

**ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ И СРЕДСТВ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ГИБКИМИ ЭЛАСТИЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ**

Проволоцкий А.Е., Кузнецов В.Е.
(*НМетАУ, г. Днепрпетровск, Украина*)

Введение

Гибкие эластичные инструменты (щетki) получают все более широкое распространение в производственной практике. Это связано с тем, что они обладают широкой универсальностью, высокой технологической эффективностью и другими высокими технико-экономическими показателями (энергоэкономичность, конструктивная простота, обеспечивающая дешевизну и доступность и др.) Другой причиной этого является освоение промышленностью широкой номенклатуры типажа инструментов, удовлетворяющего широкий диапазон технологических запросов. Складывающаяся ситуация характеризуется ограниченностью или отсутствием нормативов, рекомендаций по их практическому использованию, что связано, в свою очередь, с ограниченностью исследований в области их технологических возможностей. В частности, это относится и к сфере использования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и средств (СОС). На первоначальном этапе промышленного освоения этого вида инструментов наибольшее распространение они нашли в ручном инструменте, где применение СОЖ и СОС не актуально и технически затруднено. По мере расширения сфер применения инструмента в промышленных стационарных установках все большую значимость приобретают и будут приобретать два важных аспекта их использования: повышение качества обработки и продление срока службы инструмента. Успешное решение этих задач может быть достигнуто за счет технически обоснованного использования СОЖ и СОС.

Основное содержание работы

По своей сути обработка гибкими эластичными инструментами по существу является разновидностью обработки резанием лезвийными инструментами, так как элементарным обрабатывающим элементом щетки является отдельная проволочка, представляющая собой элементарный резец. Действительно, работа проволочки в составе инструмента заключается в том, что она в процессе соприкосновения с обрабатываемой поверхностью слегка изгибается с поворотом ее торца на некоторый угол. При этом кромка по периметру торца передней своей частью по ходу движения начинает «царапать» обрабатываемую поверхность, производя микрорезание, и проволочка уподобляется классическому резцу, в роли передней поверхности которого выступает цилиндрическая боковая поверхность, а ее торец выполняет роль задней поверхности. Ввиду специфики работы проволочки имеет место резание с небольшим отрицательным передним углом. Более подробно работа резания отдельной проволочки в составе инструмента как элементарного резца раскрыта в работе [1]. Хотя технологическая работа по съему металла такого резца мала и носит характер микрорезания, однако, все закономерности, относящиеся к макромасштабным инструментам, в полной мере могут быть соотнесены и к нему. Это относится и к области применения при обработке гибкими эластичными инструментами СОЖ и СОС. Специфика их использования в общей практике резания металлов изучена довольно основательно и представлена в обширной литературе по этой тематике. Некоторые специфические черты их использования применительно к обработке гибкими эластичными инструментами рассмотрены в [1]. Так как

сфера применения СОЖ при обработке гибкими эластичными инструментами в настоящее время практически не проработана, то, с учетом проведения параллелей с работой режущих инструментов общего назначения, целесообразно предварительное рассмотрение СОЖ в целом.

Первым вопросом при выборе СОЖ является выбор типа среды, на которой они приготавливаются. В этом отношении они делятся на масляные и водорастворимые. Для первой группы основой служат неактивированные (чистые минеральные) и активированные масла. К активированным относятся сульфированные, хлорированные и сульфохлорированные масла. Они получают в результате соответствующей обработки с применением соединений серы, хлора и фосфора, которые придают маслам антизадириные, антиизносные, антифрикционные свойства. В связи с такими свойствами активированных масел они могут применяться не только в чистом виде, но и в качестве присадок к другим видам СОЖ, в том числе к неактивированным маслам.

Названные соединения применяются и при приготовлении непосредственно самих присадок к другим видам СОЖ, вводимых в них с целью придания им ранее перечисленных свойств, из которых особенно важными при резании являются противозадириные свойства. Явление задира характерно для всех пар трения и заключается в схватывании материалов контактирующей пары при отсутствии разделительных пленок в контакте с последующим разрушением мостика схватывания, то есть, заDIR является важным фактором износа. Другие присадки имеют антиокислительное, антипенное действие, обеспечивают ингибирование коррозии и др. Присадки, обеспечивающие антикоррозионное действие одновременно могут повышать и смазочные свойства. К ним относятся полимерные ненасыщенные жирные кислоты, дисульфиды, аминфосфаты. Для предотвращения окисления масел применяются присадки, обладающие антиоксидантными свойствами. К ним относятся ионол, диалкиды, тиофосфаты. К противопенным присадкам относятся соединения на основе силиконовых полимеров. Водорастворимые СОЖ подразделяются на эмульсионные, синтетические и полусинтетические. Эмульсионные СОЖ представляют собой водные эмульсии минеральных масел типа «масло в воде». В их состав кроме минерального масла входят эмульгаторы, обеспечивающие получение эмульсии, то есть, диспергированных частиц масла, распределенных в воде. В качестве эмульгаторов используются поверхностно активные вещества (ПАВ), уменьшающие поверхностное натяжение в масле, что и обеспечивает получение диспергированных сферообразных частиц масла, распределенных в воде. Они же обладают и стабилизирующим свойством, обеспечивающим длительное состояние полученной системы. К ним относятся широко известные присадки ОП-7, ОП-10 и др. В состав присадок входят также вещества-связки, обеспечивающие совместимость масла с эмульгаторами. Синтетические СОЖ содержат кроме воды органические присадки синтетического происхождения. К ним относятся водорастворимые мономеры различных органических кислот или их солей. Полусинтетические СОЖ содержат в своем составе в качестве присадок минеральные масла.

Основными функциями СОЖ считаются охлаждающее и смазывающее действие. Применительно к щеточной обработке охлаждающая функция играет не самую главную роль, так как режим работы щеток с точки зрения обработки металлов резанием следует отнести к особо легкому режиму. Кроме того, как было показано в [1], даже в режиме работы щеток без применения СОЖ специфика работы щеток (большая частота вращения и наличие большого вентиляционного эффекта) обеспечивает довольно надежное охлаждение проволочек щеток воздушным потоком. Применение СОЖ, обеспечивает интенсивный теплообмен между проволочками и окружающей средой, отвод

образующийся в зоне обработки тепла. Необходимо отметить, что хотя тепло образуется и в сравнительно небольших количествах, однако в сопоставлении с массой проволоочки оно может играть существенную негативную роль. Это связано с тем, что процесс воздействия проволоочки на материал является кратковременным, а отвод тепла от режущего лезвия (торца проволоочки) теплопроводностью в массу проволоочки имеет малую скорость. В связи с этим в теле проволоочки, начиная от режущей кромки, может устанавливаться высокий температурный градиент в течение некоторого времени. В связи с кратковременностью воздействия процесс можно рассматривать как тепловой удар, что обуславливает развитие в непосредственных зонах контакта высоких температур. В результате этого в малых объемах материала проволоочки, непосредственно прилежащих к лезвию, могут происходить фазовые превращения в структуре, приводящие к снижению твердости. Иначе говоря, в закаленной проволочке в микрообъемах у лезвия может происходить отпуск. Несомненно, это в какой-то мере имеет место при работе щеток без СОЖ и это играет, наряду с износом через схватывание, определенную роль в износе.

В этом плане СОЖ, повышая интенсивность охлаждения и его быстродействие, обеспечивает исключение образования высокого градиента температур теплового поля, удержание высоких температур на лезвии, то есть сводит к минимуму вероятность его отпуска. Следовательно, СОЖ, несмотря на характер микрорезания, его маломасштабность, будет исполнять охлаждающую роль. Не менее важная роль СОЖ заключается и в смазочном действии. В общем виде различают следующие виды смазочного действия СОЖ: химическое, диффузионно-химическое и контактно-гидродинамическое. Необходимо отметить, что механизмы действия СОЖ в целом не до конца раскрыты, и целый ряд положений являются спорными или существуют на уровне гипотез. Смазочное химическое действие СОЖ заключается в образовании на контактирующих поверхностях химических соединений неорганической и органической природы. К первому типу относятся окислы, сульфиды, галогениды. Второй тип представляет собой продукты деструкции органосоединений или их полимеризации. Их роль сводится к снижению трения и адгезии контактирующих пар трения путем создания разделительных пленок. Последнюю роль успешно выполняют получившие развитие СОЖ с присадками трибоактивного действия, благодаря которым на контактирующих поверхностях образуются защитные полимерные пленки. К первой группе относятся также присадки, обеспечивающие диффузионно-химическое действие, ускоряющие диффузию атомов веществ присадок вглубь металла. Ряд присадок обеспечивает контактно-гидродинамическое действие которое, сводится к образованию толстых разделительных пленок, обладающих высокой упругостью и способностью воспринимать высокие контактные давления. Присадки, обеспечивающие такое действие, особо пригодны для СОЖ, применяемых при тяжелых режимах.

Важным свойством всех видов СОЖ должна быть высокая проникающая способность в очаге деформации, чем обеспечивается создание разделительных пленок и предотвращение задира. Она зависит от многих факторов – геометрии зоны резания (очага деформации), свойств СОЖ, характера операции, а также свойств обрабатываемого материала. Существует ряд предположений относительно механизмов проникновения, среди которых называются капиллярный эффект на трещинах и изломах поверхности, диффузионный эффект через те же дефекты, эффект проникновения в парообразной фазе, эффект колебаний, возникающих в зоне резания, особенно при высоких скоростях. Другими движущими силами, обеспечивающими проникновение СОЖ, могут быть возникающее разрежение (разность давлений), силы химического взаимодей-

ствия, адсорбционные явления, магнитные и электрические поля. В частности, при щеточной обработке и в соответствии с механизмами протекания электростатических процессов, можно ожидать положительного влияния электростатического эффекта на механизм проникновения СОЖ в очаг деформации благодаря электризации капель СОЖ, проволок щетки и обрабатываемого материала. Этот механизм проникновения СОЖ пока еще не привлекал широкого внимания исследователей. Известно, что одним из основных факторов электростатической электризации является образование двойного электрического слоя в момент отрыва поверхностей двух тел, причем, величина образующихся зарядов определяется скоростью отрыва поверхностей. Это явление обязательно сопровождает любые схемы резания, однако в классических схемах резания оно обычно не рассматриваются ввиду более выраженных других явлений, проявляющихся на макроуровне, и внешне определяющих общую картину механизма резания. При обработке щеточными инструментами, где само отделение элементарной стружки элементарным резцом-проволочкой носит характер микрорезания, электростатические явления начинают выступать на передний план. Другой особенностью обработки щеточными инструментами являются высокие скорости резания, которые определяют скорость отрыва проволоки-резца от обрабатываемой поверхности, а, значит, и величину возникающих при этом зарядов образующегося двойного слоя. Их величина достигает таких значений, что возникают электрические разряды, наблюдаемые в виде свечения. В проведенных авторами экспериментах особо интенсивное свечение наблюдалось при наличии влажной среды при различных видах обработки со скоростными режимами - щеточной, гидроабразивной и т.п. видах обработки. При щеточной обработке с применением СОЖ в возникновении зарядов играет роль не только отрыв поверхностей проволоки и детали но и в других парах, образуемых с участием СОЖ – «проволочка – СОЖ». «СОЖ- обрабатываемая поверхность», капли СОЖ между собой. Названные взаимодействия обусловлены наличием значительных центробежных сил вследствие высоких частот вращения щеточных инструментов. В закрытом объеме рабочей камеры ограждающего щетки кожуха они фактически распыляют СОЖ, создавая исключительно благоприятные условия для охлаждения. Это объясняется тем, что теплоотвод осуществляется от всего объема резца-проволочки не только за счет высокой теплоемкости основы СОЖ – воды, но и за счет значительно более высокой теплоты парообразования при испарении с большой площади поверхности капель. Второй функцией СОЖ, как отмечалось, является создание в стыке «инструмент-деталь» разделительных пленок, предотвращающих адгезионное схватывание. Большинство основных процессов резания отмечаются высокой быстротекучестью, при которой актуальной становится проблема проникновения СОЖ непосредственно в зону резания. Процессы обработки гибкими эластичными инструментами отличаются особо высокой скоростью обработки с высокой цикличностью. Поэтому для них вопрос проникновения СОЖ в очаг резания является особо актуальным, так как возникновение явлений задира при отсутствии разделительных пленок – это интенсификация износа инструмента. Интенсивный износ – это не только срок службы инструмента, но и энергозатраты на его износ, затраты времени на подстройку механизмов, компенсирующих износ. Иначе говоря, повышение стойкости инструментов является актуальным.

Из приведенного видно, что процесс проникновения СОЖ с созданием разделительных пленок также должен быть весьма быстротекучим. Однако многие из отмеченных ранее механизмов проникновения СОЖ ввиду экстремальности условий в микроочаге деформации (сверхвысокие давления и температуры, быстротекучесть) не могут удовлетворительно объяснить факт быстрого проникновения СОЖ. Между тем практи-

ка свидетельствует о существенном повышении стойкости инструментов, при применении СОЖ, что является косвенным свидетельством факта проникновения СОЖ. Основу ряда гипотез механизма проникновения СОЖ составляет эффект Ребиндера, заключающийся в понижении поверхностного натяжения на границе фаз «материал-жидкость» под воздействием поверхностно-активных веществ (ПАВ) [3, 4]. Основным действующим началом ПАВ являются дипольные молекулы больших размеров ряда сложных химических соединений. В упрощенной схеме действия такие молекулы, благодаря электрическим зарядам на их концах, «облепляют» поверхность материала, создавая на нем молекулярный монослой. Несмотря на его малую толщину всего в один молекулярный слой этого оказывается вполне достаточным для разделения ювенильных поверхностей взаимодействующей пары трения с предотвращением адгезионного схватывания. Ввиду электрической природы явления оно является «мгновенным» в масштабах времени протекания основных процессов. В качестве ПАВ, применяемых при обработке резанием, используются различные сложные кислоты – олеиновая, нафтенная, окисленный петролатум, ряд эфиров. В практике механообработки металлов широко используются стандартизированные ПАВ – содержащие присадки сложного состава и комплексного действия ОП7, ОП10 и др., которые применяются не только в механообработке но и в разных других сферах – гальванике и др. Ранее отмечалось, что особенностью использования СОЖ при щеточной обработке является высокая степень электризации статическим электричеством, сопровождающая работу инструментов. Так как основу действующего начала ПАВ является электрическая природа в виде электрически заряженных дипольных молекул, то очевидно, что электростатическое электричество, возникающее при работе щеток, не может не влиять на состояние и рабочее действие ПАВ. Очевидно, можно ожидать, что электростатическое поле электростатических зарядов будет инициировать образование электрически заряженных дипольных молекул, усиливать их действие. Следовательно, оно будет способствовать повышению эффективности использования СОЖ с применением ПАВ. В настоящее время эта взаимосвязь мало изучена, хотя она свойственна не только процессам обработки щетками, но и другим режущим инструментом. Действительно основная причина возникновения статического электричества – возникновения двойного слоя при разрыве контактов характерна для многих процессов, в том числе и процессов резания. Можно констатировать факт, что этим явлениям пока не уделялось достаточного внимания. Это относится и ко многим другим аспектам практического использования щеточных инструментов, что связано с тем, что до последнего времени практическое использование щеточных инструментов ограничивалось, в основном, ручным инструментом. Ограниченное использование щеточных инструментов было связано с их ограниченным промышленным выпуском.

В настоящее время этот недостаток преодолен и промышленностью освоен выпуск широкой номенклатуры щеточных инструментов. Одним из лидирующих предприятий по их выпуску является фирма “OSBORN”, г. Бургвальд, Германия, выпускающая широкую номенклатуру высококачественных щеточных инструментов. Фирмой разработан ряд рекомендаций по их практическому использованию. Однако они не содержат рекомендаций по применению СОЖ при щеточной обработке, что связано с преимущественным использованием щеток в ручном инструменте. Нами были проведены исследования по эффективности применения СОЖ, в результате которых, было выявлено повышение стойкости, снижение потребляемой мощности, улучшение качества обработки. Так использование СОЖ одного из испробованных составов на экспериментальной установке полировки позволило снизить шероховатость с Ra 0,81...0,87 до Ra 0,57...0,64. Отмечалось также снижение потребляемой мощности, снижение износа.

На основе полученных результатов был разработан ряд промышленных установок – установки полировки труб в потоке, очистки катанки и проволоки при волочении от окалины и загрязнений и др. Уточнение показателей, как, например, стойкости может быть осуществлено в процессе промышленной эксплуатации этих установок.

Во многих случаях щеточная обработка является отделочной (финишной) операцией. В соответствии с последними научно-техническими достижениями при операциях типа полировки весьма целесообразно присутствие в зоне обработки высокомолекулярных соединений. Эта задача также успешно решается с использованием СОЖ с соответствующими присадками. Иначе говоря, использование СОЖ решает задачу не только повышения стойкости инструмента и снижение энергоемкости процесса обработки, но и повышения качества обработки.

В классическом резании выбор оптимальных марок СОЖ для многообразных видов обработки резанием явился результатом длительных исследований и практических опробований большого количества различных видов и составов СОЖ. Очевидно, что при щеточной обработке на промышленных установках необходимо будет пройти тот же путь в связи с отсутствием достаточного опыта такого использования щеток. Однако при этом имеющийся опыт использования СОЖ в других областях может и должен служить отправной точкой для их выбора при щеточной обработке ради чего и приведен общий обзор применяемых СОЖ и особенностей различных их видов. При подборе СОЖ лишь следует учитывать особенности щеточной обработки, проводя при этом определенные параллели с другими видами обработки.

Таким образом, на основе проведенных исследований выявлена целесообразность и эффективность использования СОЖ при щеточной обработке.

Первым этапом выбора СОЖ является выбор ее типа – масляные или эмульсионные. Здесь следует руководствоваться следующими соображениями. В рассмотренной концепции использования СОЖ при щеточной обработке акцент делается на особенностях применения СОЖ при этом виде обработки, заключающиеся в распылении СОЖ быстро вращающимися элементами и электризация капель. Это обеспечивает высокую охлаждающую способность за счет свойств воды – ее высокую теплоемкость и еще более высокую скрытую теплоту парообразования. Попутно большую роль играет электризация водных капель, обеспечивающих за счет электростатических сил циркуляцию капель в рабочем объеме с оседанием на рабочих элементах - проволочках щеток. Из этих соображений предпочтение следует отдать водоземulsionным типам СОЖ. Одновременно они более просты в приготовлении и использовании. Все виды СОЖ, в том числе и эмульсионные, выпускаются по соответствующим техническим условиям, регламентирующих их качество, свойства, состав. В соответствии с такими ТУ промышленностью выпускаются три вида наиболее распространенных водорастворимых СОЖ: Укринол-1 (ТУ 38 101197-32); Аквол-2 (ТУ 38 4.01.10 -73) и Аквол-6 (ТУ 38.4.01-1-79).

Свойства этих СОЖ приведены в таблице 1, [2].

Заводы изготовители (по состоянию на девяностые годы): Аквол 6 – Пермский ОПНМЗ, Аквол 2 – Бердянский ОНМЗ.

При конкретном выборе марки СОЖ следует руководствоваться конкретными условиями обработки и требованиями, предъявляемыми к ним. Применительно к щеточной обработке превалирующим требованием является продление срока службы щеток, в первую очередь, за счет устранения задиристых явлений.

Таблица 1. Физико-химические свойства водорастворимых СОЖ

№ п/п	Показатели	Укринол-1	Аквол-2	Аквол-6
Показатели концентрата в состоянии поставки				
1	Вязкость кинематическая при 50 ⁰ С (ГОСТ 33-38), сСт	30...60	38...65	70
2	Плотность при 20 ⁰ С (ГОСТ 3100-74), г/см ³	0,2...0,28	0,9...0,99	0,9...1,1
3	Кислотное число (ГОСТ 11362-76 и 6707-76), мг КОН/г, не более	10	10	4,0
4	Содержание хлора, % (ГОСТ 20242-74)	нет	4,0...5,5	11...14
5	Содержание серы, % (ГОСТ 5877-49 и 1437-56)	нет	2...3	11...14
6	Содержание воды (концентрат), не более (ГОСТ 2477-65)	6	1,5...5,0	6
7	Стабильность при низких температурах (-15 ⁰ С) (ГОСТ 6243-75 разд. 5)	да	нет	да
8	Стабильность при хранении (ГОСТ 6243-75, разд. 6)	да	да	да
9	Процентная концентрация	3	7	5
10	рН (ГОСТ 6243-75, разд. 4)	9...10	8...10	8...10
11	Коррозионная агрессивность (ГОСТ 6243-75, разд.2) Сталь 10 Серый чугун СЧ 13	не выдерживает		
		выдерживает		
12	Склонность к пенообразованию, не более, см ³	700	90	90

Как отмечалось, хорошими противозадирными свойствами обладают хлорсодержащие и серосодержащие присадки. Марка СОЖ «Укринол-1» таких присадок не содержит вообще, зато они содержатся в марках «Аквол-2» и «Аквол-6», причем с высоким содержанием серы и хлора (см. таблицу 1). Особо высоким содержанием отличается марка «Аквол-6». Отталкиваясь от этого критерия, для щеточной обработки следует рекомендовать эту марку; все остальные показатели также вполне удовлетворительные. В частности, ее выгодно отличает, например, от марки «Аквол-2» морозостойкость – она выдерживает минусовую температуру (-15⁰С), в то время как «Аквол-2» ее не выдерживает. Удовлетворительные показатели по сравнению с маркой «Укринол-1» обе марки «Аквол» имеют и в отношении пенообразования, существенно меньшие по сравнению с «Укринол-1». Этот показатель в условиях интенсивного перемешивания при щеточной обработке играет существенную роль. Достоинством марка «Аквол-2» является его доступность для предприятий Украины в связи с его изготовлением в Бердянске. Если этот фактор не играет существенной роли, то предпочтение следует отдать марке «Аквол-6» в связи с более высоким содержанием противозадирных хлорсодержащих и серосодержащих присадок.

Практическая реализация обработки с применением СОЖ осуществляется с применением кожухов, создающих рабочую камеру, куда помещаются щеточные инструменты. Наличие кожухов необходимо и при обработке без СОЖ, как защита быстро

вращающихся элементов, в соответствии с требованиями охраны труда и техники безопасности. Схема обработки особенно удачно реализуется при условии непрерывной подачи обрабатываемых изделий в рабочую зону каким-либо транспортным органом. Например, при обработке штучных заготовок это может быть транспортный орган, работающий по замкнутому циклу. Особо удачно схема решается при обработке длинномерных изделий: труб, проката, проволоки. В этих случаях целесообразна многощеточная обработка с радиальным размещением щеточных инструментов. Тогда обрабатываемые изделия подаются непрерывно (в потоке) через центральные отверстия в ограждающих кожухах. Подача и удаление СОЖ может осуществляться по схеме подачи СОЖ, применяемых на металлорежущих станках: резервуар с СОЖ – насос (помпа) –подающие трубопроводы - обратные трубопроводы. Возможна также подача СОЖ в рабочую зону через полые шпиндели щеток. Может быть использована схема подачи СОЖ к вращающимся элементам разбрызгиванием, когда какой-либо вращающийся элемент частично погружен в ванну и разбрызгивает СОЖ в замкнутом объеме. В этой схеме для разбрызгивания нередко применяют специальную деталь - брызговик. Применительно к щеточной обработке схема может быть реализована размещением некоторого количества СОЖ непосредственно в ограждающем кожухе. Разбрызгивание может быть осуществлено одной из щеток, частично погруженной в ванну СОЖ, или же специальным брызговиком. Схема заслуживает внимания, так как отсутствуют атрибуты предыдущей схемы - насос и др. Очевидно, что последняя схема обработки может быть применена лишь при отделочных операциях, где отделения шлама (продуктов обработки) незначительны. В этом случае рабочий объем СОЖ может использоваться без замены довольно длительное время. На очистных же операциях система подачи СОЖ должна включать в себя элементы ее очистки от шламовых загрязнений.

Схема использования СОЖ на разработанной авторами установке полировки труб гибко-эластичными инструментами в потоке представлена на рисунке 1.

Перемещающаяся в осевом направлении вращающаяся труба 1 проходит через полый центральный шпindel 2 установки 3, содержащей рабочую камеру 4, образованную кожухом 5. В ней размещены рабочие шпиндели 6 с гибко-эластичными инструментами 7, вращающимися в ту или иную (безразлично) сторону. В камере размещен также спреер 8 струйной подачи СОЖ в зону обработки. Еще один спреер 9 кольцевой формы размещен на входе в камеру 4. СОЖ размещена в емкости 10, откуда она насосом 11 по трубопроводам 12 подается под давлением к спреерам 8 и 9, из которых через жиклеры (не обозначены на чертеже) с большой скоростью поступает в зону обработки. Струи из кольцевого спреера 9 дополнительно смывают загрязнения, например, масляные (при их наличии). Из-за больших скоростей истечения СОЖ из жиклеров спрееров, а также из-за высоких частот вращения (до 3000 мин⁻¹ и более) она распыляется до мелкокапельного (туманообразного) состояния, обладающего высокой теплоотводящей способностью. При вращении инструмента его проволоочки сталкиваются с каплями СОЖ, обволакивая ее. Затем центробежной силой СОЖ отбрасывается к рабочей части проволоочки ее торцу, охлаждая его и всю проволоочку. Одновременно СОЖ поступает и в зону контакта элементарного резца-проволочки с обрабатываемым материалом, где образуются разделительные противозадирные пленки. Исползованная СОЖ поступает в нижнюю часть кожуха 4, откуда она самотеком по трубопроводу 13 поступает в бак 10. Последний может содержать устройства очистки СОЖ от загрязнений. В случае отсутствия значительного количества загрязнений схема использования СОЖ может быть значительно упрощена

исключением емкости 10, насосной установки 11, трубопроводов подачи 12, слива 13, а также спреев 8 и 9.

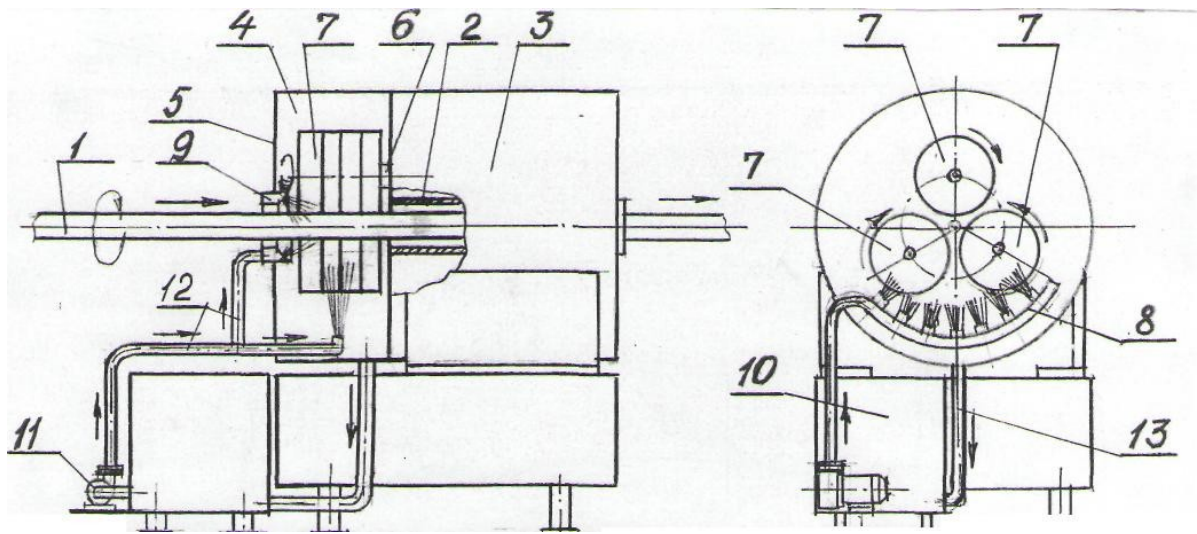


Рис. 1. Схема использования СОЖ на установке полировки труб в потоке
 1 - очищаемая труба; 2 - центральный шпindel с каналом; 3 - корпус установки; 4 - рабочая камера; 5 - кожух рабочей камеры; 6 - рабочие шпиндели; 7 - рабочие инструменты; 8 - спрейер подачи СОЖ в рабочую камеру; 9 - кольцевой спрейер очистки труб; 10 - емкость СОЖ; 11 - насос подачи СОЖ; 12 - подающие трубопроводы; 13 - сливной трубопровод

В этом случае некоторое количество СОЖ, так чтобы небольшая часть одного из инструментов 7 (или специальная деталь «брызговик») была погружена в жидкость. При их вращении в рабочей камере 4 будет создаваться тот же режим, что и в предыдущем случае – туман из мелких капель. Вариант может быть с успехом применен при полировке чистых изделий (например, труб), где отделение металла полируемого изделия («стружки») незначительны и один и тот же объем СОЖ может служить длительное время.

Выводы

1. В результате проведенного анализа условий работы гибких эластичных (щеточных) инструментов выявлена идентичность работы составного элемента инструмента – проволоки работе лезвийных инструментов, что дает основание распространить закономерности процессов резания и обработки лезвийными инструментами на обработку этими инструментами.

2. На основе проведенной параллели с работой лезвийных инструментов рассмотрена возможность использования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при щеточной обработке, для чего рассмотрена роль СОЖ при лезвийной обработке в целом и особенности их использования при щеточной обработке.

3. На базе рассмотрения специфических особенностей различных видов СОЖ выработаны первичные рекомендации по выбору СОЖ для гибких эластичных инструментов, а также рекомендации по их практическому использованию.

4. Выявлена необходимость проведения дальнейших исследований и выработки дальнейших рекомендаций по подбору оптимальных марок СОЖ для различных видов

щеточных инструментов с учетом специфичных условий работы в различных условиях их использования.

5. Актуальность развития направления связана с недостаточностью практического опыта использования СОЖ при щеточной обработке в связи со сравнительно недавним широким практическим опытом использования инструмента в машиностроительной практике.

Список литературы: 1. Проволоцкий А.Е., Кузнецов В.Е. Новые направления в финишных отделочных машиностроения. В журнале «Теория и практика металлургии» № 1 - 2, 2009. – Академия инженерных наук Украины, Национальная металлургическая академия Украины, Днепрпетровск. 2. Смазочно-охлаждающие жидкости и их применение при производстве режущего инструмента. Методические рекомендации. – Всесоюзный научно-исследовательский инструментальный институт информации и технико-экономических исследований по машиностроению и робототехнике. (ВНИИ инструмент). – Москва, 1986. 3. Вульф А.М. Резание металлов. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1973. – 496 с. 4. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

ВИКОРИСТАННЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ ТА ЗАСОБІВ ПРИ ОБРОБЦІ ГНУЧКИМИ ЕЛАСТИЧНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Проволоцький О.Є., Кузнецов В.Є.

На базі проведення в роботі паралелей гнучких еластичних (щіткових) інструментів з роботою лезових інструментів розглянуті питання використання змащувально-охолоджувальних рідин при обробці щітками з виробленням первинних рекомендацій по їх вибору. Виявлена необхідність проведення подальших досліджень в цій сфері.

ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ И СРЕДСТВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГИБКИМИ ЭЛАСТИЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Проволоцкий А.Е., Кузнецов В.Е.

На базе проведения в работе паралелей гибких эластичных (щеточных) инструментов с работой лезвийных инструментов рассмотрены вопросы использования смазочно-охлаждающих жидкостей при щеточной обработке с выработкой первичных рекомендаций по их выбору. Виявлена необходимость проведения дальнейших исследований в этой сфере.

USING OF LUBRICATING-COOLING LIQUIDS AND COMPOUNDS IN MACHINING BY FLEXIBLE ELASTIC TOOLS

Provolotsky A.E., Kuznetsov V.E.

On the base of comparing in paper between flexible elastic (brush) tools with work of the blade tools the questions of the use of lubricating-cooling liquids are considered at a brush machining, with making of primary recommendations on their choice. The necessity of making of a further researches is exposed for this sphere.

Рецензент: д.т.н., проф. Матюха П.Г.