

УДК 621.9

Алиев А. И.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОТС РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ**

*У статті розглянуто вплив рослинних олій, що використовуються в якості ЗОТЗ, на складові сили різання при вільному точінні конструкційної сталі, корозійностійкої сталі і титанового сплаву. Показана ефективність рослинних олій при різанні сталей.*

**Ключові слова:** рослинна олія, адгезійна активність, сила різання, стабілізація.

*В статье рассмотрено влияние растительных масел, используемых в качестве СОТС, на составляющие силы резания при свободном точении конструкционной стали, коррозионно-стойкой стали и титанового сплава. Показана эффективность растительных масел при резании сталей.*

**Ключевые слова:** растительное масло, адгезионная активность, сила резания, стабилизация.

*In clause influence of the vegetable oils used as lubricant means on components of cutting force is considered at free turning of constructional steel and titanic alloy. Efficiency of vegetable oils is shown at cutting of steels.*

**Key words:** vegetable oil, adhesive activity, cutting force, stabilization.

**Постановка проблемы.** Тенденция экологической ориентированности современного производства, снижение норм расхода за счет применения техники минимальной смазки, повышенные смазочные свойства, явились основными причинами обращения к растительным маслам как к смазочно-охлаждающим технологическим средствам.

**Анализ литературы.** Исследования в области изыскания возможностей наиболее рационального применения растительных масел в механической обработке достаточно популярны в настоящее время [1; 2]. При этом биомасла могут быть использованы как в натуральном, так и в модифицированном виде. Созданы системы экономически оправданной подачи масел в зону резания [3]. Однако до конца неопределенными остаются вопросы выбора подходящих растительных масел для различных технологических операций и разных групп обрабатываемых материалов. Нами проведен ряд моделирующих экспериментов, направленных на изучение влияния растительных масел на адгезионные характеристики процесса трения, неизменно сопровождающего процесс резания. Результаты этих экспериментов [4] показали эффективность биомасел по отношению к минеральным, являющимся основой производства масляных СОТС.

Наиболее интересным результатом представляется факт увеличения прочности адгезионных связей на срез (до 40%) при использовании минерального масла И-30 по отношению к сухому трению в паре: быстрорежущая сталь Р6М5 – титановый сплав ВТ1-0.

На основании вышеизложенного было выдвинуто предположение, что наиболее эффективными растительные масла будут на операциях с низкими скоростями резания в условиях выраженного адгезионного износа и наростообразования. Стало объективной необходимостью проведение станочных экспериментов с целью сравнения результатов моделирующих экспериментов с практическими результатами.

**Целью статьи** является определение влияния смазочных свойств масел на изменении значений проекций силы резания.

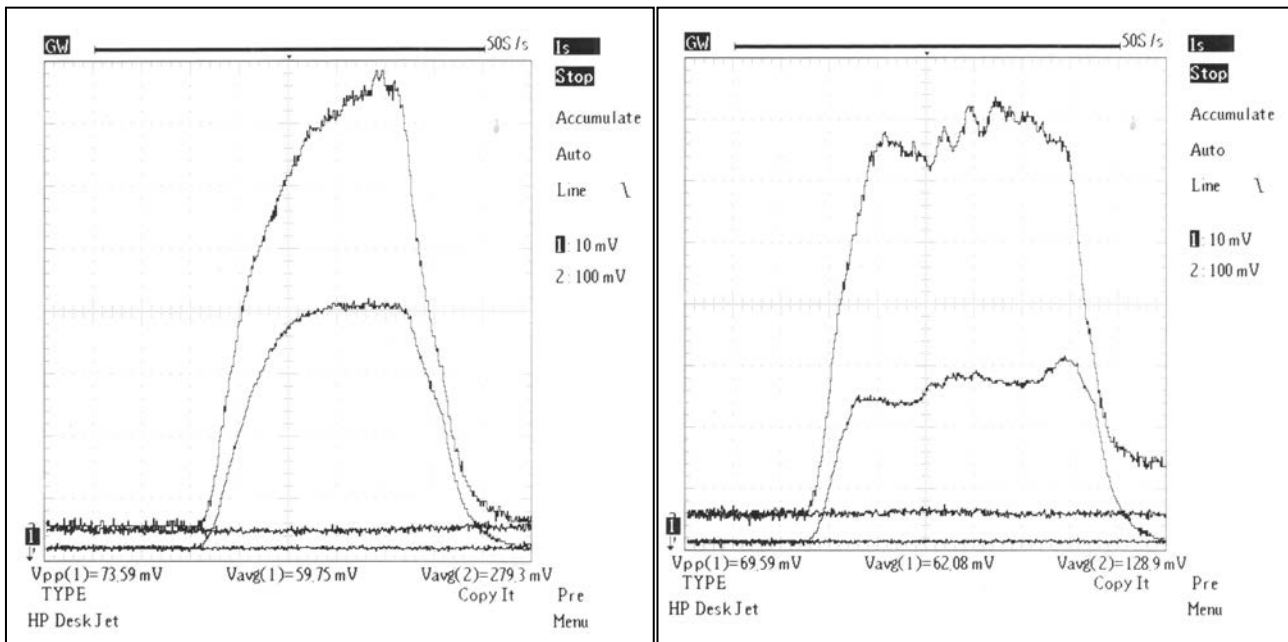
**Изложение основного материала.** Для простоты и точности проводимого эксперимента

мы обратились к операции свободного точения проходными упорными резцами из быстрорежущей стали Р6М5. В качестве обрабатываемых материалов были выбраны сталь 45, коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т и титановый сплав ВТ1-0. Геометрия режущего клина оставалась постоянной на всех резцах:  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ$ .

Резание осуществлялось всухую и с применением СОТС, подаваемого в зону резания под давлением 232 кПа. Расход СОТС составлял 80 г/ч с учетом различий в динамической вязкости используемых жидкостей. Рассматривалось действие следующих СОТС: растительные масла, относящиеся к различным группам окисляемости (рапсовое, подсолнечное и касторовое), минеральное масло И-30 (основа масляной СОТС), масляная СОТС МР-17М и эфир пальмового масла. Испытания проводились на токарно-винторезном станке повышенной точности SAMAT 400S. Для измерения составляющих силы резания использовался универсальный динамометр УДМ-600 и цифровой осциллограф GDS-830.

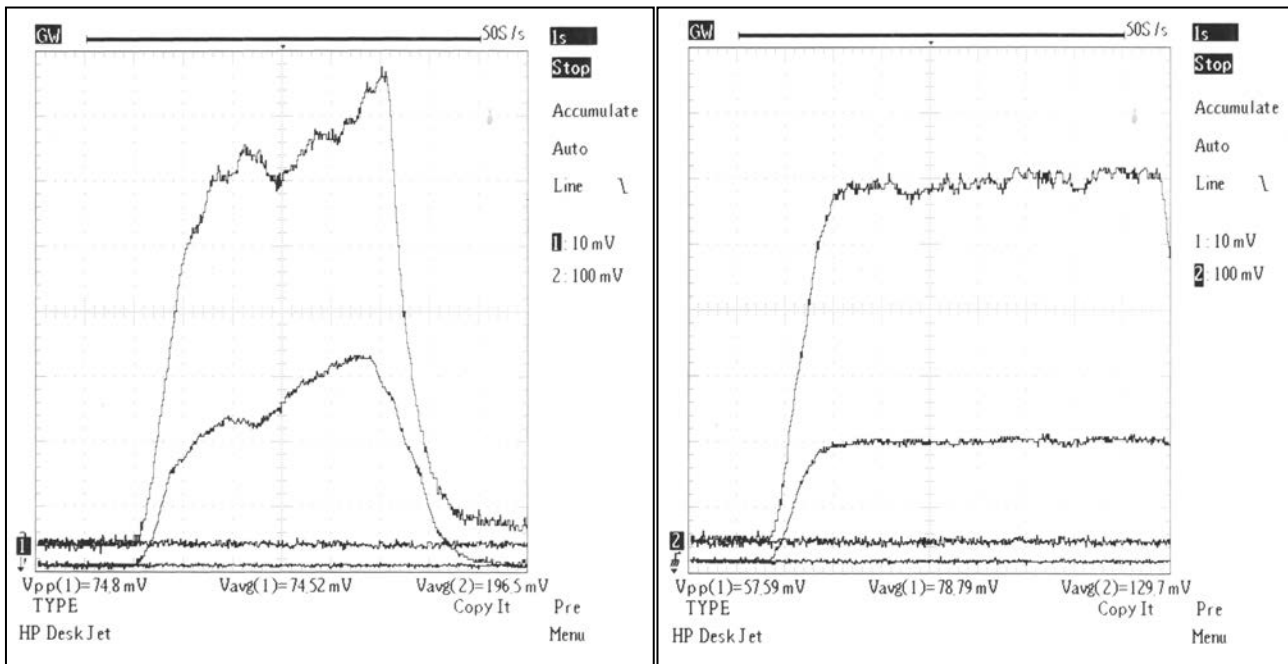
Уже первые опытные кривые, полученные при обработке конструкционной стали показали, что применяемые растительные масла не только уменьшают значения составляющих силы резания, но и улучшают динамику контактных процессов, стабилизируя их (рис. 1). Кроме того, «заваливание» стружки, наблюдаемое при обработке всухую, с применением минерального масла снижается, а с использованием растительных масел полностью исчезает (рис. 2). Устранение «заваливания» свидетельствует о существенном снижении сил трения на передней поверхности, способствующем более эффективному удалению стружки из контактной зоны.

В ходе проведенных экспериментов были получены зависимости составляющих силы резания от скорости резания и подачи. Анализ этих зависимостей показал, что СОТС растительной природы заметно влияют на изменения сил резания, понижая их численные значения на относительно низких скоростях, а с увеличением скорости резания и подачи это различие практически нивелируется. Наименьшая разница в действии сред была замечена при обработке титанового сплава.



а)

б)



в)

г)

Рис. 1. Экспериментальные графики измерения сил резания: а) сухое резание; б) минеральное масло И-30; в) МР-17М; г) подсолнечное масло.



а)



б)



в)

Рис. 2. Образование «заваливаний» при обработке: а) сухое резание; б) минеральное масло И-30; в) подсолнечное масло.

В табл. 1 представлены результаты измерений, проведенных при режимах резания, обеспечивающих наиболее выраженное различие в действии сред при обработке исследуемых в

настоящей работе материалов (в числителе – тангенциальная составляющая  $P_z$ , в знаменателе – осевая составляющая  $P_x$ ).

Таблица 1.

Значения составляющих силы резания при свободном точении с СОТС.

	Сталь 45 ( $V = 24,6$ м/мин., $t = 1,5$ мм, $S = 0,2$ мм/об.)	08X18H10T ( $V = 13,9$ м/мин., $t = 1,75$ мм, $S = 0,2$ мм/об.)	BT1-0 ( $V = 7,1$ м/мин., $t = 1,75$ мм, $S = 0,2$ мм/об.)
Сухое резание	507	601	398
	596	888,5	183
Минеральное И-30	424	554	427
	468	751	177
Рапсовое	343,5	476	392
	333	682	159
Подсолнечное	369	476	382
	338	665	156
Касторовое	384	485	417
	361	712	175
Эфир пальмового масла	335	398	367
	320	647,5	148
MP-17M	398	460,5	413
	441	682	166

Отметим наиболее принципиальные факты, обнаруженные в результате эксперимента:

- растительные масла, используемые в качестве СОТС, не уступают (обработка коррозионно-стойкой стали), а ряде случаев (обработка конструкционной стали и титанового сплава) превосходят традиционно применяемую масляную СОТС;
- при точении конструкционной стали в среде растительных масел силы резания снижаются в 1,3–1,5 раз по отношению к резанию всухую, тогда как минеральное масло И-30 и приготовленная на его основе СОТС MP-17M снизили значение сил в 1,2 и 1,25 раза соответственно;
- растительные масла, оказавшиеся в моделирующих экспериментах по трению наиболее эффективными для отдельных материалов, остаются таковыми и при резании (так, рапсовое масло при свободном точении конструкционной стали показало более низкие значения составляющих силы резания, чем подсолнечное и касторовое масла); в экспериментах по определению адгезионных характеристик значения силы трения в присутствии рапсового масла также были минимальными;
- касторовое масло, заметно снижавшее значение силы трения в моделирующих экспериментах, при резании оказалось малоэффективным, по-видимому, это связано с высокой вязкостью касторового масла, затрудня-

ющей проникновение смазочного материала в контактную зону;

- обработка коррозионно-стойкой стали 08X18H10T характеризуется изменением соотношения между тангенциальной  $P_z$  и осевой  $P_x$  составляющими силы резания по сравнению с обработкой конструкционной стали; преобладающие значения составляющей  $P_x$  связаны с увеличением угла сдвига и повышением работы пластического деформирования; применение СОТС также в большей степени оказывает влияние именно на снижение составляющей  $P_x$ ;
- при точении титанового сплава СОТС слабо влияет на изменение сил резания ввиду того, что высокий уровень контактных нагрузок снижает вклад силы трения в общую силу резания; тем не менее, можно наблюдать некоторое понижение численных значений проекции силы резания (на 4–5%); ожидаемого по результатам моделирующих экспериментов существенного увеличения сил резания при подаче минерального масла замечено не было, однако возрастание значений осевой составляющей  $P_z$  на 8% в свою очередь может отражать усиление адгезионных процессов.

#### Выводы.

1. Влияние СОТС растительной природы на величины проекций силы резания наиболее ощутимо в условиях наростообразования и активизации деформационных процессов на передней поверхности.

2. Показана возможность подбора наиболее эффективной для конкретного обрабатываемого материала СОТС на растительной основе в ходе моделирующих экспериментов по трению.

Таким образом, появляется необходимость дальнейших исследований по определению наиболее приемлемых норм расхода и давления подаваемых растительных СОТС.

Также интересным представляется влияние изменения условий трения на температурное состояние контактной зоны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Якубов Ч. Ф. Повышение износостойкости быстрорежущих инструментов путем направленной трансформации их исходных свойств : дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук : спец. 05.03.01 «Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструменты» / Чингиз Февзиевич Якубов. – Харьков, 2004. – 153 с.
2. Schmidt H.-G. Komplexester aus pflanzlichen Ölen / H.-G. Schmidt // 9<sup>th</sup> International Colloquium. – Esslingen, 1994. – Vol II. – P. 2.2.-1–2.2-9.
3. Einsatz der Minimalmengenschmierung in der Zerspanung / [autorenkollektiv] ; Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall mbH. – Projektbericht Nr 9. – Hannover, 1996.
4. Алиев А. И. Влияние масел растительной природы на адгезионные процессы при различных температурах / А. И. Алиев, Ч. Ф. Якубов // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2002. – Вып. 61. – С. 3–5.
5. Капустин А. С. Исследование эффективности действия СОТС в парообразном состоянии при обработке металлов резанием : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук : спец. 05.03.01 «Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструменты» / А. С. Капустин. – Иваново, 1997. – 18 с.
6. Внуков Ю. Н. Повышение износостойкости быстрорежущих инструментов на основе исследования условий их трения с обрабатываемыми материалами и реализация новых технологических возможностей : дис. на соискание ученой степени докт. тех. наук : спец. 05.03.01 «Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструменты» / Юрий Николаевич Внуков. – М., 1995. – 378 с.