

УДК 621.923

ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТАХ НА ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И БЕЗ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

д-р техн. наук, проф. Л.М. КОЖУРО

(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск),

д-р техн. наук, проф. М.Л. ХЕЙФЕЦ, канд. техн. наук, проф. Б.П. ЧЕМИСОВ, Н.Л. ГРЕЦКИЙ
(Полоцкий государственный университет)

Проведен анализ схем финишных операций механической обработки. Рассмотрены возможность и целесообразность использования при шлифовании смазочно-охлаждающих технологических сред. Приведены мероприятия по охране труда и технике безопасности при работе на шлифовальных станках.

Качество поверхностей деталей формируется в процессе выполнения комплекса технологических операций. Особенно важны финишные операции, в процессе которых окончательно обеспечиваются характеристики поверхностного слоя. Они позволяют при минимальных съемах материала наиболее активно воздействовать на обрабатываемую поверхность и управлять микрогеометрией и физическим состоянием поверхностных слоев, при этом обеспечивая их максимальную износостойкость и усталостную прочность [1].

Одной из разновидностей финишных операций является шлифование – обработка вращающимся инструментом – шлифовальным кругом. Вращение круга является главным движением резания и осуществляется со скоростями 10...100 м/с. Шлифование применяют для удаления слоя металла (припуска), придания заготовке требуемой формы, получения заданных чертежом размеров и формы детали, а также требуемой шероховатости поверхности. Шлифование обеспечивает достижение 5...7-го квалитетов точности и шероховатости по параметру $Ra = 1,2...0,1$ мкм [2].

В зависимости от формы обрабатываемых поверхностей применяют различные виды шлифования [1].

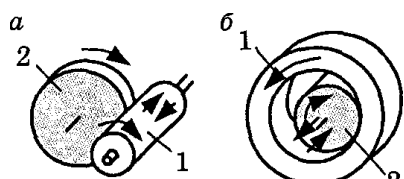


Рис. 1. Схемы круглого наружного (а) и внутреннего (б) шлифования:
1 – заготовка; 2 – шлифовальный круг

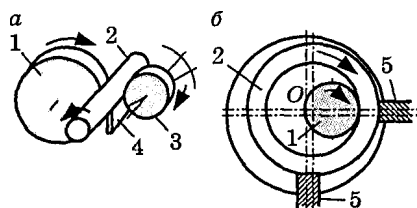


Рис. 2. Схемы бесцентрового шлифования:
1 – шлифовальный круг;
2 – заготовка; 3 – ведущий круг;
4 – опорный нож; 5 – опоры

Круглое шлифование используют для обработки поверхностей вращения (цилиндрических, конических и др.). Различают шлифование круглое наружное и внутреннее, т.е. шлифование отверстий (рис. 1).

В зависимости от способа базирования заготовки производят круглое шлифование в центрах, шлифование в патроне и бесцентровое шлифование. При бесцентровом шлифовании заготовку базируют обрабатываемой поверхностью на специальном опорном ноже (рис. 2, а) или на неподвижных опорах (рис. 2, б).

Круглое наружное шлифование применяют для обработки гладких и ступенчатых валов, осей, штоков, шеек коленчатых и распределительных валов двигателей внутреннего сгорания, шпинделей и пинолей станков, валков прокатных станов, крупногабаритных (диаметром более 1 м и длиной 6...12 м) валов бумагоделательных машин, калибров-пробок и др.

Бесцентровое шлифование используют для обработки роликов и колец подшипников качения, поршневых пальцев, плунжеров, золотников, толкателей и стержней клапанов двигателей.

Внутреннее шлифование используют для обработки отверстий в штампах и пресс-формах, в зуборезных инструментах (фрезах, долбьяках), высокоточных отверстий в деталях топливной и гидроаппаратуры, в кольцах подшипников, в гильзах цилиндров двигателей и др.

Плоское шлифование предназначено для обработки плоских поверхностей, его широко используют при изготовлении технологической оснастки – приспособлений, штампов, пресс-форм, при обработке направляющих станин металлорежущих станков.

В зависимости от схемы снятия припуска различают: многопроходное шлифование, когда за каждый ход стола станка снимается слой металла небольшой толщины; глубинное (однопроходное) шлифование, когда за один ход снимается весь припуск либо слой металла толщиной, равной 0,9...0,95 размера припуска. Глубинное шлифование высокопроизводительно, его применяют при обработке замков лопаток турбин, компрессоров, точных пазов для получения стружечных канавок сверл и метчиков. На специальных станках с повышенными жесткостью и мощностью привода глубинное шлифование осуществляется со съемом 10...30 мм и более за один проход.

Если при круглом или плоском шлифовании отсутствует осевое движение подачи, то такое шлифование называется врезным.

Профильное шлифование – обработка поверхности, образующая которой представляет кривую или ломаную линию. Его разновидностями являются: резьбошлифование, сферошлифование, зубошлифование, шлифование желобов колец шариковых подшипников и др.

По направлению векторов скорости шлифовального круга и скорости движения подачи заготовки различают: встречное шлифование, при котором эти векторы в точке контакта круга и заготовки направлены в противоположные стороны, и попутное, при котором векторы направлены в одну сторону. При встречном шлифовании каждое режущее абразивное зерно снимает стружку большего сечения, чем при попутном, т.е. процесс протекает более производительно, но с более интенсивным тепловыделением [2].

По форме рабочей поверхности инструмента различают шлифование периферией (рис. 3, а) и торцом круга (рис. 3, б). Разновидностью шлифования торцом круга является обработка сегментным, т.е. сборным кругом, состоящим из шлифовальных сегментов (ГОСТ 2464-82), установленных и закрепленных в планшайбе. Высокой производительностью отличается одновременное двустороннее торцешлифование, при котором обрабатываемые заготовки перемещаются между торцами двух шлифовальных кругов диаметром 700...900 мм. Этот вид шлифования используют для обработки торцов колец и роликов подшипников.

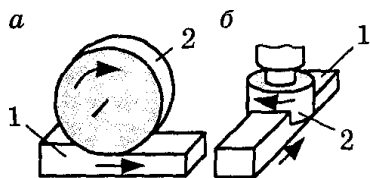


Рис. 3. Схемы плоского шлифования:
1 – заготовка;
2 – шлифовальный круг

В последнее время получили распространение высокопроизводительные виды шлифования: многокруговое, при котором несколькими шлифовальными кругами одновременно обрабатывают несколько поверхностей заготовки (рис. 4, а); совмещенное, когда одним кругом, расположенным под углом и соответствующим образом профилированным, одновременно или последовательно также обрабатывают несколько поверхностей заготовки (рис. 4, б).

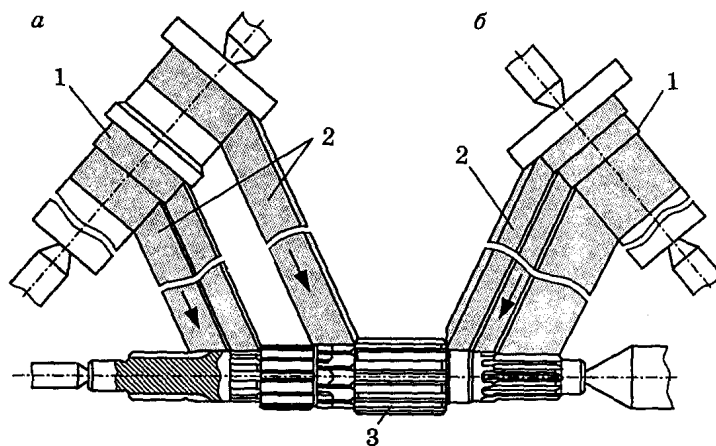


Рис. 4. Схемы многокругового (а) и совмещенного (б) шлифования:
1 – правящие ролики; 2 – шлифовальные круги; 3 – заготовка

Для удаления дефектного слоя металла с проката, поковок, отливок и т.п. используют обдирочное шлифование крупнозернистыми кругами (размеры абразивных зерен – 1...3 мм).

Одним из основных направлений повышения производительности шлифования является увеличение скорости резания, т.е. скорости шлифовального круга. Широкое распространение получило скоростное шлифование ($n = 50...60$ м/с); созданы станки и круги для высокоскоростного шлифования ($n = 80...100$ м/с) [2].

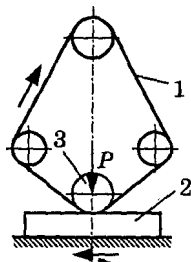


Рис. 5. Схема ленточного шлифования (P – сила прижима):
1 – шлифовальная лента;
2 – заготовка; 3 – прижимной ролик

Все более широко применяют ленточное шлифование (рис. 5), при котором инструментом является не круг, а бесконечная шлифовальная лента, изготовленная из шлифовальной шкурки на тканевой основе. Ленточное шлифование распространено при обработке криволинейных поверхностей, например, турбинных лопаток, но может быть эффективно использовано при обработке деталей более простой формы.

Одной из разновидностей шлифования является заточка режущего инструмента. Существуют различные схемы заточки резцов, фрез, долбяков, сверл и других инструментов. В результате заточки режущим лезвиям инструмента придается необходимая форма и острота, обеспечивается требуемое качество их поверхностей.

В последние годы для повышения производительности шлифовальных операций применяют метод электрохимического растворения металла, заключающийся в следующем. К детали и кругу (который должен быть токопроводящим) подводят электрический ток, причем деталь является анодом, а круг – катодом. В зону обработки подают специальную жидкость – электролит. При пропускании тока поверхностный слой металла детали взаимодействует с электролитом, разрыхляется и растворяется. Этот разрыхленный слой удаляется шлифовальным кругом значительно интенсивнее, чем основной металл. Такой комбинированный процесс (с использованием не только механической, но и электрической энергии) называется электрохимическим шлифованием [1].

Большое количество разновидностей шлифования потребовало создания специального оборудования; как правило, каждый вид шлифования осуществляется на соответствующих станках – круглошлифовальных, плоскошлифовальных, внутришлифовальных, резьбошлифовальных и др.

Разработаны универсальные станки, на которых можно производить как круглое наружное, так и круглое внутреннее шлифование. В массовом производстве используют шлифовальные станки-автоматы. В настоящее время выпускаются специальные шлифовальные станки с числовым программным управлением, а также многоцелевые станки, на которых можно выполнять ряд различных шлифовальных операций [2].

Шлифование сопровождается выделением значительного количества теплоты в зоне контакта шлифовального круга с металлом, в результате чего происходит нагрев контактирующих слоев шлифовального круга и обрабатываемого материала. Теплота, выделяющаяся при шлифовании, складывается из теплоты, возникающей вследствие пластической деформации обрабатываемого материала в зоне стружкообразования, и теплоты, возникающей при трении абразивных зерен, связки и наполнителя шлифовального круга об обрабатываемую поверхность.

Количество теплоты зависит от режима шлифования, физико-механических и теплофизических свойств обрабатываемого материала, характеристики шлифовального круга, а также от состава смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) и способа ее подачи [3].

Выделившаяся в процессе шлифования теплота распределяется между обрабатываемой заготовкой Q_z , шлифовальным кругом Q_k , стружкой $Q_{стр}$, окружающей средой $Q_{окр}$ и СОТС. При этом приблизительно 60...65 % от общего количества теплоты переходит в обрабатываемую заготовку, 12...30 % – в шлифовальный круг и 5...15 % «уносится» стружкой (рис. 6).

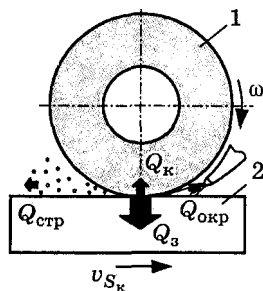


Рис. 6. Распределение теплоты, выделяющейся при шлифовании:
1 – шлифовальный круг;
2 – заготовка

Мгновенная температура в точке поверхности, где происходит в данный момент резание абразивным зерном, достигает весьма высоких значений и доходит до температуры плавления обрабатываемого металла. Средняя температура зоны контакта шлифовального круга с обрабатываемой заготовкой значительно ниже, однако она может достигать нескольких сот градусов (600...800 °С) и превышать критические точки фазовых превращений, приводя к изменениям в микроструктуре металла. Средняя температура поверхности заготовки достигает нескольких десятков градусов в зависимости от условий и времени шлифования и вызывает тепловые деформации заготовки.

Интенсивные тепловые процессы, развивающиеся в поверхностных слоях металла, способствуют их отпуску либо вторичной закалке с образованием структур со свойствами, отличающимися от свойств основного обрабатываемого металла. Так, при шлифовании закаленной стали быстрый нагрев исходной структуры до температуры выше критической может вызвать вторичную закалку поверхностного слоя. Верхний вторично закаленный твердый слой лежит обычно на более мягком слое отпущенного металла, который в глубине детали постепенно переходит в исходную структуру закалки. В поверхностном слое металла образуются растягивающие остаточные напряжения, а в нижележащем слое – уравновешивающие их напряжения сжатия. В результате влияния высокотемпературного поля при шлифовании на обработанной поверхности могут возникать дефекты в виде прижогов (участков с измененной структурой) и трещин [1].

Большое тепловыделение и высокие температуры нагрева поверхностного слоя металла требуют охлаждения с помощью СОТС, так как это способствует улучшению качества поверхностного слоя обрабатываемой заготовки. Кроме охлаждающего СОТС обладает еще и смазочным действием, которое заключается в уменьшении сил трения в зоне контакта абразивных зерен как с обрабатываемой поверхностью, так и со стружкой. Смазочно-охлаждающие технологические среды применяют и для удаления (вымывания) отходов обработки с рабочей поверхности круга и из зоны шлифования.

Благодаря содержанию в СОТС поверхностно-активных веществ (ПАВ) на поверхностях частиц отходов шлифования образуются пленки, в результате чего предотвращается слипание частиц и прилипание их к рабочей поверхности шлифовального круга, что облегчает удаление их из зоны шлифования.

Частицы металла смываются СОТС с поверхности абразивных зерен и вымываются из пор шлифовального круга, чем предотвращается или замедляется его засаливание.

Применяемые в машиностроении СОТС можно классифицировать на водосодержащие жидкости, эмульсии и углеводородные составы.

Водные СОТС представляют собой растворы солей или ПАВ; часто используют комбинированные составы, содержащие одновременно растворы солей и ПАВ.

Эмульсиями называют системы, состоящие из двух жидкостей, не растворимых или мало растворимых друг в друге. При шлифовании применяют водные эмульсии масла. Концентрат, разбавляемый водой, называется эмульсолом; он распределен в воде в виде мельчайших капель.

К углеводородным составам относятся минеральные масла. Часто используют минеральные масла с присадками. К углеводородным СОТС относятся также органические растворители, например четыреххлористый углерод, керосин.

Каждая СОТС должна удовлетворять эксплуатационным требованиям, важнейшими из которых являются нетоксичность, антикоррозионность, бактерицидность и гигиеничность. Кроме того, СОТС не должна разъедать краску на оборудовании и трубопроводы, разрушать изоляцию электрооборудования, сильно испаряться и должна быть пожаро- и взрывобезопасна.

При сильном нагреве шлифуемой заготовки применяют водные растворы и эмульсии. Если необходимо как можно дольше сохранить точный профиль шлифовального круга, обеспечить высокое качество шлифованной поверхности, уменьшить интенсивность химического взаимодействия между абразивными зернами и обрабатываемым материалом, в качестве СОТС используют различные масла и композиции на их основе. На операциях предварительного шлифования конструкционных сталей производительность обработки и стойкость круга повышаются путем введения в СОТС химически активных соединений хлора и серы. При зубошлифовании рекомендуется использовать масла, содержащие присадки, резбошлифование всегда выполняют с использованием масел.

При шлифовании применяют следующие способы подачи СОТС в зону резания [1, 3].

Подача СОТС свободно падающей струей (охлаждение поливом) широко используется на шлифовальных станках всех типов. К зоне резания СОТС подается насосом под небольшим давлением через сопло, имеющее шелевое выходное отверстие. Расход жидкости зависит от длины контакта круга с заготовкой: примерно 5...8 л/мин на каждые 10 м длины контакта.

При таком способе подачи СОТС в большинстве случаев обеспечивается значительное охлаждение обрабатываемой заготовки, однако смазочные и моющие свойства используются не в полной мере.

Подача СОТС через поры шлифовального круга (рис. 7), исключая влияние воздушных потоков, создает благоприятные условия для образования на рабочей поверхности круга прочных смазочных пленок и резко повышает моющее действие жидкости. Этот способ по сравнению с подачей СОТС свободно падающей струей имеет ряд преимуществ: увеличивается стойкость круга, снижается интенсивность его изнашивания, уменьшается шероховатость шлифовальной поверхности, создаются условия для повышения режимов резания и производительности обработки. Однако такой способ неприемлем для плотных кругов с малой пористостью и кругов на органических связках, а также требует тщательной чистки СОТС от механических примесей для предотвращения засорения пор круга.

Струйно-напорный врезонный способ подачи СОТС заключается в следующем. СОТС под давлением дополнительно подается на рабочую поверхность шлифовального круга вне зоны резания через одно или несколько сопел. Струя СОТС очищает поры и абразивные зерна рабочей поверхности круга от частиц металла и отходов шлифования. Засаливание круга сводится к минимуму, а трение между кругом и деталью уменьшается.

Для усиления охлаждающего действия СОТС подают свободно падающей струей через стандартное сопло (рис. 8). Этот комбинированный способ является наиболее эффективным.

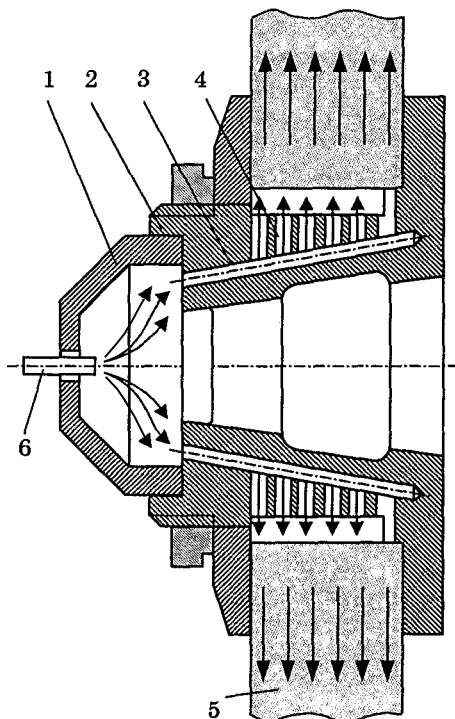


Рис. 7. Схема подачи СОТС через поры шлифовального круга:

- 1 – переходная втулка; 2 – планшайба;
- 3 – подающий канал; 4 – отверстия в планшайбе;
- 5 – шлифовальный круг; 6 – трубопровод

Иногда применяют дополнительное контактное смачи-

вание СОТС рабочих поверхностей инструментов (кругов, брусков) и обрабатываемых поверхностей. Для этого используют вращающиеся ролики, пропитанные смазочным материалом (рис. 9).

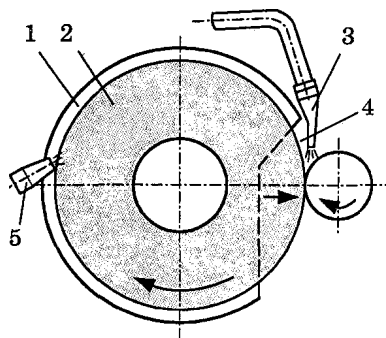


Рис. 8. Схема комбинированной подачи СОТС:
1 – кожух; 2 – шлифовальный круг;
3 – сопло подачи СОТС свободной струей;
4 – заготовка; 5 – сопло подачи СОТС под давлением

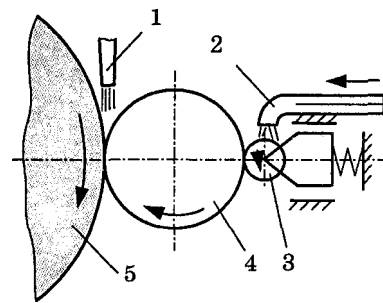


Рис. 9. Схема подачи СОТС свободно падающей струей при одновременной контактной смазке заготовки:
1 – сопло подачи СОТС; 2 – устройство подвода смазочного материала; 3 – контактный ролик;
4 – заготовка; 5 – шлифовальный круг

При работе на шлифовальных станках опасность травматизма значительно больше, чем при работе на других металлорежущих станках, поэтому шлифовщик должен знать и строго соблюдать требования, устраняющие причины производственного травматизма [4]. Эти требования определяются правилами, техническими, санитарно-гигиеническими мероприятиями, а также мероприятиями по охране труда [5].

Принцип охраны труда, его научной организации в Республике Беларусь вытекает из основных положений трудового права, направленных на создание благоприятных и безопасных условий труда, способствующих высокой производительности [1].

Технические мероприятия безопасных условий труда направлены на создание технологических процессов, при выполнении которых не возникает опасность для жизни и здоровья работающего.

Задачей санитарно-гигиенических мероприятий является создание благоприятных условий труда на рабочем месте, соблюдение чистоты на нем, создание рационального освещения и нормальной вентиляции воздуха, устранение или уменьшение шума до допустимых норм.

Мероприятия по охране труда и промышленной санитарии направлены на создание таких условий в производстве, которые не могут прямо или косвенно привести к несчастным случаям и профессиональным заболеваниям.

Руководители предприятий обязаны обеспечить своевременное и качественное проведение инструктажа по охране труда и промышленной санитарии для вновь поступающих и всех работающих независимо от стажа, опыта их работы и квалификации на основе правил и инструкций по охране труда с учетом конкретных условий производства. Общее руководство и ответственность за проведение инструктажа работающих по охране труда возлагается на главного инженера предприятия. Ответственность за своевременное и качественное проведение инструктажа и обучение работающих безопасным приемам и методам работы несут начальники цехов и отделов. Контроль за этим осуществляет начальник отдела (бюро) или инженер по охране труда.

Начальник цеха (отдела) на основе типовых инструкций по охране труда обязан обеспечить разработку подробных инструкций для каждой профессии с учетом конкретных местных условий и специфики производства и согласовать их с отделом (бюро) или инженером по технике безопасности. После утверждения главным инженером предприятия инструкции должны быть выданы под расписку рабочему соответственно выполняемой им работе или вывешены на видном месте.

Невыполнение работающими правил и инструкций по охране труда рассматривается как нарушение производственной дисциплины, и виновные в этом привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка.

Инструктаж по охране труда должен проводиться двух видов:

- вводный инструктаж;
- инструктаж на рабочем месте, который в свою очередь делится на первичный, повторный и внеочередной.

Требования по охране труда изложены в системе государственных стандартов безопасности труда.

Перечень стандартов, охватывающий безопасность работы на шлифовальных станках:

- ГОСТ 12.0.001-82. Система стандартов безопасности труда. Основные положения.
- ГОСТ 12.0.002-2003. Система стандартов безопасности труда. Основные понятия. Термины и определения.
- ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Основные и вредные производственные факторы. Классификация.
- ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
- ГОСТ 12.1.009-76. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения.
- ГОСТ 12.2.001-74. Система стандартов безопасности труда. Инструмент абразивный. Правила и нормы безопасной работы.
- ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.2.009-99. Система стандартов безопасности труда. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.2.012-75. Система стандартов безопасности труда. Приспособления по обеспечению безопасного производства работ. Общие требования.
- ГОСТ 12.3.002-75. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.3.010-82. Система стандартов безопасности труда. Тара производственная.
- ГОСТ 12.4.013-85Е. Система стандартов безопасности труда. Очки защитные.
- ГОСТ 12.4.019-75. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук. Классификация. Общие требования.
- ГОСТ 12.4.023-84. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Щитки защитные. Общие технические требования и методы испытаний.
- Эксплуатируемое оборудование должно находиться в полной исправности. Работа на неисправном оборудовании запрещается. Шлифовальные станки, работающие с выделением пыли при сухом шлифовании, нужно устанавливать в отдельном помещении с общей приточной вентиляцией и пылеотсасыванием от каждого места выделения пыли. Станки должны иметь необходимое ограждение.
- Уборку оборудования должны выполнять работающие на данном оборудовании. Уборка и чистка электродвигателей, пусковой аппаратуры и других приборов, находящихся под напряжением, запрещается.
- Все электрооборудование станков тщательно заземляется, а доступные для прикосновения токоведущие части ограждаются. Щитки и рубильники устанавливаются в глухих металлических кожухах, запирающихся на замок, с надписями о применяемом напряжении. Ремонт электрооборудования имеют право производить только электромонтеры.
- Правила безопасности труда при шлифовальных работах делятся на две основные группы: относящиеся к шлифовальному кругу и к управлению шлифовальным станком [5].
- Основной причиной повышенной опасности при шлифовании является разрыв шлифовального круга во время работы за счет высоких скоростей резания, чувствительности к вибрациям, ударам и относительно меньшей прочности по сравнению с другим режущим инструментом. Требования к шлифовальным кругам изложены в ГОСТ 12.2.001-74 «Система стандартов безопасности труда. Инструмент абразивный. Правила и нормы безопасной работы».
- Шлифовальные круги должны быть тщательно проверены простукиванием на наличие трещин. Хранят их в кладовых на стеллажах, полках или в ящиках. Размеры стеллажей и способы хранения должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.001-74.
- Со склада к рабочему месту круги транспортируются с необходимыми мерами предосторожности. На рабочем месте круги хранят отдельно от металлических предметов. Под действием удара или толчка в кругах появляются трещины, которые трудно заметить невооруженным глазом, но которые могут быть причиной разрыва его.
- Перед установкой на станок круги испытывают на прочность вращением, превышающим окружную рабочую скорость в 1,5 раза. Продолжительность испытаний составляет 5 мин для кругов диаметром 150..475 мм и 7 мин – для кругов диаметром 500 мм и более. Для скоростных кругов диаметром 30..90 мм время испытаний составляет 3 мин. При установке на испытательный станок круг крепится фланцами. После испытаний на круге должна быть сделана соответствующая отметка, содержащая порядковый но-

мер круга по книге, дату испытаний и подпись лица, ответственного за испытание. Установка круга на станок без отметки не допускается.

Шлифовальные круги снабжают защитными кожухами, которые прикрепляют к шлифовальной бабке. Кожухи предохраняют рабочих от возможного разрыва шлифовального круга и брызг смазывающе-охлаждающей жидкости. Расположение и наибольшие допускаемые углы раскрытия защитного кожуха выбираются по ГОСТ 12.2.001-74.

При установке нового круга должен быть выдержан зазор между новым кругом и цилиндрической поверхностью кожуха для кругов диаметром до 100 мм – не более 9 мм, 101...300 мм – не более 10 мм, 301...600 мм – не более 15 мм, 751...1400 мм – не более 20 мм. Иногда угол раскрытия регулируют передвижным предохранительным козырьком, при этом необходимо стремиться к уменьшению угла раскрытия кожуха.

Каждый круг перед установкой на станок должен быть отбалансирован, а после установки – подвергнут кратковременному вращению вхолостую на рабочей скорости: при диаметре до 150 мм – в течение 3 мин; при диаметре свыше 150 мм – в течение 5 мин.

Перед началом работы необходимо проверить, нет ли на шлифовальном круге заметных трещин и выбоин. Неисправный абразивный инструмент заменяют. Проверяют, имеется ли прокладка между зажимными фланцами и кругом, не ослаблены ли гайки и зажимные фланцы.

При работе подача шлифовального круга на изделие или изделия на круг должна осуществляться плавно, без рывков и резкого нажима.

Если кругом, предназначенным для мокрого шлифования, работать всухую, то при переходе к работе с охлаждением следует подождать, пока круг охладится, и только после этого начинать работу со смазывающе-охлаждающей жидкостью. Жидкость должна омывать круг по всей его рабочей поверхности и своевременно отводиться, чтобы круг не оставался погруженным в жидкость.

Таким образом, анализ схем финишных операций в зависимости от формы обрабатываемых поверхностей, от движений инструментов при снятии припусков, от формы рабочих поверхностей инструментов, способов интенсификации финишных операций позволил рассмотреть возможность и целесообразность использования при шлифовании смазочно-охлаждающих технологических сред различного назначения и способов их подачи в зону резания. Для различных финишных операций с учетом их специфических особенностей, вида и способа применения смазочно-охлаждающих технологических сред описаны мероприятия по охране труда и технике безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлифование металлов / Л.М. Кожуро, П.С. Чистосердов, Э.И. Ремизовский, Е.Э. Фельдштейн. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 352 с.
2. Технология обработки абразивным и алмазным инструментом / З.И. Кремень, Г.И. Буторин, В.М. Коломазин и др. – Л.: Машиностроение, 1989. – 207 с.
3. Ефимов В.В. Научные основы техники подачи СОЖ при шлифовании. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1985. – 138 с.
4. Наерман М.С., Наерман Я.М. Руководство для подготовки шлифовщика. – М.: Высшая школа, 1989. – 278 с.
5. Апирин Б.С. Техника безопасности при шлифовальной обработке. – М.: Машиностроение, 1980. – 83 с.