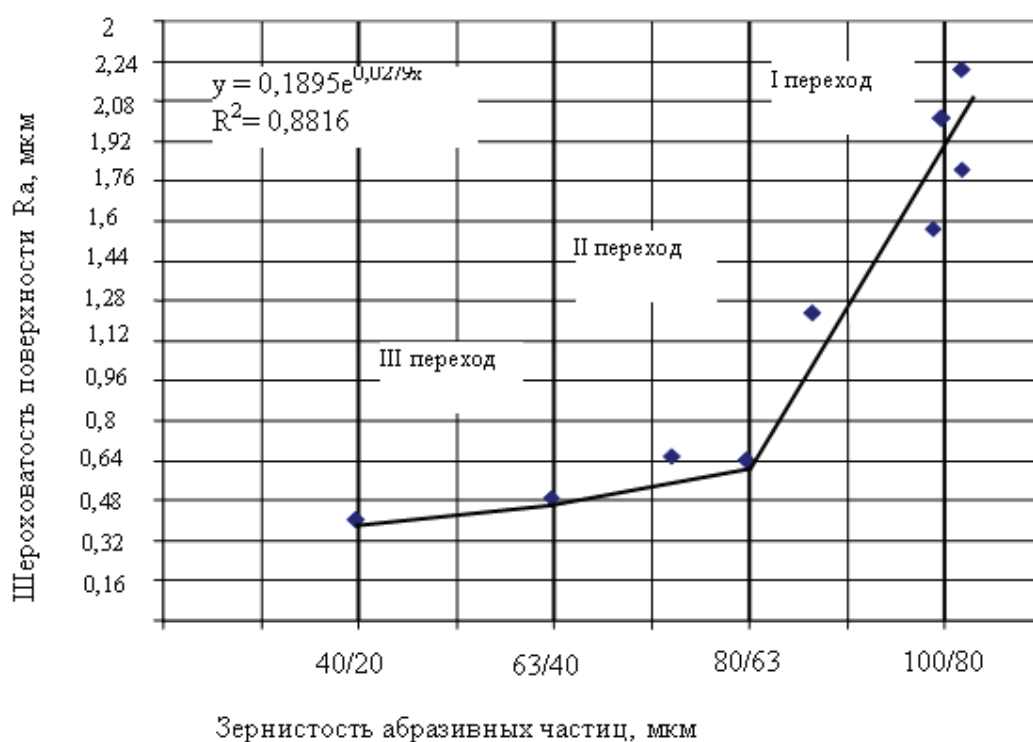


Рисунок 3 - Зависимость шероховатости поверхности от зернистости абразива

Безусловно, из перечисленных факторов нельзя не упомянуть фактор времени или продолжительность обработки. В течение всех экспериментов фиксировалось время обработки. Было отмечено, что в некоторый период времени при продолжительной обработке поверхности на одном ее участке снизить шероховатость не удавалось. При обработке в течение меньшего периода времени зафиксированная величина шероховатости было ниже. Однако когда проанализировали величины шероховатости поверхности в разные моменты обработки (рис. 4-6), то оказалось, что первые 30% времени происходит процесс интенсивного уменьшения шероховатости, после чего процесс замедляется и такого резкого уменьшения не происходит. Возрастание величины шероховатости после достижения требуемого уровня – нежелательное явление. Для его устранения необходимо задавать такую величину продольной подачи, чтобы инструмент не проходил уже обработанный участок повторно. Производительность процесса зависит от времени обработки.

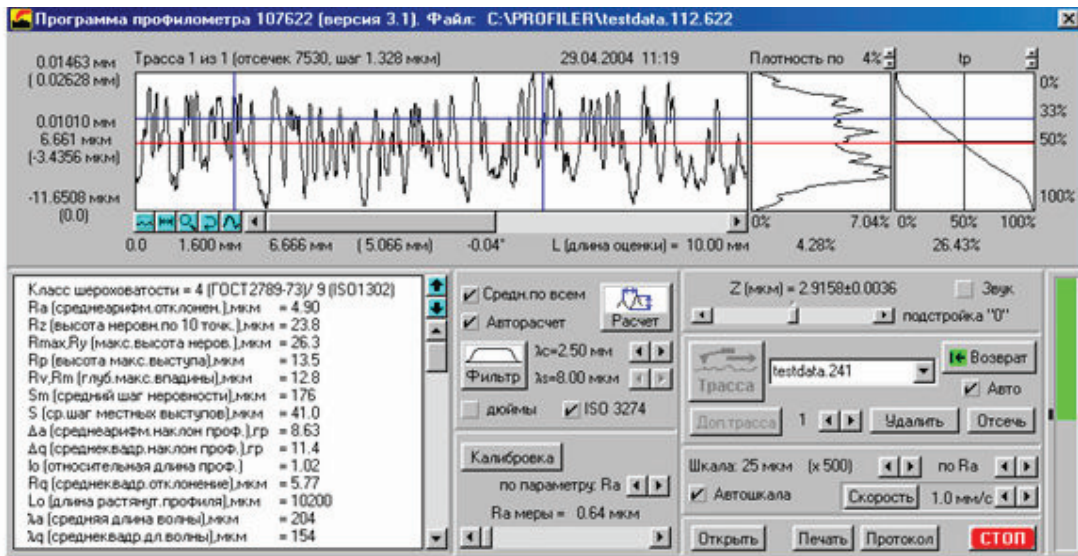


Рисунок 4 - Профилограмма поверхности образца после 20 с обработки (начальная Ra6,3 мкм)

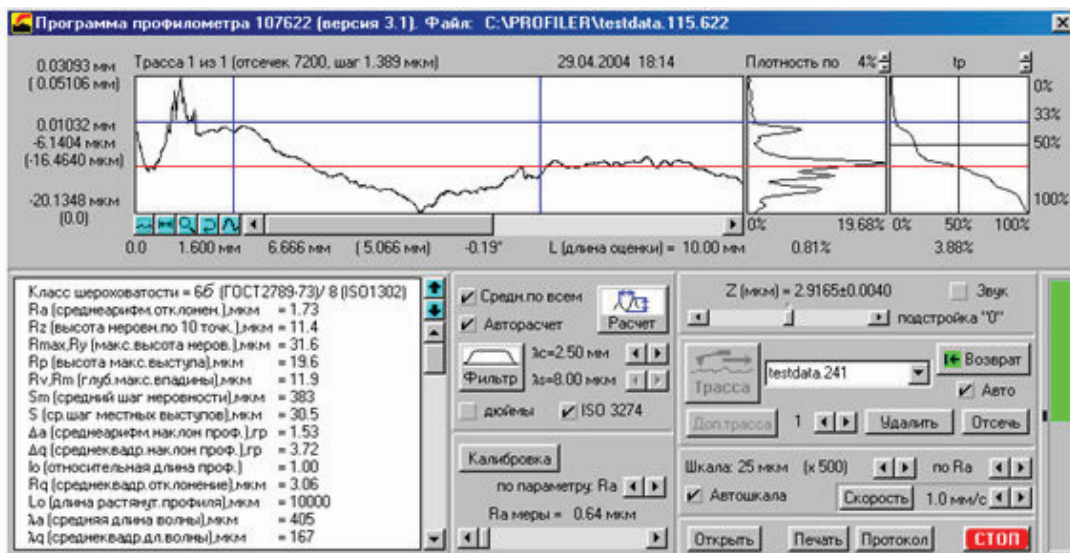


Рисунок 5 - Профилограмма поверхности образца после 45 с обработки (начальная Ra4,9 мкм)

Вскоре за этим начинается обратный процесс – шероховатость увеличивается до минимального уровня, абразивные частицы при постоянных режимах обработки внедряются в обработанную поверхность и величина шероховатости увеличивается (рис. 8). Оценивая производительность обработки (рис. 9) [3, 4] как отношение объема снятого материала к объему израсходованного абразива, можно сделать вывод о том, что этот показатель достаточно высок (30). С течением времени производительность обработки увеличивается. Однако наступает момент, когда дальнейшее

увеличение времени обработки не приводит к увеличению производительности.

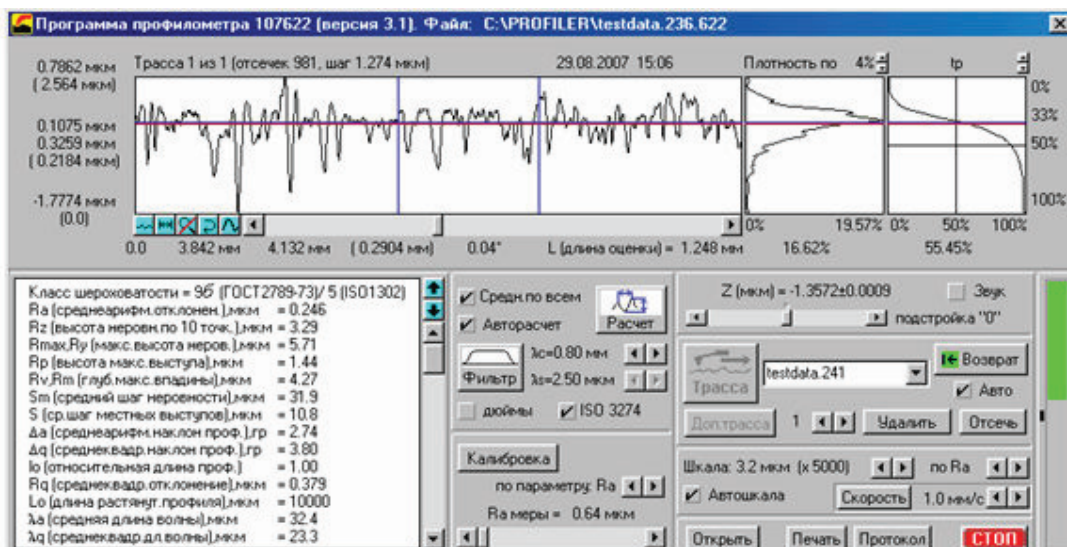


Рисунок 6 - Профилограмма поверхности образца после 80 с обработки (начальная Ra1,73 мкм)

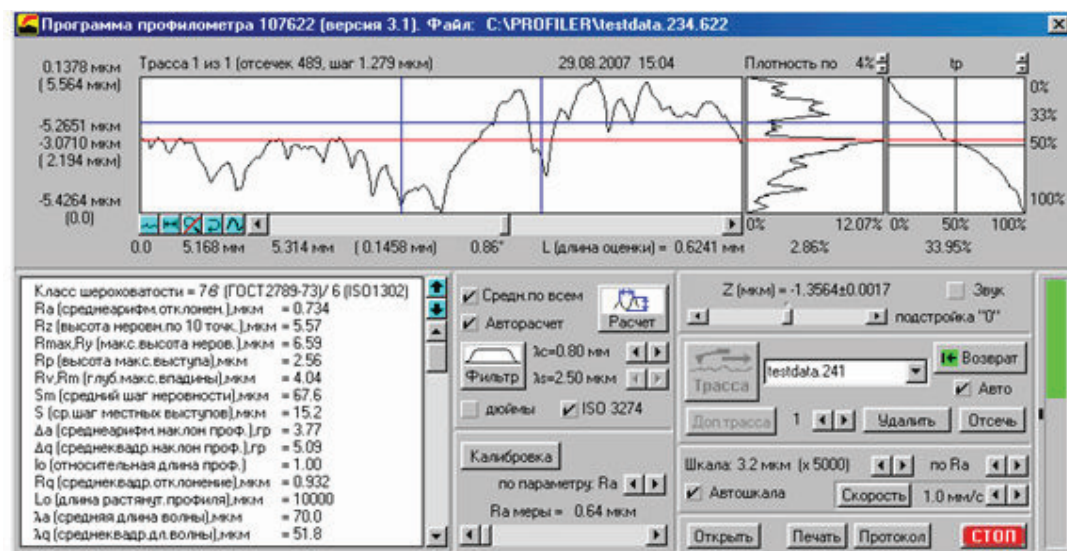


Рисунок 7 - Профилограмма поверхности образца после 125 с обработки (начальная Ra=0,25 мкм)

Это объясняется тем, что с течением времени происходит получение необходимых параметров, отвечающих предъявленным требованиям, но при дальнейшей обработке абразивные частицы, внедряясь в поверхность, снова создают устраненную шероховатость и обработку следует продолжать. Поэтому величину подачи следует назначать таким образом, чтобы уже обработанная поверхность не подвергалась обработке ЭПАИ после получения всех необходимых параметров.

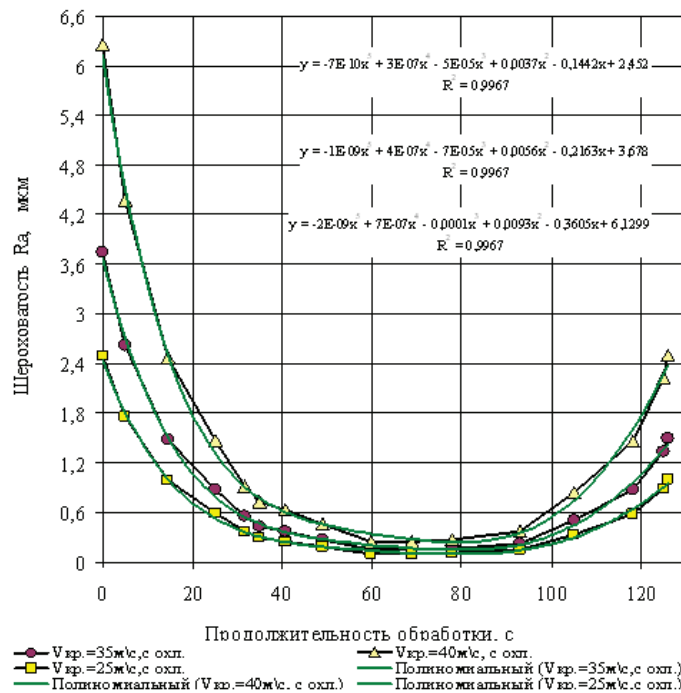


Рисунок 7 - Зависимость шероховатости поверхности от продолжительности обработки

Одним из факторов эффективной обработки является срок эксплуатации инструмента. Известно, что у ЭПАИ наиболее нагруженной частью конструкции является рабочий элемент, зацемленный между двумя крепежными элементами. Разрушение обрабатываемой поверхности происходит вследствие ударного воздействия абразива, находящегося в волокне. Под действием центробежных сил динамическая жесткость инструмента возрастает.

Возрастает также интенсивность микроударов с увеличением зернистости и концентрации абразивных зерен в волокне. Однако при этом снижается прочность самого волокна. После входа волокна в зону резания, оно прогибается и скользит по обрабатываемой поверхности до выхода из зоны резания. На этом участке механизм работы ЭПАИ и абразивного круга аналогичны, так как каждое зерно, упруго закрепленное в волокне, осуществляет микрорезание. Эффективность обработки в зоне резания определяется усилием прижатия инструмента к поверхности. Выбор параметров ЭПАИ и режимов обработки во многом определяется тепловыми процессами, протекающими при обработке. Нагрев волокна происходит в результате выделения тепла в момент удара зерна по поверхности и значительно интенсифицируется в зоне микрорезания. Проведенные

исследования позволили сделать вывод, что инструмент сохраняет работоспособность в пределе первой зоны (рис. 9).

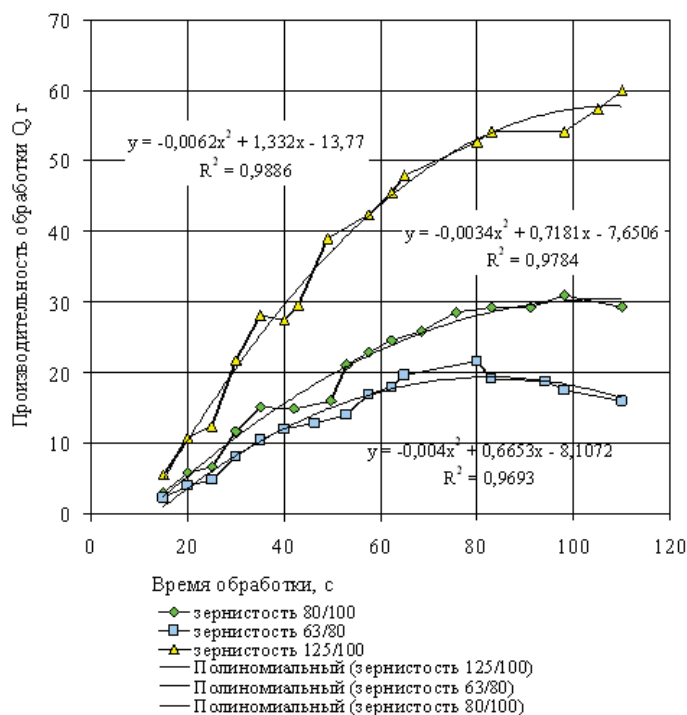


Рисунок 8 - Зависимость производительности процесса от времени обработки

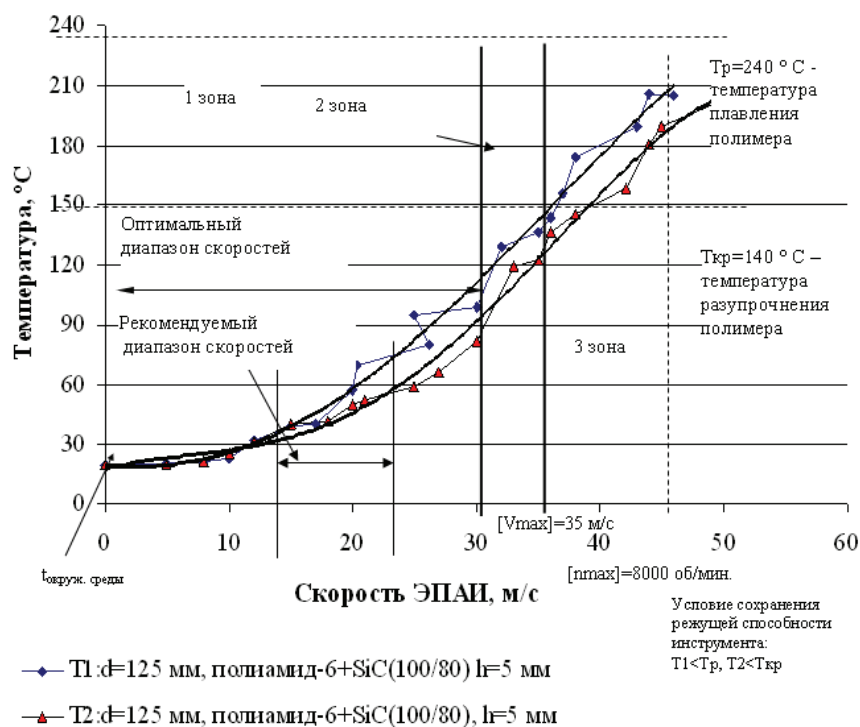


Рисунок 9 - Зависимость температуры от скорости ЭПАИ при постоянной начальной деформации h

В промежутке скоростей от 0 до 30 м/с инструмент не утрачивает работоспособность, так как температуры T1 и T2 не достигли критических значений. При увеличении скорости вращения до 35 м/с температуры приближаются к критическим значениям, волокно может утратить прочность в точке заделки, а в зоне резания утрачивается прочность полимерной связки, как следствие происходит более быстрое выкрашивание абразивных частиц, но процесс абразивной обработки продолжается. При повышении скорости свыше 35 м/с температуры находятся в зоне 3. Их значения превышают 140°C, при достижении скорости в 50 м/с значение температур достигнет величины 240°C, при которой прочность полимера утрачивается полностью, он расплавляется и заволакивает собою обрабатываемую поверхность, вводя необходимость дальнейшего ее очищения. Для преодоления указанного недостатка возможно применение смазывающе-охлаждающих жидкостей, которые бы удерживали температуры в пределах допустимых значений, в тоже время позволяли вести обработку с большей скоростью резания. При проводимых исследованиях в качестве СОЖ использовался 0,5...1,5 % раствор кальцинированной соды по ГОСТ 5100-85, расход СОЖ – 3-4 л/мин. Обработка плоского образца стали 45 велась со скоростью 40 м/с, h=8 мм, абразивные частицы – карбид кремния зеленый зернистостью 100/80, d=150 мм, подача заготовки 1,5 м/мин. Температура на торцах волокон не достигала 140°C.

Выводы:

1. Важным фактором является повышение шероховатости после получения заданного уровня микронеровностей, из-за повторного нанесения на поверхность шероховатости обрабатывающим инструментом. Для устранения этого явления необходимо контролировать величину продольной подачи, с тем, чтобы не допускать контакта инструмента с уже обработанной до необходимого состояния поверхности.

2. Снижать шероховатость поверхности можно не только путем уменьшения зернистости инструмента, но и уменьшая величину деформации инструмента с той же зернистостью.

3. При обработке заготовок без охлаждения рекомендуется не превышать величину скорости резания в 35 м/с. При обработке с

охлаждением можно использовать диапазон более высоких значений, руководствуясь рекомендациями изготовителей инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проволоцкий А.Е., Негруб С.Л. Технологические возможности шлифования полимер-абразивными кругами //Материалы межд.науч.-техн.конф.4-6.06.02, «Научно-технические проблемы станкостроения, производства технологической оснастки и инструмента». - Одесса, Киев: АТМ Украины, 2002.- С. 102-104;80. Проволоцкий А.Е., Колесник И.А., Негруб С.Л.
2. Аналитические исследования прочности волокна полимер-абразивного инструмента. - «Резание и инструмент в технологических системах». - Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. - Вып. 63.- С. 121-125.;
3. Проволоцкий А.Е., Негруб С.Л. Экспериментальное исследование параметров обработки эластичными полимер – абразивными инструментами // Сучасні технології у машинобудуванні: Зб. наук. статей /За заг. Ред. А.І. Грабченка. - Том 1. - Харьков: НТУ "ХПИ". - 2006. - С. 171-184.
4. Негруб С.Л. Повышение эффективности финишной обработки эластичными полимер – абразивными инструментами: Автореф. дис. кандидата техн. наук: НМетАУ. – Днепропетровск., 2008. – 26 с.

Получено 05.09.2010г.