

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ТЕПЛОВУЮ НАГРУЖЕННОСТЬ КОНТАКТА ПРИ РЕЗАНИИ

Розглянуто вплив модифікованих технологічних середовищ рослинного походження на температуру різання при точінні нержавіючої сталі 12Х18Н10Т і титанового сплаву ВТ-22. Технологічними середовищами рослинного походження виступали соняшникова та ріпакова олії. Модифікація рослинних олій проводилася за допомогою введення до їх складу антиоксидантів. В якості середовищ при різанні використовувалися: індустріальне масло ІІ-20, чисті соняшникова та ріпакова олії, соняшникова і ріпакова олії з антиоксидантами, соняшникова і ріпакова олії, що подаються в середовищі аргону. Проведені експерименти показали, що найбільший вплив на температуру різання надають чисті рослинні олії та модифіковані антиоксиданти.

Ключевые слова: температура, резание, технологическая среда, антиоксиданты, точение, растительные масла.

Examined is the influence of modified technological environment of plant origin on cutting temperature in the process of turning the stainless steel and titanium alloy. Technological environment of plant origin were sunflower and rapeseed oils. Modification of vegetable oils was conducted by introducing antioxidants into their structure. As the mediums used in cutting: industrial oil, clean sunflower oil and rapeseed oil, sunflower oil and rapeseed oil with antioxidants and sunflower and rapeseed oil, served in an argon atmosphere. The experimental data shows that the greatest impact on the cutting temperature is made by a pure vegetable oils and modified antioxidants.

Keywords: temperature, cutting, technological environment, antioxidants, turning, vegetable oils.

Введение

Основная часть механической энергии при резании преобразуется в теплоту. Путем конвективного теплообмена нагретые до высоких температур режущий инструмент, заготовка и стружка передают смазочно-охлаждающей технологической среде (СОТС) часть тепла. Поэтому температура резания при оценке эффективности СОТС является одним из наиболее информативных параметров. По изменению температуры в зоне резания можно оценить степень влияния СОТС на работу сил трения. Кроме того, теплоотвод при резании может осуществляться вследствие теплопередачи излучением, протекания химических реакций и испарением среды, происходящих при поглощении тепловой энергии. Снижение температуры происходит также за счет уменьшения работы трения вследствие смазывающего действия СОТС.

В процессе резания металлов около 80 % работы затрачивается на пластическое и упругое деформирование срезаемого слоя и слоя, прилегающего к обработанной поверхности и поверхности резания, и около 20 % работы – на преодоление трения по передней и задней поверхностям резца. Примерно 85–90 % всей работы резания превращается в тепловую энергию, количество которой (в зоне резания) существенно влияет на износ и стойкость инструмента, на шероховатость обработанной поверхности. Установлено, что свыше 70 % этой теплоты уносится стружкой, 15–20 % поглощается инструментом, 5–10 % – деталью и только 1 % излучается в окружающее пространство. Температура в зоне резания зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания, геометрических параметров режущего инструмента и применяемой смазочно-охлаждающей жидкости. В частности, при обработке стали выделяется больше теплоты, чем при обработке чугуна. С увеличением прочности и твердости обрабатываемого материала температура в зоне резания повышается и при тяжелых условиях работы может достигнуть 1000–1100 °С. При увеличении подачи температура в зоне резания повышается, но менее интенсивно, чем при увеличении скорости резания. Глубина резания оказывает наименьшее (по сравнению со скоростью и подачей) влияние на температуру в зоне резания.

Анализ исследований и публикаций

Применение СОТС существенно уменьшает температуру в зоне резания и благоприятно воздействует на процесс резания металлов в целом: значительно уменьшается износ режущего инструмента, повышается качество обработанной поверхности и снижаются затраты энергии на резание [1]. При этом уменьшается наростообразование у режущей кромки инструмента и улучшаются условия для удаления стружки и абразивных частиц из зоны резания. Наименьший эффект дает применение СОТС при обработке чугуна и других хрупких материалов. При работе твердосплавным инструментом на высоких скоростях резания рекомендуется обильная и непрерывная подача СОТС, так как при прерывистом охлаждении в пластинах твердого сплава могут образоваться трещины и инструмент выйдет из строя. Наиболее эффективно применение СОТС при обработке вязких и пластичных металлов, при этом с увеличением толщины среза и скорости резания положительное воздействие СОТС на процесс стружкообразования уменьшается [2]. Выбор СОТС зависит от обрабатываемого материала и вида обработки. СОТС должна обладать высокими охлаждающими, смазывающими антикоррозионными свойствами и быть безвредной для обслуживающего персонала. Анализ современных производственных процессов показывает, что именно СОТС являются одним из главных загрязнителей окружающей среды и причиной, вызывающей заболевания обслуживающего персонала. Возросшие требования к охране природы и здоровья людей явились

побудительной причиной в усилении экологических требований к промышленным предприятиям.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является применение в качестве СОТС растительных масел, это решает важные экологические проблемы, связанные с негативным воздействием традиционно используемых смазочных веществ, на организм человека и окружающую среду [3]. Кроме того использование СОТС на основе растительных масел в условиях Украины решает задачи возобновляемости источников сырья для производства СОТС и является важным стимулом в развитии сельского хозяйства. В этом аспекте Украина обладает весьма благоприятными условиями для выращивания сырья для производства растительных масел (подсолнечник, рапс, соя и т.д.), как для внутреннего потребления, так и для её экспортирования в другие промышленные развитые страны, как потенциальных потребителей экологически чистых смазочно-охлаждающих технологических материалов.

Однако использование растительных масел в качестве СОТС имеет ряд недостатков, связанных с их относительно высокой стоимостью и биологическим старением при повышенных температурах. Для решения этих проблем растительные масла в виде СОТС применяют в сочетании с их минимизированной подачей в зону резания специальными дозирующими устройствами, которые уменьшает их расход до 10 мл/мин, т.е. в тысячу раз по сравнению с полнотруйной подачей СОТС. Также повышению эксплуатационных характеристик растительных масел возможна модификацией их состава различными функциональными добавками. В данной работе рассмотрена возможность модификации растительных масел введением в их состав антиоксидантов. Эффективность данного способа повышения функциональных свойств СОТС растительной природы показана в работе [4].

Постановка цели и задач

Определение условий эффективного применения модифицированных технологических сред растительного происхождения на основе изучения особенностей их влияния на температуру резания.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- разработана методика исследований, позволяющая определить температуру в зоне контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом при применении различных технологических сред;
- исследовано влияние различных сред на температурную нагруженность контакта при резании, построены зависимости температуры резания от используемой среды и скорости резания;
- установлены особенности механизмы влияния СОТС растительного происхождения на температуру контактной зоны при резании нержавеющей стали и титанового сплава.

Результаты исследований

Температура при резании определялась «классическим» методом естественной термопары (рис. 1). Влияние паразитных термоЭДС в процессе измерения температуры, исключалось применением экспериментального резца корпус и пластина которого изготовлены из быстрорежущей стали Р6М5К5, а также использованием токосъемника изготовленного из того же материала, что и обрабатываемая заготовка. Изоляция резца, заготовки и токосъемника от динамометра, патрона и задней бабки соответственно осуществлялась с помощью стеклотекстолитовых пластин обладающих высокими диэлектрическими свойствами. Фиксирование значений термоЭДС осуществлялось универсальным цифровым вольтметром В7-38 с автоматическим выбором предела измерений и с входным активным сопротивлением $10 \pm 0,5$ МОм.

Для тарирования естественной термопары использовалась длинная сливная стружка исследуемой заготовки и экспериментальный резец. К нерабочей части резца приваривалась с помощью контактной сварки стружка от заготовки. Тарирование проводилось в муфельной печи вертикальной загрузки. Поскольку сигнал термопары зависит от разности температур рабочего и холодного спаев, холодные спаи термостатировались при температуре 0°C в смеси вода – лед. В качестве контролирующей использовалась стандартная хромель-копелевая термопара типа ТХК, рабочий спай которой находился в непосредственной близости от исследуемой термопары.

Эксперименты проводились на универсальном токарно-винторезном станке повышенной точности модели САМАТ 400М (Россия). В качестве заготовки использовались нержавеющая сталь 12Х18Н10Т и титановый сплав ВТ-22. Выбор данных материалов обусловлен их диаметрально противоположными свойствами по отношению к внешней среде: нержавеющая сталь химически инертна к окружающей среде, титановый сплав, наоборот, очень активен. Также данные материалы имеют разную деформируемость. Данные обстоятельства позволят более полно раскрыть влияние различных газовых и жидких сред на температуру резания. Скорость резания варьировалась в пределах 5– 20 м/мин, подача – 0,1 мм/об, глубина резания составляла 0,5 мм. При таких режимах достигаются максимальные смазывающие, проникающие и пластифицирующие действия СОТС растительной природы [1].

В качестве сред при резании использовались: индустриальное масло И-20; подсолнечное и рапсовое масла; подсолнечное и рапсовое масла с антиоксидантами (АО); подсолнечное и рапсовое масла, подаваемые в среде аргона (Ar). В качестве АО использовался витамин Е (α -токоферол).

Стандартная марка СОТС на минеральной основе (И-20) применялась для обеспечения сравнительного анализа наряду с растительными маслами и их модификациями. Использование растительных масел в среде инертного газа при резании объясняется необходимостью исследования влияния кислорода на их охлаждающую способность. При этом нейтрализация действия кислорода достигается избыточным давлением в зоне резания инертного (защитного) газа. Использование АО в сочетании с растительными маслами также призвано локализовать хемосорбционные процессы происходящие в зоне

резания, однако, за счет химического ингибирования действия кислорода. Присутствующий в зоне резания кислород «захватывается» и связывается АО благодаря их восстановительным свойствам.

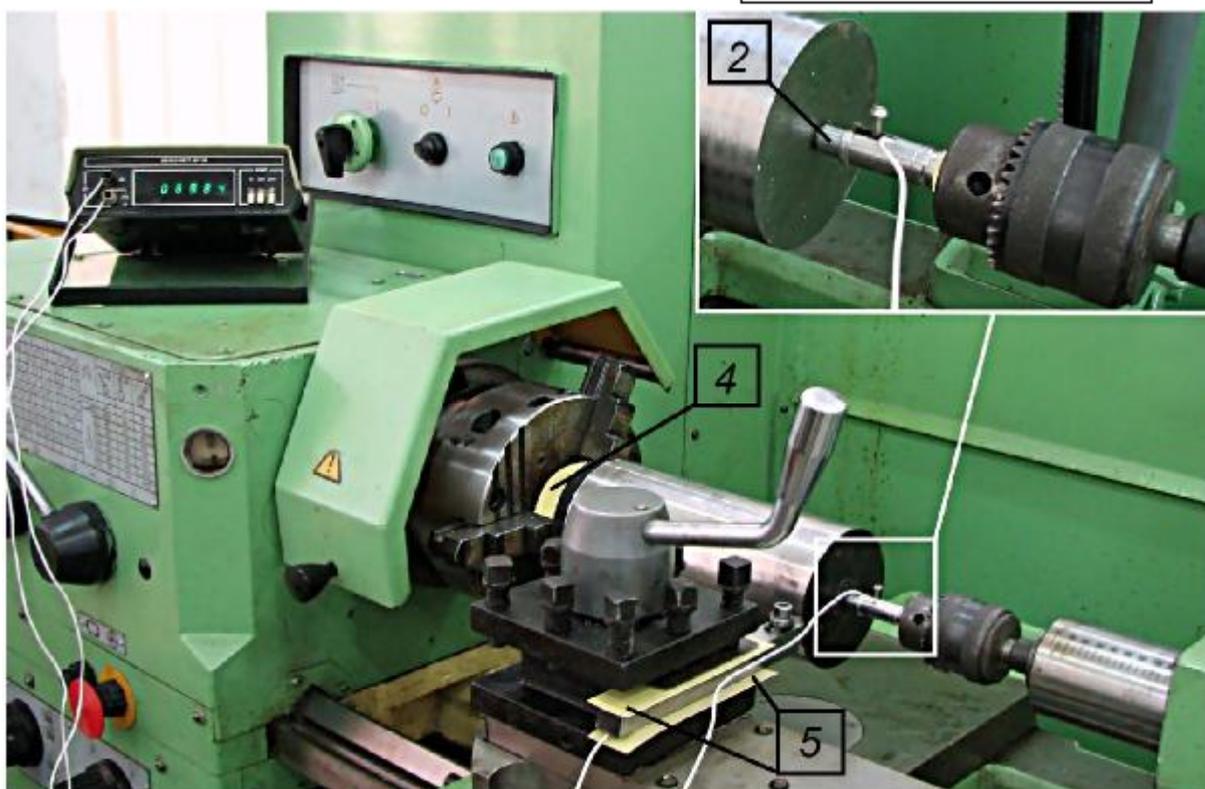
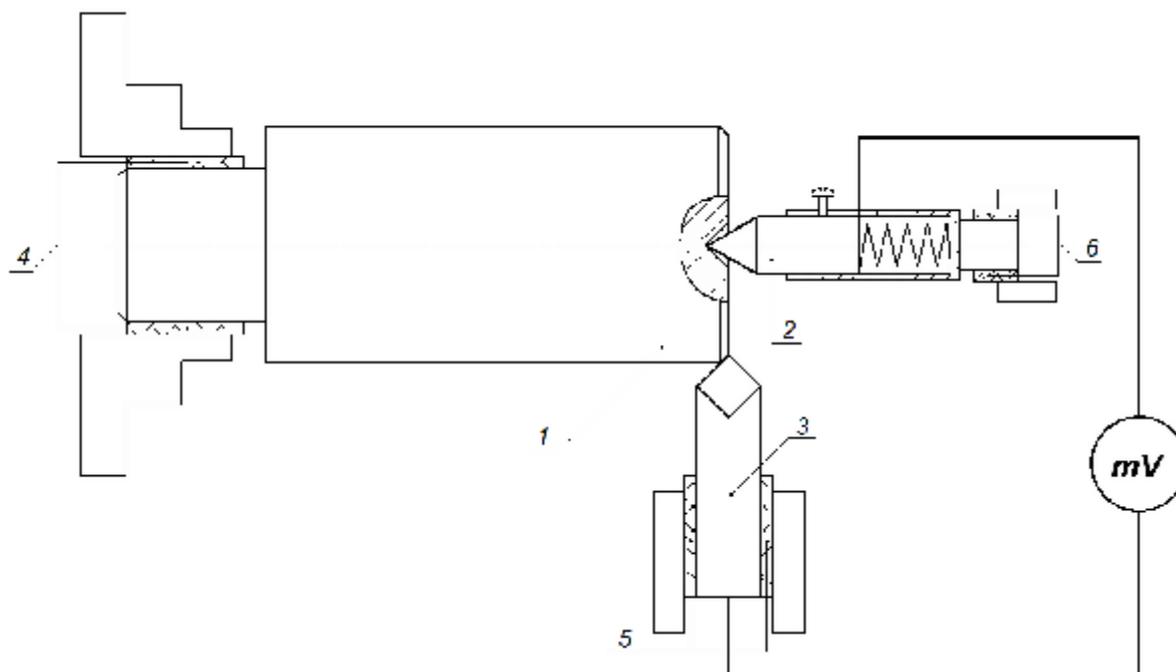


Рис. 1. Схема и установка для измерения температуры в зоне резания:
1 – заготовка; 2 – токосъемник; 3 – резец; 4, 5, 6 – изоляция

Все жидкие СОТС подавались путем распыления в виде аэрозоли устройствами минимальной смазки. Для работы данных устройств необходимо давление газа. В случае подачи в зону резания подсолнечного и рапсового масел чистых и с АО в качестве газа использовался сжатый воздух получаемой при помощи компрессорной установки SATVA OL-102 (Италия). Давление при этом соответствовало давлению сжатого воздуха в стандартных заводских пневмосетях – 0,4 МПа.

В качестве защитного инертного газа при исследованиях использовался аргон высокой чистоты (сорт высший, ГОСТ 10157-73), с суммарным содержанием примесей – O_2 , N_2 , H_2O – не более 0,03 %. Аргон не вступает в химические взаимодействия с нагретыми металлами и другими газами в зоне резания. Будучи на 38 % тяжелее воздуха, аргон вытесняет его из зоны резания и надежно изолирует ее от контакта с атмосферой. Тем самым достигается практически полное исключение воздействия кислорода (и азота) и, как следствие,

формирование оксидных пленок на поверхностях как инструментального, так и обрабатываемого металлов.

Аргон в газообразном состоянии подавался из стандартного (40 л) баллона под давлением 0,4 МПа и непосредственно соединялся с устройством подачи СОТС и специально сконструированным экранирующим соплом.

Избыточное давление аргона 0,4 МПа в зоне резания соответствовало давлению сжатого воздуха при подаче СОТС при помощи компрессора, а также данная величина давления согласуется с давлением, нормируемым при аргоно-дуговой сварке обеспечивающей эффективную изоляцию зоны свариваемого шва.

Экранирующее сопло, выполненное из термостойкого пластика, обеспечивало создание, благодаря сконцентрированному потоку аргона, избыточное давление в зоне резания и тем самым полностью изолировала как аргономастляную смесь, направленную в зону резания, так и непосредственно зону резания (рис. 2).

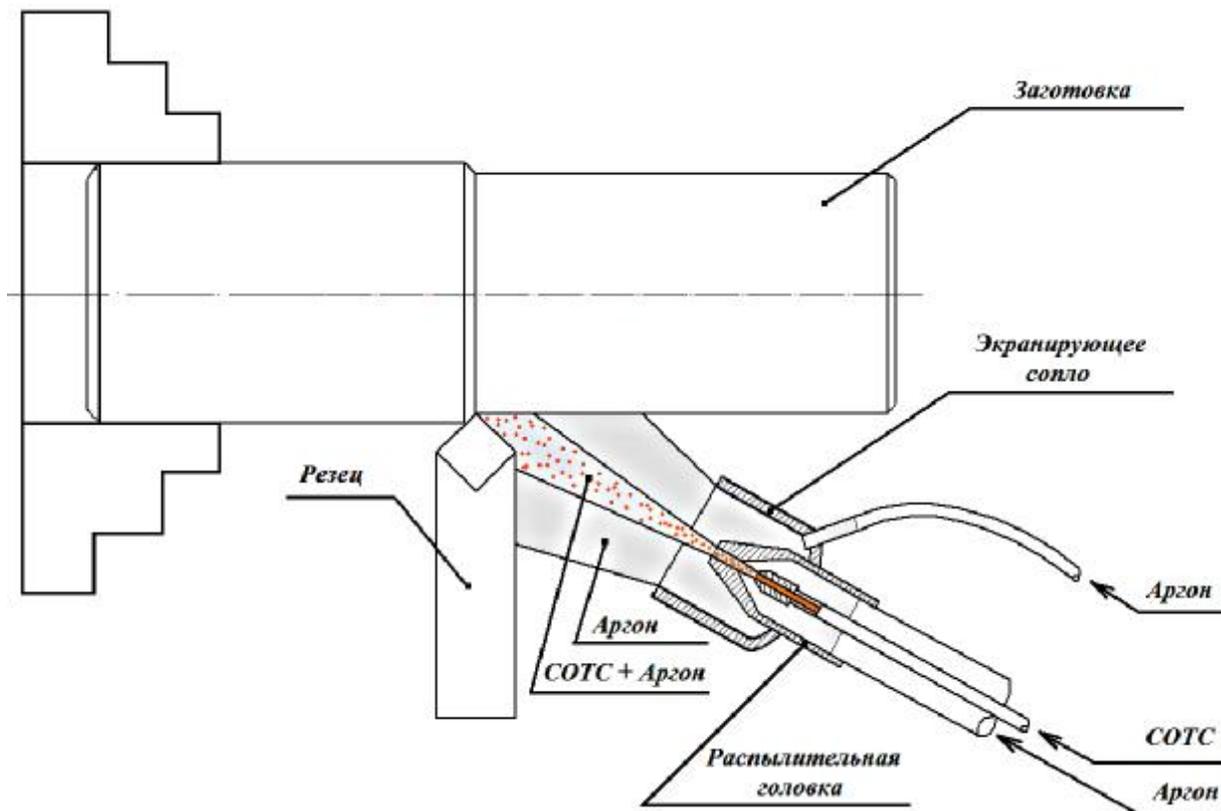


Рис. 2. Схема для точения в среде аргона

Расход СОТС при минимизированной подаче зависит от их вязкости. Чем больше вязкость, тем больше расход. Увеличение расхода СОТС связано с тем, что для всасывания в систему более вязких масел требуется большее давление воздуха или газа, а также с диаметром образующихся капель при распылении (диаметр капель у вязких масел больше). Во время измерения сил резания расход СОТС составлял от 1,5–4,5 мл/мин в зависимости от вязкости СОТС.

На рис. 3 представлены результаты экспериментальных исследований, отражающие влияние различных СОТС на температуру резания при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т и титанового сплава ВТ-22. Выбранные режимы обработки материалов соответствуют условиям, при которых растительные масла наиболее эффективны как СОТС, согласно исследованиям авторов [1, 3].

Представленный экспериментальный материал показывает, что наибольшее влияние на температуру резания оказывают чистые растительные масла и модифицированные АО. При обработке нержавеющей стали наблюдается прямопропорциональная зависимость между силой резания и температурой контактной зоны. То есть, наиболее эффективно охлаждаются те СОТС, при которых силы резания имеют наименьшие значения, что вполне согласуется с исследованиями авторов [1, 4]. Важно отметить, что в условиях подачи СОТС методом минимизированной подачи понижение температуры происходит в основном за счет уменьшения работы сил трения, вследствие их смазывающего действия. Однако при обработке титанового сплава в среде аргона наблюдается обратная зависимость – температура резания возрастает (силы резания в данном случае были наименьшими). Причиной повышения температуры, в этом случае, послужило отсутствие воздуха в зоне контакта резца и заготовки. Согласно данным полученных в [3], ограничение доступа воздуха в зону контакта при обработке титанового сплава ВТ1-0, при подачи масляных СОТС, вызывает повышение температуры контакта почти на 50 % по сравнению с «сухим» резанием. В этом случае убедительно проявляется роль воздуха в создании вторичных структур при обработке титановых сплавов [3].

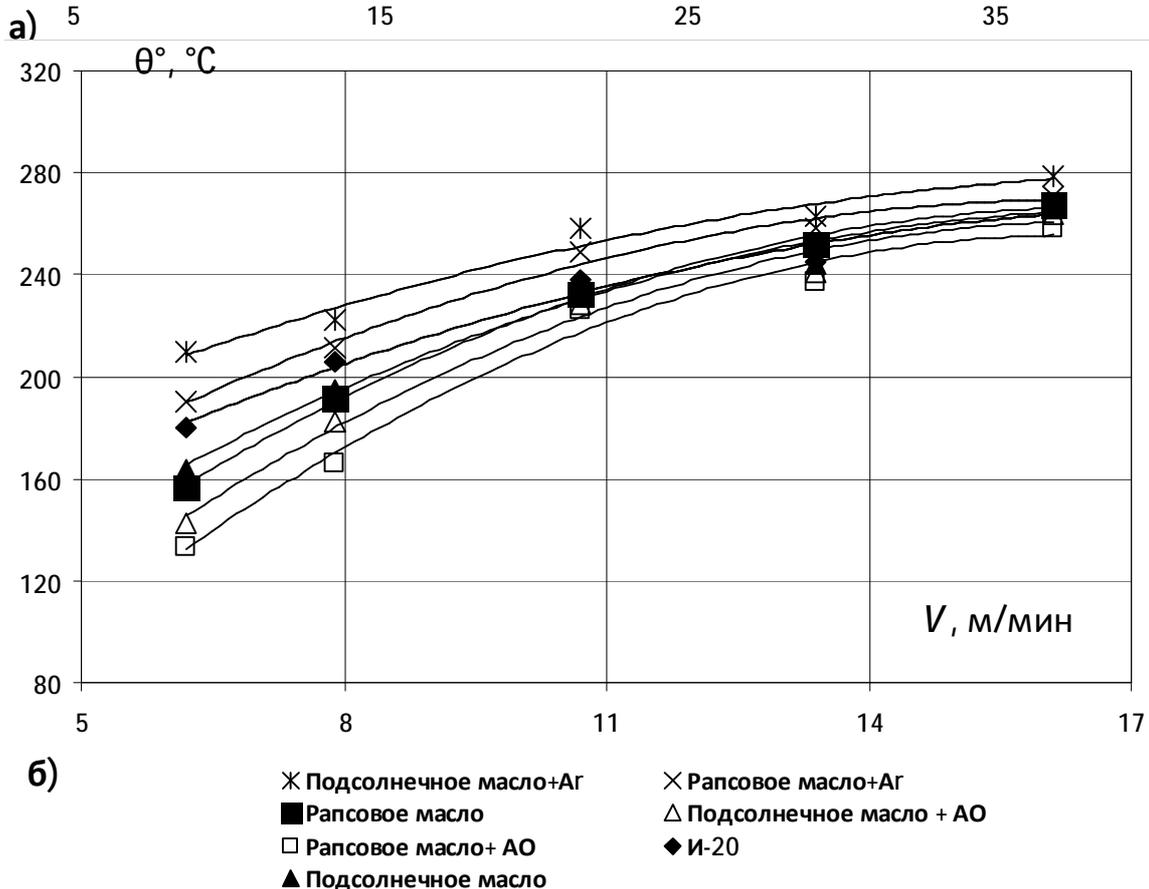
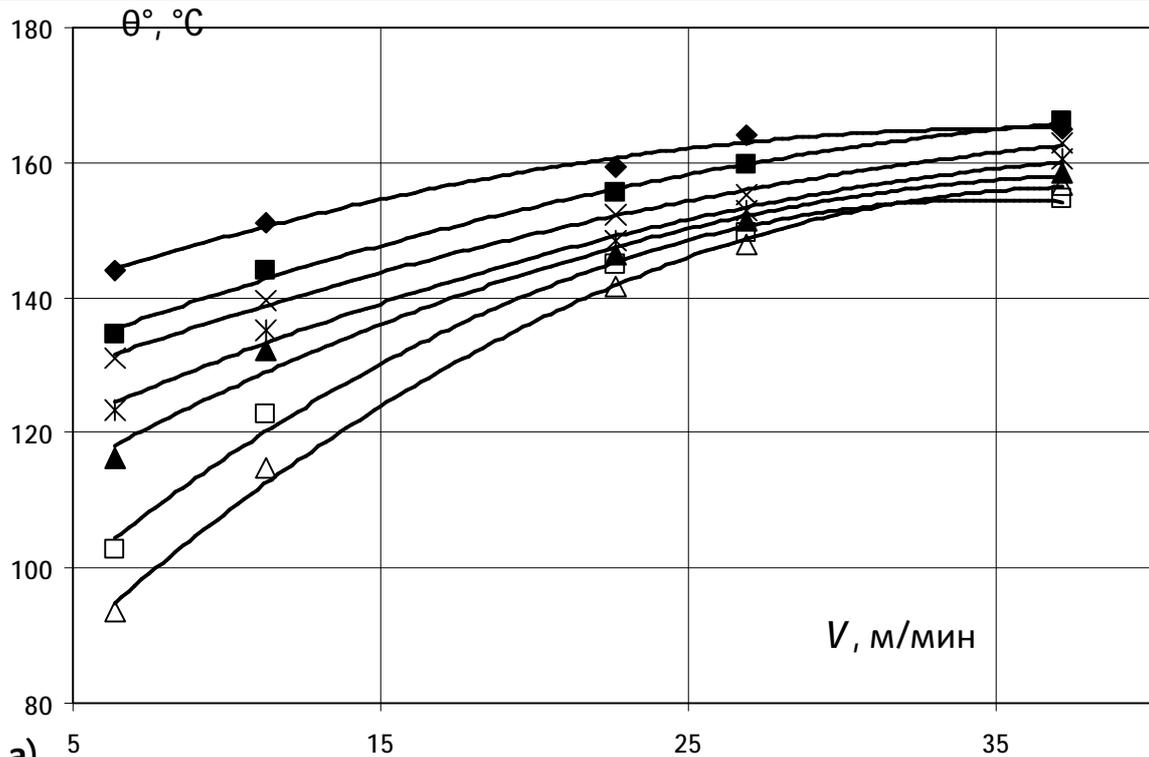


Рис. 3. Влияние СОТС на температуру резания при точении ($s=0,1$ мм/об, $t=0,5$ мм):
а) нержавеющая сталь 12X18H10T; б) титановый сплав BT-22

Снижение температуры в зоне контакта происходит за счет охлаждающего действия СОТС, облегчения процесса деформации стружки и уменьшения работы сил трения, вследствие смазывающего эффекта. Учитывая способ подачи СОТС, а именно минимизированную подачу, можно утверждать, что механизм снижения температуры резания связан в основном изменением работы сил трения и увеличением пластифицирующего действия технологической среды. При температурах, превышающих 300–350 °C охлаждающее действие СОТС исчезает, что связано, по-видимому, с их термодеструкцией. Это обстоятельство ограничивает использование данного вида СОТС и указывает на необходимость поиска таких условий их применения, при которых инструменты изначально работают на заниженных режимах

согласно технологическим ограничениям.

Выводы

Таким образом, применение модифицированных СОТС растительной природы обуславливает снижение температуры резания нержавеющей стали и титанового сплава во всем исследованном диапазоне режимов резания, значимо проявляясь на низких скоростях. Выявлено, что при обработке химически активного титанового сплава СОТС подаваемые в среде аргона вызывают повышение температуры резания. Этот результат свидетельствует об эффективности защитного барьера создаваемого аргоном для доступа на контактные поверхности воздуха, играющего важную роль в протекании триботехнических и физико-химических процессов. При этом во всех случаях чистые и, в особенности, модифицированные растительные масла обуславливают значительно большее снижение температуры резания, чем промышленно применяемое минеральное масло И-20.

Литература

1. Якубов Ч.Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием / Якубов Ч.Ф. – Симферополь : СГТ, 2008. – 156 с.
2. Якубов Ф.Я. Структурно-энергетические аспекты упрочнения и повышения стойкости режущего инструмента / Ф.Я. Якубов, В.А. Ким. – Симферополь : Крымчпедгиз, 2005. – 300 с.
3. Алиев А.И. Повышение работоспособности сложнопровильного режущего инструмента за счет использования СОТС растительной природы : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Алиев Азиз Ибрагимович. – Харьков, 2011. – 116 с.
4. Менумеров Э.Р. Исследование влияния модифицированных СОТС растительной природы на составляющие силы резания / Э.Р. Менумеров, С.Р. Меметов, Ч.Ф. Якубов // Сучасні технології у машинобудуванні : зб. наук. статей. – Харків : НТУ «ХП», 2012. – С. 65–73.

Надійшла 11.11.2012 р.
Рецензент: д.т.н. Маруз М.П.

УДК 621.9

И.Д. АБДУЛКЕРИМОВ

РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

В даній статті представлені результати досліджень підвищення якості поверхні глухих отворів у литих деталях пневмоапаратури, виготовленої з алюмінієвих сплавів, методами поверхнево пластичного деформування. Представлено деформуючий інструмент та режими обробки, стенд для перевірки на герметичність, а також алгоритм обробки і результати.

Ключевые слова: герметичность, газо-усадочная пористость, качество соединения.

This article presents the results of research, improve the quality of the surface of the blind holes in cast parts pneumatic equipment made from aluminium alloys, methods of surface plastic deformation. Submission of a deforming tool and processing modes, stand to check for leaks, as well as the processing algorithms and results.

Keywords: seal, gas shrinkage porosity, quality connections.

Введение

В промышленности на различных предприятиях в технологических процессах обеспечение герметичности литых деталей выполняется методом пропитки в вакууме и применением различных герметиков. Но, вследствие влияния линейных и объемных температурных расширений на изделие в процессе эксплуатации, эти методы не обеспечивают получения герметичных разъемных соединений.

Технологический переход вакуумирования при литье под давлением не устраняет полностью газо-усадочную пористость [1]. Не представляется также возможным с помощью технологических приемов удалить воздух с пресс-формы и газы, возникающие от сгорания смазки.

Следовательно, или в процессе формирования резьбы, или предварительно перед ним необходимо «закрыть» эти поры и изолировать их друг от друга. Одним из приемов технологического процесса может являться применение деформирующего инструмента.

Анализ литературных источников показал возможность получения резьбы данным методом, но прочных материалов не склонных к охрупчиванию и растрескиванию в процессе деформирования [2].

В связи с этим для получения плотного безпористого поверхностного слоя возникает необходимость получения герметичности резьбовых соединений при изготовлении деталей из материалов с газо-усадочной пористостью, что обеспечивается разработкой технологии, включающую в себя деформирующий инструмент.