

**Мамедов Чингиз Мирзаммед**

*доктор философий по технике, преподаватель*

**Азербайджанский Технический Университет**

chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

**Анализ передовых технологий, способствующих снижению  
теплового воздействия на обрабатываемую поверхности**

**Ключевые слова:** Абразивные круги, температурные воздействие, обрабатываемое поверхности.

**Аннотация:** В статье рассмотрено вопрос сравнительных анализ разных видов шлифование и снижение температурных воздействие на обрабатываемых плоских поверхностей. В том числе в статье проанализировано пути снижения в разных условиях обработки. Было выведена результаты анализа плоскошлифовального шлифование.

Как следует из предыдущего параграфа, в механизмах процесса шлифования скрываются огромные потенциальные возможности, направленные в основном не в пользу повышения качества шлифованной поверхности и эффективности процесса в целом. Зная их физическую сущность и объективные закономерности формирования функциональных свойств шлифованных поверхностей можно найти необходимые конструкторско-технологические решения, способствующие неоднократному повышению эффективности процесса шлифования.

По мнению профессора Резникова А.Н. интенсификация режимов обработки приводит к тому, что температура процесса становится одним из факторов, ограничивающих производительность операций и оказывающих существенное влияние на качество и точность изделий. В связи с этим возникает необходимость в управлении тепловыми

явлениями при механической обработке материалов. Это необходимо для поддержания стабильности технологического процесса и обеспечения заданной точности размеров и формы изделия во времени.

Высокие температуры шлифования являются первоисточниками образования дефектов в поверхностном слое (прожоги, трещины и др.) снижающих функциональные свойства поверхностей детали.

При шлифовании различают температуру :

1. Мгновенную, развивающуюся непосредственно в зоне микро резания шлифующим зерном и являющуюся высокой и кратковременной;
2. Контактную устанавливающуюся в зоне контакта круга с деталью;
3. Среднюю, устанавливающуюся на поверхности шлифуемой детали.

Исследования профессора Маслова Е.Н. показывает, что температура, развивающаяся непосредственно в зоне резания абразивным зерном и называемая мгновенной, имеет очень высокие значения и может достигать температуры плавления обрабатываемого материала.

Контактная температура в зоне шлифования значительно меньше мгновенной (особенно при наличии охлаждения) в связи с интенсивным теплоотводом у зоны шлифования, внутри детали. Расчеты Редько показывают, что при абразивном шлифовании средняя температура детали изменяется в пределах  $20 - 350^{\circ}C$ , контактная - в пределах  $200 - 1100^{\circ}C$  и мгновенная от  $1000^{\circ}C$  до температуры плавления обрабатываемого металла.

Как возникновение, так и распределение теплоты в процессе шлифования зависит от всех условий обработки: характеристики круга, элементов режима резания, механических и теплофизических свойств материала детали, свойств смазочно-охлаждающей жидкости и др.

По мнению Резникова А.Н. , темпы внедрения методов и рекомендаций теплофизики процессов механической обработки в инженерную практику еще не удовлетворяют задачам повышения

эффективности технологических процессов. Одной из причин этого является недостаточное знакомство с теоретическими основами технологической теплофизики и практическими результатами анализа тепловых явлений при механической обработке материала.

Тогда как по мнению Сипайлова В.А. результаты аналитических исследований температуры при всевозможных схемах шлифования позволяет сделать вывод, что предельное состояние температурного поля (тепловое насыщение) наступает не сразу после начала процесса шлифования. От момента начала процесса до установления предельного состояния имеется хотя и малый, но физически ощутимый промежуток времени, в течение которого шлифование протекает в нестационарном режиме. Нестационарный режим в процессе шлифования открывает принципиальную возможность понижения контактной температуры за счет периодического прерывания процесса. Практически прерывистый процесс можно осуществить, если режущую поверхность круга разбить на ряд чередующихся выступов и вырезов. При заданном режиме и описанных выше условиях на круге нанесение вырезов протяженностью порядка 40 мм приводит к тому, что максимальная температура не поднимается выше половины той, которая было бы при сплошном шлифовании при тех же условиях. Если этим же кругом вести шлифование на другом режиме или кругом из другого материала, степень понижения температуры будет другой. Условия изменяется и в том случае, если этим же кругом шлифовать без охлаждения.

В результате анализа результатов существующих теоретических и экспериментальных исследований изменения параметров срезаемого слоя, сил резания, теплонапряженности шлифования обычными и прерывистыми кругами, проведенных Резниковым А.Н., Масловым Е.Н., Евсеевым Д.Г. , Сипайловым В.А, Якимовым А.В. и др. установлено, что недостаточно внимания уделяется учету влияния некоторых факторов динамики процесса: затупление, неравномерный износ круга,

вибрация в технологической системе, неравномерность припуска, увеличение сил резания при работе торца абразивного сегмента прерывистого шлифовального круга и т. д. Моделирование динамики шлифования сводится, как правило, к абстрактному качественному описанию происходящих явлений, но существующих теоретических и экспериментальных исследований в данной области явно недостаточно.

Шлифования является многофакторным и многокомпонентным процессом. Следовательно, работу по усовершенствованию процесса шлифования следует вести как по отдельным компонентам, так и комплексно, по всем параметрам. Одним из существенных компонентов процесса шлифования является шлифовальный инструмент. В настоящее время по усовершенствованию конструкции и характеристик шлифовального инструмента, ведутся многочисленные теоретические и экспериментальные исследования. По результатам этих исследований разработаны многочисленные конструкции прерывистых и эксцентричных шлифовальных кругов, кругов с наклонной поверхностью и т.д. , на базе которых впоследствии были созданы высокоэффективные способы процесса шлифования.

Абразивные круги применяемые при плоском шлифовании изготавливают самых различных форм и размеров (ГОСТ2424-75), выбор которых обусловлен конфигурацией и размерами обрабатываемой детали ,требованиями к результатам обработки ,характером технологической операции, типом и размером оборудования и т.д..

Выбор характеристики абразивного инструмента, исходя из конкретных условий абразивной обработки, является одним из определяющих факторов процесса шлифования. При этом необходимо учитывать также особенностей технологической системы: станка и режимов его работы, марки обрабатываемого материала, припуска на обработку, требуемую шероховатость поверхности, вид и характер

подачи, смазочно-охлаждающую жидкость, способа и инструмента для правки шлифовального круга и т. д.

В характеристику абразивного инструмента входят тип и размеры шлифовального круга, вид и зернистость абразивного материала, твердость, номер структуры и вид связки. Все эти параметры определяют эксплуатационную характеристику абразивного инструмента, а потому строгое их соблюдение в процессе производства является важнейшим условием обеспечения уровня и стабильности режущих свойств абразивного инструмента.

Эти теоретические и технологические предпосылки служили основаниям для создания ряда конструкций кругов с прерывистой рабочей поверхностью и способов шлифования способствующих прерыванию процесса до достижения. Эти теоретические и технологические предпосылки служили основаниям для

создания ряда конструкций кругов с прерывистой рабочей поверхностью и способов шлифования способствующих прерыванию процесса до достижения.

Эти теоретические и технологические предпосылки служили основаниям для создания ряда конструкций кругов с прерывистой рабочей поверхностью и способов шлифования способствующих прерыванию процесса до достижения шлифования можно понизить, производя шлифование с определенными интервалами, причем продолжительность резания между этими интервалами должна быть меньше времени теплового насыщения металла и за время разрыва процесса произвести охлаждение зоны резания. Под тепловым насыщением понимается состояние поверхности, когда ее температура достигает максимума и сохраняется определенное время (с. 43).

По результатам исследований установлено, что температура поверхности при шлифовании прерывистым кругом снижается

примерно на 30-40%. Температура поверхности в промежутке между резанием не успевает понизиться до исходной, а уменьшается лишь на 20-25% .

Одним из основных этапов разработки прерывистых шлифовальных кругов является определения его геометрических параметров и расчет прочности. Параметризацию прерывистых кругов следует вести исходя из времени теплового насыщения и времени остывания до исходной температуры, которые в основном зависят от режимов обработки и теплофизических констант материала.

Анализ исследований посвященных прерывистому шлифованию показывают, что прерывистое шлифования с одной стороны способствует уменьшению теплового воздействия на обрабатываемую поверхность, а с другой является источником вынужденных колебаний, которые в свою очередь приводят к ухудшению геометрических параметров шлифованных поверхностей. Следовательно, возникает необходимость в поисках более эффективных конструктивных решений по созданию прерывистых кругов и процессов в целом.

Исследования профессора Якимова показывают, что за счет вырезов на рабочей поверхности круга уменьшается общее количество зерен и соответственно увеличивается нагрузка на режущие зерна. Сила удара, воспринимаемая в основном зернами зоны, прилегающей к передней кромке рабочего выступа, вызывает интенсивное выкрашивание их из связки. По мере износа круга производится само оформление профиля, т.е. на выступах образуются рабочие поверхности, имеющие некоторый угол атаки к плоскости резания. Следует отметить, что даже частичное само оформление профиля коренным образом изменяет схему удаления припуска. Таким образом, профиль выступа получает спиральное очертание. Точка раздела этих зон с течением времени шлифования при одних и тех же режимах перемещается.

Среди ученых занимающихся исследованием и разработкой новых конструкций эксцентричных шлифовальных кругов, кругов с наклонными поверхностями и соответствующих процессов шлифования особенно следует отметить заслугу профессора Мовлазаде В.З. и его последователей. Ими разработан (А.с.№1703401) «Способ абразивной обработки плоских поверхностей» который способствует максимальному использованию рабочей части зерен по всему периметру. Установлено что, одним из путей повышения эффективности технологической операции плоского шлифования торцом круга является совершенствование кинематики процесса. Варьированием параметров кинематической схемы авторам удалось регулировать тепло напряжённость процесса, улучшить условия стружкоотвода и текстуру обрабатываемой поверхности, обеспечить загрузенность режущих кромок зерен по всему периметру. По их мнению, относительно высокая загрузенность абразивных зерен, неблагоприятные условия стружка и теплоотвода, оказывают значительное влияние на формирование обрабатываемой поверхности и снижают эффективность использования кругов с прерывистой рабочей поверхностью.

В работе для повышения эффективности процесса шлифования разработана новая схема периферийного шлифования плоских поверхностей кругами с наклонным расположением рабочего абразивного слоя. При работе наклонными кругами рабочий абразивный слой кроме вращательного движения совершает возвратно – поступательное движение относительно шлифуемой поверхности изделия. Благодаря этой особенности за каждый полуоборот круга шлифуемая поверхность освобождается от контакта с рабочей поверхностью круга и к ней открывается свободный доступ смазочно-охлаждающей жидкости, значительно улучшаются условия тепло- и стружкоотвода и создания адсорбированных пленок на поверхности обрабатываемого изделия, за счет чего уменьшается сила трения.

Факты снижения теплового воздействия на обрабатываемую поверхность при шлифовании с прерывистыми и эксцентричными кругами и кругами с наклонной поверхностью очевидна. Однако, одним из немаловажных факторов процесса шлифования является обеспечение уравновешенности шлифовальных кругов, чего особенно тщательно и научно обоснованно следует осуществить при разработке, изготовлении и эксплуатации вышеуказанных типов шлифовальных кругов. Уравновешенность является одним из основных комплексных показателей качества абразивных кругов. Во время шлифования происходят автоколебания, которые вызываются неуравновешенностью частей шлифовального станка. При этом следует отметить, что причиной наибольших колебаний является неуравновешенность шлифовального круга. А это в свою очередь приводит к вибрациям системы СПИД, повышению напряжений в круге. Также ухудшается качество шлифованных поверхностей и появляются прожоги, повышается износ круга и увеличивается расход правящих средств, что приводит преждевременному выходу из строя шпиндельного и других узлов станка. В соответствии с ГОСТ 2424-75 для абразивных кругов диаметром 250 мм и более должен быть проведен контроль неуравновешенности, которая должна соответствовать первому классу по ГОСТ 3060-75.

В работе предложено методическое обеспечение для составления алгоритма параметризации шлифовального круга с прерывистой рабочей поверхностью и с УДЭ. Воспользовавшись с результатами данных исследований можно выбрать наиболее рациональную конструкцию круга обеспечивающей высокую производительность обработки.

Немаловажный интерес представляет повышение эффективности плоско - шлифовальных операций путем применения сборных композиционных шлифовальных кругов (СКШК), в т. числе



прерывистых, импрегнированных и композиционных кругов. Использование СКШК, которые представляют собой композиционные шлифовальные круги, состоящие из металлического корпуса, абразивных сегментов и смазочных элементов, позволяет повысить коэффициент использования абразивного материала за счет многократного использования корпуса, а также выполнять шлифование с повышенными окружными скоростями круга, что обеспечивает возможность повышения производительности обработки за счет увеличения скоростей подачи. Мнения многочисленных исследователей занимающихся шлифованием едины в том, что при описании режущего аппарата шлифовального инструмента, как и в других случаях, когда используются математические методы для анализа сложных процессов, неизбежно определенная схематизация. Переходя к схематизации процесса шлифования, следует учесть два обстоятельства. Во-первых, зерна, участвующие в работе, удаляют припуск не всей поверхностью, а одним (реже несколькими) участком. Второе обстоятельство, которое необходимо учесть, схематизируя процесс шлифования, состоит в том, что не все из зерен, расположенных на поверхности круга участвуют в работе и создают тепловые импульсы. Установлено, что распределение размеров зерен в инструменте подчинено нормальному или нормально-логарифмическому (для микропорошков) закону. Зерна в круге и в его поверхностных слоях могут быть ориентированы произвольно, в процессе работы, по мере износа круга зерна вскрываются и оказываются на поверхности, причем их случайная ориентация сохраняется. Нормальный закон распределения вылетов зерен в рабочем слое круга получен и в исследованиях других авторов. Опыт показывает, что распределение вылетов вершинок зерен с достаточной для тепловых расчетов точностью можно описать кривой нормального распределения.

Для описания рабочей поверхности шлифовального инструмента необходимо знать не только средне-вероятное количество зерен, приходящихся на единицу его поверхности, но и закономерности их распределения по высоте. В работе точно установлено влияние на протекание тепловых процессов таких факторов, как размеры обрабатываемых деталей и зоны контакта. Существенное уменьшение скоростей резания, глубин и подач для понижения температуры до некоторого безопасного уровня приводит к значительному снижению производительности.

При разработке новых конструкций шлифовальных кругов следует обратить особое внимание на механизмы обеспечения равномерного абразивного воздействия на обрабатываемую поверхность, на элементы оформления, способствующие росту количества активных абразивных зерен, участвующих в процессе резания, на применение более простых геометрических элементов при оформлении прерывистой части круга, что является одним из основных признаков высоких технологий, на необходимость создания прерывистости в режущей части рабочей поверхности круга, чтобы не повредить выхаживающих эффектов круга и т.д.

### **Литература**

1. Гусейнов Г.А., С.А. Багиров. «Основные направления развития систем управления процессом шлифования», Известия высших учебных заведений, «Нефть и газ», № 5-6, Баку, 1997, с.116-121
2. Гусейнов Г.А. Исследование и совершенствование технологического процесса механической обработки высокоточных плит. Автореферат канд. дисс., Москва, 1978. 25с.
3. Гусейнов Г.А. Исследование и совершенствование технологического процесса механической обработки высокоточных плит. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, Москва, 1978. 205с.

4. Гусейнов Г.А. Определение оптимальной величины припуска на обработку азотированных поверхностей высокоточных плит. // Известия ВУЗов, Машиностроение, 1980 №7. С.13-15