

© Маршуба В.П., Сичов Ю.И., Чернякова О.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И АДГЕЗИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ ТРЕНИЯ ПО ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА НА МОДЕЛИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКЕ

1. Постановка проблемы

По данным работ А.Я. Котлярова и др. [1], И.В. Крагельского и др. [2] известно, что адгезионное взаимодействие на контактных поверхностях инструмента приводит к цикличности нагрузок (вибрации), дестабилизирует силу резания и коэффициент трения в зоне контакта, способствует возникновению усталостных разрушений и отрыву микро - и макрочастиц инструментального материала. Следовательно, силы адгезии инициируют возникновение таких физических явлений как: образование и рост наростов, износ контактных площадок инструмента и обрабатываемых деталей, пакетирование стружки и др.

Исходя из того, что наросты возникают в результате совместного действия высоких температур и больших контактных напряжений, часто по интенсивности их образования судят об адгезионном взаимодействии инструментального и обрабатываемого материалов. Но это может привести к ошибочным выводам по доле адгезионного взаимодействия в силе резания, так как наросты возникают в результате не только адгезионного, но и механического взаимодействия (при заклинивании небольших объемов приконтактного слоя металла в микронеровностях поверхности инструмента). При этом поверхностные слои обрабатываемого материала, в связи с высокой скоростью деформации, сильно упрочняются, и разрушение стружки при трении будет происходить в нижележащих слоях, а внедрившиеся частицы металла останутся на поверхности $A\gamma$ даже при

небольшом адгезионном взаимодействии. Это явление наблюдается в виде белого налета на рабочей части сверла даже после его непродолжительной эксплуатации, причем увеличение интенсивности наблюдается по направлению к вершине инструмента, что и подтверждает данное предположение.

Установить цикличность образования наростов на контактных поверхностях (передняя и задняя) инструмента можно лишь на основе количественной оценки адгезионной и механической составляющей силы трения. Это позволит установить природу сил трения и тангенциальную прочность адгезионной связи, а также выявить и объяснить закономерности износа режущего инструмента и пакетирования стружки в стружечных канавках на основе действия составляющих силы трения.

Закономерности изменения тангенциальной прочности адгезионной связи зависят от нормальных контактных напряжений и величины температуры, как в зоне резания, так и в зоне обработки, т.е. для каждого конкретного набора параметров значение τ_{α} будет постоянным для передней поверхности. Тогда как закономерности изменения величин адгезионного и механического взаимодействия претерпевают, в зависимости от зоны действия, большие изменения, т.е. могут переходить из одного агрегатного состояния в другое. Следовательно, необходимо разделить задачу по исследованию механической и адгезионной составляющей силы трения разделить на две части: исследовав влияние составляющих силы трения, как по передней поверхности режущего инструмента, так и по задней.

При решении этой задачи определяли отдельно по передней и задних поверхностях изменение тангенциальной прочности адгезионной связи от нормальных напряжений и температуры.

Необходимые сведения о природе образования пакетов стружки в стружечных канавках спиральных сверл и количественная оценка величины силы трения при взаимодействии пар алюминий – быстрорежущая сталь, алюминий – нитрид и карбид титана приведены в работе [3]. Других данных

по этому вопросу в отечественной и зарубежной литературе нет, кроме общих сведений о коэффициентах адгезии различных пар материалов, т.е. в них имеются отрывочные данные о взаимодействии различных материалов применительно к процессу чистого трения. Поэтому необходимо провести ряд исследований, направленных на определение адгезионной (тангенциальной) составляющей силы трения по передней поверхности на моделирующей установке [4].

2. Анализ последних исследований

Измерение составляющих механического и адгезионного взаимодействия силы трения для разнообразных исследуемых пар материалов по данным различных авторов [1...3], проводилось при разных значениях температуры, как в естественных условиях (на воздухе), так и в вакууме, с охлаждением зоны контакта, так и без него, при трении или статическом контакте поверхностей под давлением.

Поэтому на базе существующих в настоящее время исследований по вопросу определения адгезионного взаимодействия силы трения, автором разработан метод, который основан на определении тангенциальной составляющей контактных напряжений (тангенциальной силы адгезионной связи) при трении исследуемых двух видов материалов. Опыты проводились при температурах и других параметрах рассматриваемого процесса, соответствующих условиям протекания процесса резания при обработке глубоких отверстий [4].

3. Цель статьи

Определение величины адгезионной составляющей силы трения в процессе резания различных материалов по передней поверхности спирального сверла. Взяв за основу разработанный метод исследований составляющих силы трения, а также существующие закономерности взаимодействия физических явлений, возникающих и протекающих в

процессе резания, создать физическую и математическую модель процесса образования наростов на основе исследованного механизма механической и адгезионной составляющей силы трения.

3. Изложение основного материала

Экспериментальная установка [4] для определения адгезионной составляющей силы трения включает в себя: устройство для определения тангенциальной прочности адгезионной связи, динамометр, блок питания и реостат для нагревательных элементов, регистрирующую аппаратуру.

Во время проведения опытов использовали цилиндрические образцы из различных марок литейных алюминиев, имеющие центральное отверстие $\varnothing 5$ мм и паз шириной и глубиной 5 мм (рис. 1) с двух сторон. Кроме этого на образце выполнялись контактные поверхности в виде переходного конуса под углом 140° с торцевой поверхности на центральное отверстие.

Образец сжимали, между двумя короткими спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5Ф3, либо между такими же сверлами с нанесенными на их рабочую поверхность износостойкими тонкими покрытиями (ИзТП), оксида или нитрида титана по ГОСТ 9.073–77.

Сверла располагали таким образом, чтобы главные режущие кромки располагались перпендикулярно к пазу под углом 90° , после этого образец сжимали до необходимого усилия и поворачивали на 90° .

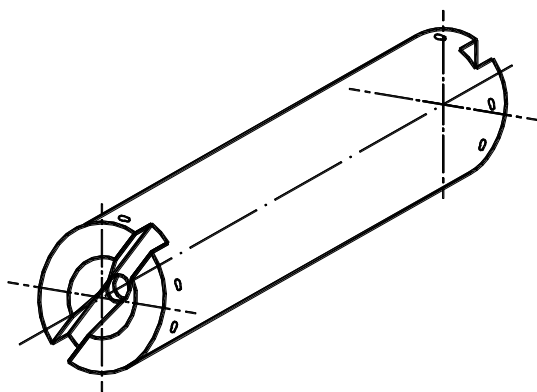


Рис. 1 – Образец из алюминия. Измеряя усилие, необходимое для вращения образца, при различных измерениях тангенциальной температуры и давления, определяли прочность адгезионной связи удельную силу трения, которая при достаточно высокой геометрической точности контактных поверхностей сверл и низкой шероховатости, равна тангенциальной прочности адгезионной связи. Задние поверхности сверла затыловали под большим углом, чтобы уменьшить до минимума величину контакта по задней поверхности. Переднюю поверхность инструмента шлифовали и полировали, обеспечив шероховатость поверхности $R_a=0,04...0,063$ мкм. Плотность контакта между образцом и сверлом осуществлялась путем врезания инструмента в поверхность заготовки.

Контактную зону сверл нагревали с помощью нихромовых нагревательных элементов, охватывающих их цилиндрическую поверхность. Температуру в зоне контакта контролировали с помощью шести хромель-алюмелевых термопар, термоэлектроды, которых были установлены в радиальных отверстиях образца.

Сверло и образец перед проведением опытов обезжиривали в кипящем толуоле и протирали активированным углем.

В своей работе И.В. Крагельский [2] привел характерную кривую распределения нормальных напряжений β на поверхности $A\gamma$ (рис. 2), начало координат, которой находится в точке A , удаленной от режущей кромки сверла на расстояние C , равное ширине контакта стружки с передней поверхностью и соответствующая точке отрыва ее от передней поверхности. Следовательно, расстояние C' и C'_1 находим по формулам:

$$C' = 1 - \sqrt[n]{\frac{\tau_T - \tau_0}{\rho\beta}}; \quad C'_1 = C' \left(1 - \sqrt[n]{\frac{\tau_T - \tau_0}{\rho\beta}} \right)$$

где n – показатель степени; τ_0 – сопротивление сдвигу материала стружки.

По мере приближения к режущей кромке (точке O) нормальные напряжения ρ возрастают в десятки раз, так как они изменяются по экспоненциальному закону. Поэтому этот участок передней поверхности стандартных сверл условно делится на две части: первый «ОВ», или зона торможения (застойная); второй – «АВ» зона внешнего трения. Зона «ОВ» является участком активного наростообразования при определенных режимах резания (от 10 до 50 м/мин), что подтверждается различными работами. Из этого следует, что тангенциальная прочность адгезионной связи на этом участке имеет некоторое среднее значение $\Delta\tau_\gamma$ (см. табл.).

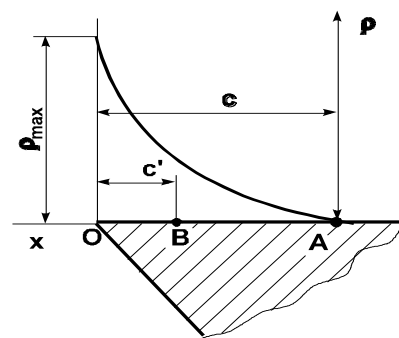


Рис. 2 – Характерная эпюра распределения нормальных напряжений ρ на поверхности $A\gamma$ режущего инструмента

Форма эпюры нормальных напряжений не изменяется от условий об

Таблица - Суммарные значения $\Delta\tau_\gamma$, МПа на поверхности $A\gamma$ стандартных сверл

	N, H	$\Sigma\Delta\tau_\gamma$, МПа					ρ , МПа
		20° C	100° C	200° C	300° C	400° C	
Р6М5Ф3	500	29,7	25,1	23,2	23,3	19,3	57,9
	1000	48,9	33,5	41,2	34,8	26,7	115,7
	1500	65,3	54,7	52,4	44,4	39,8	173,6
	2000	81,3	70,2	58,7	47,8	43,9	231,4
$\Delta\tau_\gamma$, МПа		56,30	47,87	43,87	37,57	32,42	
Р6М5Ф3 +покрытие КОН Ti 6 изн.	500	20,9	20,6	19,0	17,7	15,5	57,9
	1000	37,6	35,5	28,9	24,9	21,3	115,7
	1500	59,0	47,8	41,9	33,0	24,2	173,6
	2000	67,9	61,3	51,7	38,8	36,3	231,4

$\Delta\tau_\gamma$, МПа		46,35	41,30	35,37	28,60	24,32	
Р6М5Ф3 +покрытие КОН TiN 10 изн.	500	19,8	19,9	17,5	14,5	10,2	57,9
	1000	32,5	29,6	26,7	19,4	17,5	115,7
	1500	48,8	37,7	35,5	25,6	19,8	173,6
	2000	65,4	50,0	44,3	33,1	28,7	231,4
$\Delta\tau_\gamma$, МПа		41,62	34,30	31,00	23,15	19,05	

работки для различных материалов, поэтому можно полагать, что при изменении среднего значения тангенциальной прочности адгезионной связи $\Delta\tau_\gamma$ (см. рис. 3) на поверхности $A\gamma$ сверла в зависимости от скорости резания будет отражаться изменение силы адгезионного взаимодействия. Тангенциальная прочность адгезионной связи $\Delta\tau_\gamma$ на поверхности $A\gamma$ меньше, чем такое же значение на задних поверхностях, поэтому $\Delta\tau_\alpha$ имеет некоторое среднее значение.

В процессе проведения исследований было установлено, что около 90% всех нормальных и касательных напряжений приходится на участок ОВ внутреннего скольжения, что согласуется с данными работ Н.Н. Зорева и Б.И. Костецкого и др., а 10% на участок АВ. Отсюда следует, что весьма важно знать пути влияния различных параметров резания на протяженность участка ОВ, а также адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{a\gamma}$ (рис. 4) и соотношения адгезионной составляющей к суммарной удельной силе трения $\tau_{a\gamma} / \Delta\tau_\gamma$ (см. рис. 5).

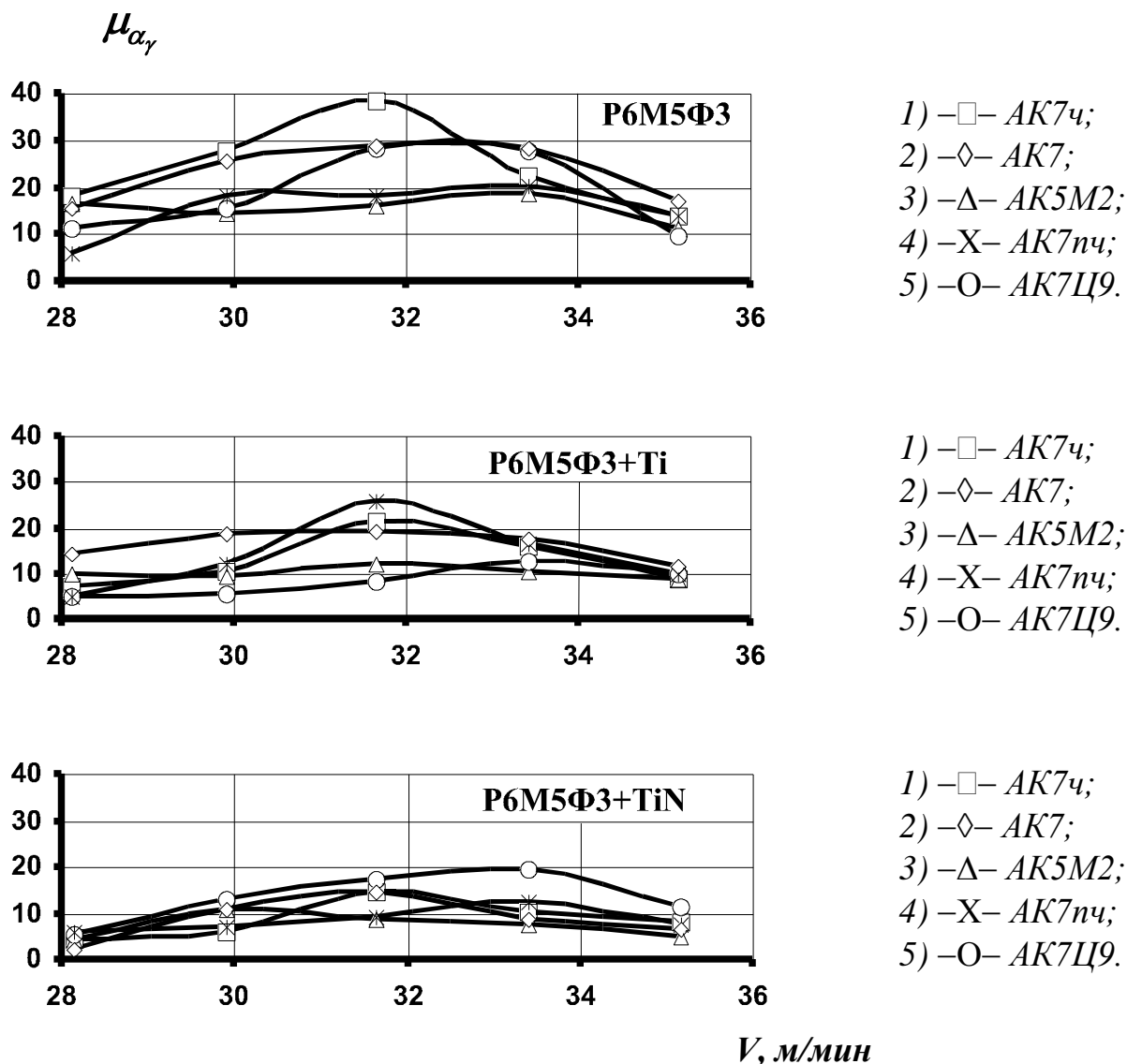
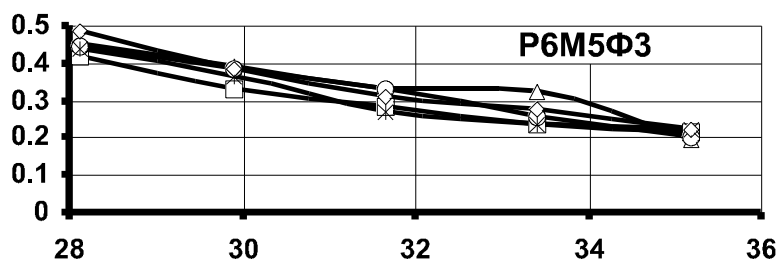


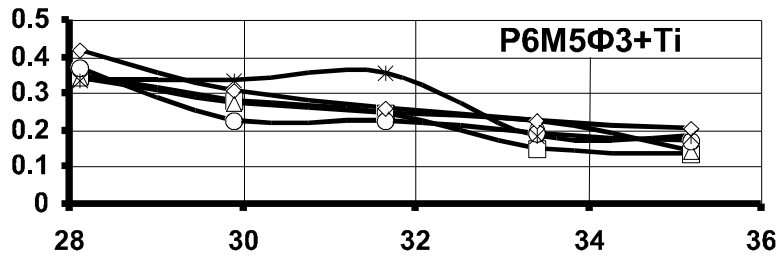
Рис. 3 – Влияние скорости резания V , м/мин на адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{а\gamma}$ на поверхности $A\gamma$, при взаимодействии стали Р6М5Φ3, износостойких покрытий КОН Ti 6 изн. и КОН TiN 10 изн. с алюминия.

На прочность адгезионного шва на поверхности $A\gamma$ между обрабатываемым и инструментальным материалом, оказывают влияние два фактора тепловое разупрочнение и наклеп под действием нормальных напряжений.

$\tau_{a\gamma}$ 

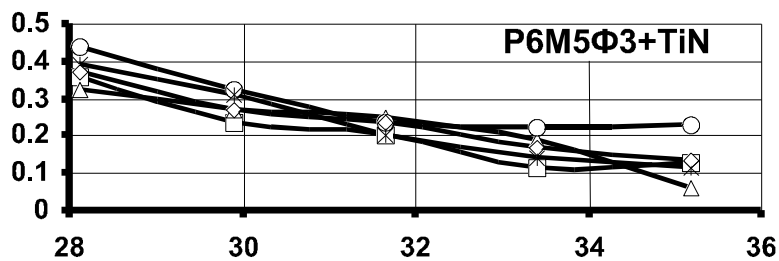
а)

- 1) –□– АК7ч;
- 2) –◇– АК7;
- 3) –Δ– АК5М2;
- 4) –X– АК7пч;
- 5) –O– АК7Ц9.



б)

- 1) –□– АК7ч;
- 2) –◇– АК7;
- 3) –Δ– АК5М2;
- 4) –X– АК7пч;
- 5) –O– АК7Ц9.



в)

- 1) –□– АК7ч;
- 2) –◇– АК7;
- 3) –Δ– АК5М2;
- 4) –X– АК7пч;
- 5) –O– АК7Ц9.

 $V, \text{ м/мин}$

Рис. 4 – Влияние скорости резания $V, \text{ м/мин}$ на адгезионную составляющую суммарной удельной силы трения $\Delta\tau_{a\gamma}, \text{ МПа}$ на поверхности $A\gamma$, при взаимодействии стали P6M5Φ3, износостойких покрытий КОН Ti 6 изн. и КОН TiN 10 изн с алюминиями.

Для литейных алюминия коэффициент упрочнения β на поверхности $A\gamma$ с увеличением температуры $\Theta^\circ \text{C}$ уменьшается, но вместе с тем он немного меньше, чем по задней поверхности. Поэтому преимущественное влияние оказывает снижение прочности мостиков схватывания под действием возрастающей температуры в зоне резания. В результате чего прочность адгезионного шва, при увеличении скорости резания в начале выбранного

интервала несколько возрастает, а затем резко снижается по аналогии с коэффициентом упрочнения β . В связи с этим зависимость $\Delta\tau_\gamma$ от скорости резания V , м/мин определяется характером изменения нормальных напряжений.

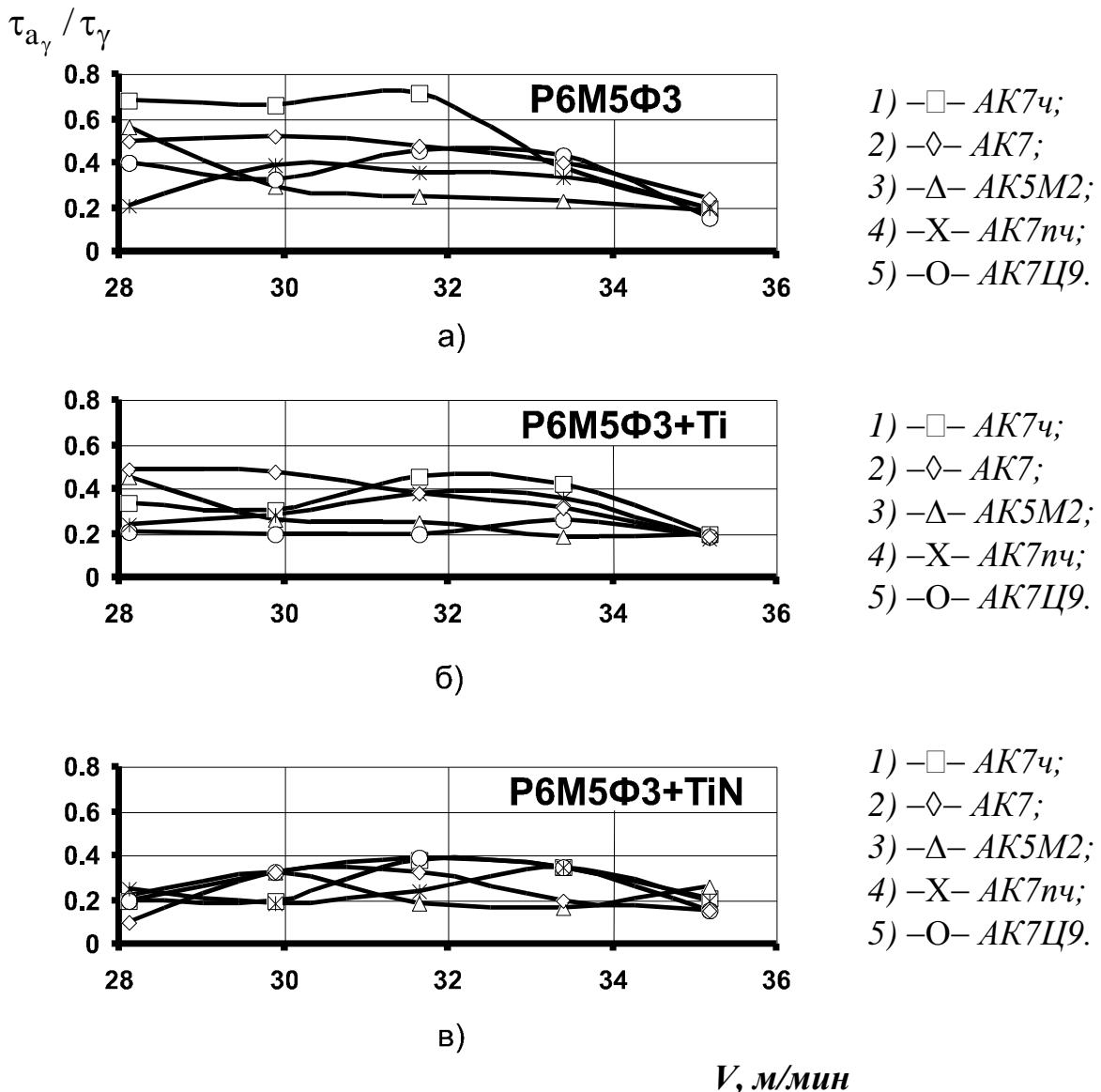


Рис. 5 – Влияние скорости резания V , м/мин на соотношение адгезионной составляющей к суммарной удельной силы трения $\tau_{a\gamma} / \tau_\gamma$ на поверхности A_γ , при взаимодействии стали P6M5Φ3, износостойких покрытий КОН Ti 6 изн. и КОН TiN 10 изн. с ЛАС.

При обработке глубоких отверстий в литейных алюминиевых сплавах

при взаимодействии со сталью Р6М5Ф3, нормальные напряжения ρ , как отмечалось ранее, возрастают в пять раз, но это вызывает небольшое увеличение $\Delta\tau_{a\gamma}$ в начале интервала скоростей, а в конце интервала его резкое снижение в два раза (рис. 4). Следовательно, уменьшение нормальных напряжений сопровождается снижением тангенциальной прочности адгезионной связи $\Delta\tau_{\gamma}$.

Адгезионная составляющая коэффициента трения $\mu_{a\gamma}$ уменьшается с увеличением скорости резания V , м/мин, что вызвано повышением нормальных напряжений, потому что влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$, подобно влиянию скорости резания на адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{a\gamma}$.

Деформационная составляющая коэффициента трения $\mu_{\partial\gamma}$ по поверхности $A\gamma$ рассчитана по формуле:

$$\mu_{\partial\gamma} = \mu_{\gamma} - \mu_{a\gamma},$$

где μ_{γ} – коэффициент трения по поверхности $A\gamma$, $\mu_{a\gamma}$ – адгезионная составляющая коэффициента трения по поверхности $A\gamma$.

Коэффициент трения μ_{γ} находим из соотношения тангенциальной прочности адгезионной связи к нормальному напряжению по формуле М.Ф. Полетики:

$$\mu_{\gamma} = \tau_{\gamma} / \rho.$$

Коэффициент $\mu_{\partial\gamma}$ на поверхности $A\gamma$ изменяется в небольших пределах от 0,05 до 0,006, и значительно меньше, чем по задней поверхности приблизительно в три раза, при взаимодействии литейных алюминиевых сплавов со сталью Р6М5Ф3, ИзТП. То есть, изменение среднего коэффициента трения μ_{γ} на поверхности $A\gamma$, обусловлено, преимущественно, изменением адгезионной составляющей.

При резании сплава АК7 влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$ имеет нелинейный вид, коэффициент трения изменяется в пределах от 0,5 до 0,13.

Наибольшее значение $\mu_{a\gamma}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. При этом применение ИзТП снижает в среднем значение $\mu_{a\gamma}$ для покрытия Ti в 1,1 раза, а для TiN в 1,4 раза.

При резании сплава АК7ч влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$ имеет нелинейный вид, коэффициент трения изменяется в пределах от 0,5 до 0,06. Наибольшее значение $\mu_{a\gamma}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. Применение ИзТП Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\gamma}$ на 1,4 и 1,6 раза соответственно.

При резании сплава АК7пч влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$ имеет нелинейный вид, коэффициент трения изменяется в пределах от 0,5 до 0,2. Наибольшее значение $\mu_{a\gamma}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. Применение ИзТП Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\gamma}$ на 1,4 и 1,1 раза соответственно.

При резании сплава АК5М2 влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$ имеет нелинейный вид, при взаимодействии со сталью Р6М5Ф3 и покрытием TiN, а при взаимодействии с Ti ярко выраженный горообразный характер. Наибольшее значение $\mu_{a\gamma}$ имеет при скорости резания для Ti 1,65 м/мин, а для остальных при скорости резания 28,13 м/мин. Применение ИзТП Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\gamma}$ на 1,1 и 1,3 раза соответственно.

При резании сплава АК7Ц9 влияние скорости резания на $\mu_{a\gamma}$ имеет нелинейный вид, и изменяется незначительно в пределах от 0,5 до 0,15. Наибольшее значение $\mu_{a\gamma}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. Применение ИзТП Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\gamma}$ в 1,2 и 1,4 раза соответственно.

Адгезионная составляющая коэффициента трения $\mu_{a\gamma}$ для литейных

алюминиевых сплавов не одинакова. Это обусловлено наличием в структуре этих сплавов различных компонентов, и адгезионным взаимодействием этих сплавов с быстрорежущей сталью и тонкими износостойкими покрытиями.

Отношение адгезионной составляющей к суммарной силе трения $\tau_{a\gamma} / \Delta\tau_{\gamma}$ (рис. 5) характеризует вклад сил адгезии при взаимодействии в процессе фрикционного контакта исследуемых пар материалов по поверхности $A\gamma$. Применение ИзТП снижает значение отношения $\tau_{a\gamma} / \Delta\tau_{\gamma}$ в этом интервале скоростей резания.

Отношение $\tau_{a\gamma} / \Delta\tau_{\gamma}$ имеет наибольшее значение при резании сплава АК7 сталью Р6М5Ф3 в начале выбранного интервала скоростей резания. При увеличении скорости резания отношение $\tau_{a\gamma} / \Delta\tau_{\gamma}$ в начале увеличивается до 0,7, а затем резко снижается до 0,15, то есть имеет горообразный вид. Поэтому в области относительно низких скоростей выбранного интервала для этой пары исследуемых материалов преобладает адгезионное взаимодействие, а в области относительно высоких скоростей здесь преобладает механическое взаимодействие. В этом случае основное влияние на интенсивность износа на поверхности $A\gamma$ будут оказывать силы механического взаимодействия микронеровностей поверхности инструмента с обрабатываемым материалом.

При обработке литейных алюминиевых сплавов быстрорежущей сталью Р6М5Ф3 с ИзТП по поверхности $A\gamma$ преобладает механическое взаимодействие в выбранном интервале скоростей резания. Поэтому для снижения значений механического взаимодействия микронеровностей поверхности стружкоудалительных канавок с обрабатываемым материалом, необходимо подвергать их дополнительной механической обработке (шлифованию и полированию), эти выводы подтверждаются различными работами.

Таким образом, на основе совместного анализа данных моделирования

и закономерностей изменения контактных характеристик в зоне резания, на поверхностях $A\gamma$ установлены соотношения адгезионной и механической составляющих удельной силы трения, дающие представление о роли адгезионного и механического факторов в процессе фрикционного взаимодействия инструмента и обрабатываемого материала. Очевидно, что чем выше тангенциальная прочность адгезионной связи на поверхности $A\gamma$ по сравнению с суммарной силой трения, тем значительнее будет роль сил адгезии.

При глубоком безвыводном сверлении в литейных алюминиевых сплавах основное влияние на поверхность $A\gamma$ оказывают в процессе трения силы адгезионного взаимодействия для сплава АК7, для остальных сплавов – механического взаимодействия.

Выводы:

1. На специально разработанной моделирующей установке по определению тангенциальной прочности адгезионной связи τ_a и механической составляющей силы трения μ_{def} , были проверены закономерности изменения τ_a и μ_{def} для исследуемых пар материалов в зависимости от контактного давления и температуры. При анализе данных, полученных в ходе проведения экспериментов, было установлено: исследуемые закономерности адгезионного и механического взаимодействия литейных алюминия с поверхностями $A\gamma$ и $A\alpha$ сверл из стали Р6М5Ф3, с нанесенными на них ИзТП подчиняются биномиальному закону молекулярного трения. Следовательно, на поверхности $A\gamma$ тангенциальная прочность адгезионной связи хорошо описывается уравнением:

$$\tau_{\gamma} = \tau'_o + \beta\rho$$

2. Сдвиговое сопротивление адгезионной связи экстремально изменяется в зависимости от температуры в связи с противоположным влиянием двух факторов: а) термической активацией адгезионного

взаимодействия; б) тепловым разупрочнением мостиков схватывания. Коэффициент упрочнения адгезионной связи β с повышением температуры изменяется при фрикционном контакте исследуемых пар материалов в пределах от 1,6 до 3,8 на поверхности $A\gamma$.

3. Основное влияние на тангенциальную прочность адгезионного взаимодействия по контактных площадках на поверхностях $A\gamma$ сверла при глубоком безвыводном сверлении в литейных алюминиях оказывают нормальные напряжения ρ , в соответствии с изменением которых прочность адгезионной связи между обрабатываемым и инструментальным материалом изменяется в значительных пределах от 2 до 7 раз. Тепловое разупрочнение адгезионной связи (мостиков схватывания) и упрочнение поверхностного слоя заготовки под действием нормальных напряжений оказывает одинаковое влияние на прочность адгезионного взаимодействия, в связи с чем тангенциальная прочность адгезионной связи для наших условий изменяется в незначительных пределах до 15%.

4. При фрикционном контактировании сверл с тонкими износостойкими покрытиями нитрида и карбида титана и литейных алюминия по поверхности $A\gamma$ инструмента преобладает механическое взаимодействие.

Список использованных источников

1. Прочность адгезионной связи резца со стружкой при прерывистом резании сплавов титана / А. Я. Котляр [и др.] // Станки и инструмент. – 1979. – №9. – С. 19–21.
2. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.
3. Маршуба В. П. Адгезионное взаимодействие быстрорежущей стали с литейными алюминиевыми сплавами / В. П. Маршуба // Труды VII Международного семинара 24-28 сентября "Высокие технологии в

машиностроении: тенденции развития, менеджмент, маркетинг" / Харьк. гос. политехн. ин-т. – X., 1997. – С. 185–187.

4. Маршуба В. П. Моделирующая установка по определению адгезионной составляющей силы трения в процессе резания материалов / В. П. Маршуба, И. Б. Плахотникова, О. В. Маршуба // Вісн. Нац. техн. ун-та "ХПІ" : зб. наук. пр. – X., 2008. – № 23 : Технології в машинобудуванні: темат. вип. – С. 56–64.

Маршуба В.П., Сичов Ю.И., Чернякова О.В. «Определение механической и адгезионной составляющих силы трения по передней поверхности спирального сверла на моделирующей установке»

Статья посвящена определению тангенциальной прочности адгезионной связи и механической составляющей силы трения по передней поверхности спирального сверла на специально разработанной моделирующей установке. При анализе данных, полученных в ходе проведения экспериментов, было установлено: что исследуемые закономерности адгезионного и механического взаимодействия литейных алюминия с поверхностями A_{γ} и A_{α} сверл из стали Р6М5Ф3, с нанесенными на них износостойкими покрытиями подчиняются биномиальному закону молекулярного трения. Сдвиговое сопротивление адгезионной связи экстремально изменяется в зависимости от температуры в связи с противоположным влиянием двух факторов: термической активацией адгезионного взаимодействия; тепловым разупрочнением мостиков схватывания.

Маршуба В.П., Сичов Ю.И., Чернякова О.В. «Визначення механічної і адгезійної складових сили тертя по передній поверхні спірального сверла на моделюючій установці»

Стаття присвячена визначенню тангенціальної міцності адгезійного зв'язку і механічної сили тертя, що становить по передній поверхні спірального сверла на спеціально розробленій моделюючій установці. При

аналізі даних, отриманих в ході проведення експериментів, було встановлено: що досліджувані закономірності адгезійної і механічної взаємодії ливарних алюмінієв з поверхнями $A\gamma$ і $A\alpha$ свердел із сталі Р6М5Ф3, з нанесеними на них ізносостійкими покриттями підкоряються біноміальному закону молекулярного тертя. Сдвіговий опір адгезійному зв'язку екстремально змінюється залежно від температури у зв'язку з протилежним впливом двох чинників: термічною активацією адгезійної взаємодії; тепловим разупрочненням містків схоплювання.

Marshuba V.P., Sichuov U.I., Chernyakova O.V. «Determination mechanical and adhesive constituents of force of friction on the front surface of spiral drill on the designing setting»

The article is devoted to determination of tangential durability of adhesive connection and mechanical making force of friction on the front surface of spiral drill on the specially developed designing setting. During the analysis of data, got experiments during in the process experiments it was stated that the probed conformities of adhesive and mechanical co-operation of castings aluminizes with the surfaces of $A\gamma$ and $A\alpha$ of stud drills, with the wear proof coverage's inflicted on them submit to binominal law of molecular friction. Shifting resistance of adhesive connection changes extremely depending on the temperature in connection with opposite influence of two factors: thermal activating of adhesive co-operation; and thermal loss of strength of bridges of grasping.