

УДК 621.91

©Чернякова О.В., Маршуба В.П.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И АДГЕЗИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ ТРЕНИЯ ПО ЗАДНЕЙ 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 избранного набора параметров значение τ_{α} будет постоянным, как для передней, так и задней 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 закономерностей 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 в настоящее время 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, 2, 3], проводилось при разных значениях температуры, как в естественных условиях (на воздухе), так и 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 в условиях заданных температур и других параметрах рассматриваемого процесса, которые соответствуют 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.

4. 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 цилиндрический образец из различных марок литейных алюминиев, имеющий центральное отверстие $\varnothing 5$ мм (см. рис. 1) с двух сторон. Кроме этого на образце выполнялись контактные поверхности в виде переходного конуса под углом 140° с торцовой поверхности на центральное отверстие.

Образец сжимали, между двумя инденторами из быстрорежущей стали Р6М5Ф3, либо между такими же инденторами с нанесенными на их рабочую поверхность износостойкими тонкими

покрытиями, оксида или нитрида титана по ГОСТ 9.073–77.

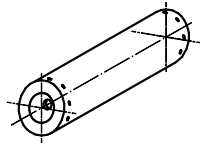


Рис. 1 – Образец для измерения тангенциальной прочности адгезионной связи из алюминиевых сплавов.

Измеряя усилие, необходимое для вращения образца, при различных температурах и давлениях, определяли 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 восьми 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.

Рассчитанная по формуле $\tau_{\alpha} = \tau_0 + \beta \cdot \rho$ тангенциальная прочность адгезионной связи $\Delta\tau_{\alpha}$ на поверхности $A\alpha$ будет иметь некоторое среднее значение, так как нормальные напряжения на контактных площадках изменяются по экспоненциальному закону. Поэтому нормальные напряжения на поверхности $A\alpha$ имеют наибольшее значение вблизи ГРК и на этом же участке контактной площадки будет максимальная тангенциальная прочность адгезионной связи.

Форма эпюры нормальных напряжений мало изменяется от условий обработки глубоких отверстий, согласно данных работы Е.М. Трента. Поэтому можно полагать, что изменение среднего значения тангенциальной прочности адгезионной связи $\Delta\tau_{\alpha}$, $МПа$ на поверхности $A\alpha$ инструмента (см. табл. 1) в зависимости от скорости резания будет отражать изменение силы адгезионного взаимодействия на контактной площадке по поверхности $A\alpha$.

Определяли влияние скорости резания на адгезионную составляющую суммарной удельной силы трения $\tau_{a\alpha}$ (см. рис. 2), на

адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{a\alpha}$ (см. рис. 3) и соотношение адгезионной составляющей суммарной удельной силы трения $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ (см. рис. 4) на поверхности $A\alpha$.

По результатам анализа данных, полученных в процессе проведения экспериментов, было установлено, что на прочность адгезионного шва оказывают влияние два фактора: его тепловое разупрочнение и деформационное упрочнение под действием нормальных напряжений.

Таблица 1 – Суммарные значения тангенциальной прочности адгезионной связи $\Delta\tau_{\alpha}$, МПа на поверхности $A\alpha$ стандартных сверл

	N, Н	$\Sigma\Delta\tau_{\alpha}$, МПа					ρ , МПа
		20°,С	100°,С	200°,С	300°,С	400°,С	
Р6М5Ф3	500	27,9	26,2	21,4	24,4	19,8	57,9
	1000	48,3	36,6	42,0	34,3	28,0	115,7
	1500	62,6	55,3	49,5	42,0	39,9	173,6
	2000	80,6	71,4	60,0	46,6	46,6	231,4
$\Delta\tau_{\alpha}$, МПа		54,85	47,37	43,22	36,82	33,57	
Р6М5Ф3 +покрытие КОН Ti 6 изн.	500	20,9	19,8	19,8	17,7	15,7	57,9
	1000	35,6	37,0	26,6	26,0	20,8	115,7
	1500	57,5	47,1	42,2	31,2	25,7	173,6
	2000	65,8	62,6	52,6	40,3	37,5	231,4
$\Delta\tau_{\alpha}$, МПа		44,95	41,62	35,3	28,8	24,92	
Р6М5Ф3 +покрытие КОН TiN 10 изн.	500	20,1	19,9	16,5	12,4	8,5	57,9
	1000	31,9	30,9	25,3	18,7	22,1	115,7
	1500	47,6	37,3	34,7	24,9	19,8	173,6
	2000	65,1	50,4	43,6	35,1	28,6	231,4
$\Delta\tau_{\alpha}$, МПа		41,17	34,62	30,02	22,77	19,75	

Для литейных алюминиевых сплавов коэффициент упрочнения β с увеличением температуры Θ° С уменьшается. Поэтому

преимущественное

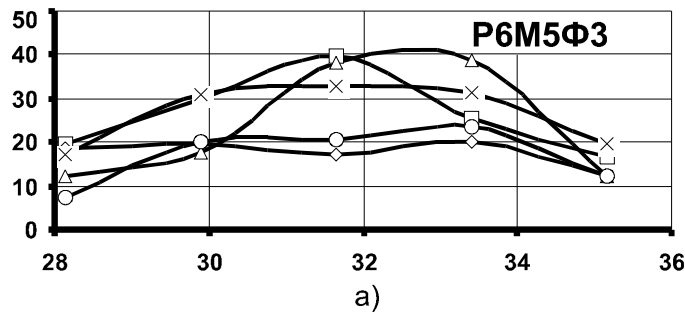
влияние оказывает снижение прочности мостиков схватывания под действием возрастающей температуры в зоне резания. В результате прочность адгезионного шва в начале выбранного интервала скоростей резания несколько возрастает, а в конце интервала резко снижается. В связи с этим зависимость $\Delta\tau_a$ от скорости резания V , м/мин определяется характером изменения нормальных напряжений.

При обработке глубоких отверстий в литейных алюминиевых сплавах в интервале скоростей резания от 28,13 до 35,17 м/мин нормальные напряжения ρ возрастают в пять раз, что вызывает снижение прочности мостиков схватывания под действием возрастает увеличение $\Delta\tau_a$ в том же интервале скоростей резания в начале в два раза, а в конце интервала снижение до прежнего уровня. Уменьшение нормальных напряжений сопровождается снижением $\Delta\tau_a$.

Влияние скорости резания на адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{a\alpha}$ (см. рис. 3) подобно ее влиянию на суммарный коэффициент трения. При глубоком безвыводном сверлении в литейных алюминиевых сплавах адгезионная составляющая коэффициента трения

$$\tau_{a\alpha}, \text{ МПа}$$

- 1) —□— АК7ч;
- 2) —◇— АК7;
- 3) —△— АК5М2;
- 4) —Х— АК7пч;



5) –O– АК7Ц9.

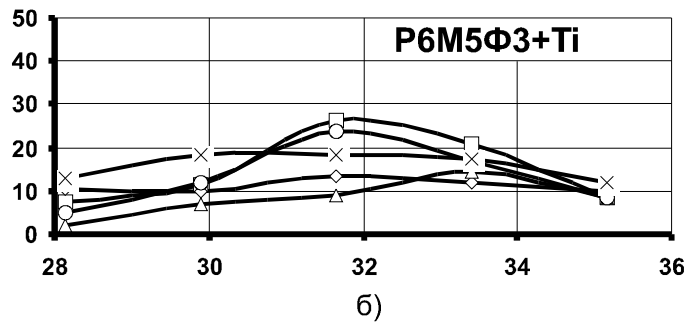
1) –□– АК7ч;

2) –◇– АК7;

3) –△– АК5М2;

4) –X– АК7пч;

5) –O– АК7Ц9.



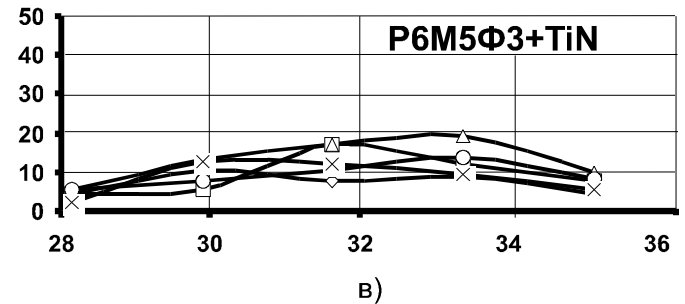
1) –□– АК7ч;

2) –◇– АК7;

3) –△– АК5М2;

4) –X– АК7пч;

5) –O– АК7Ц9.



$V, \text{ м/мин}$

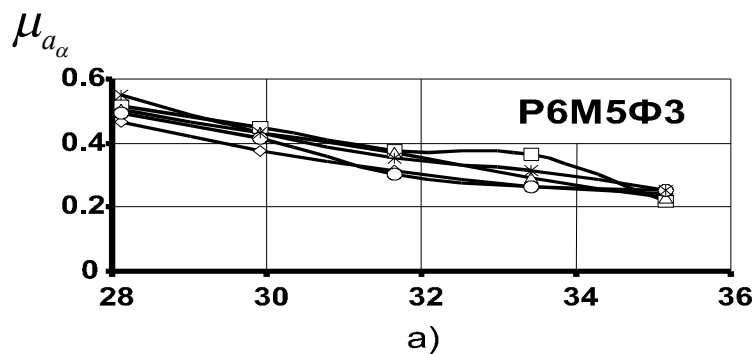
Рис. 2 – Влияние скорости резания $V, \text{ м/мин}$ на адгезионную составляющую суммарной удельной силы трения $\tau_{a\alpha}, \text{ МПа}$ на поверхности $A\alpha$, при взаимодействии стали P6M5Ф3, износостойких покрытий КОН Ti 6 изн. и КОН TiN 10 изн. с алюминиями $\mu_{a\alpha}$ уменьшается с увеличением скорости резания, что вызвано повышением нормальных напряжений.

Деформационная составляющая коэффициента трения $\mu_{\theta\alpha}$ на

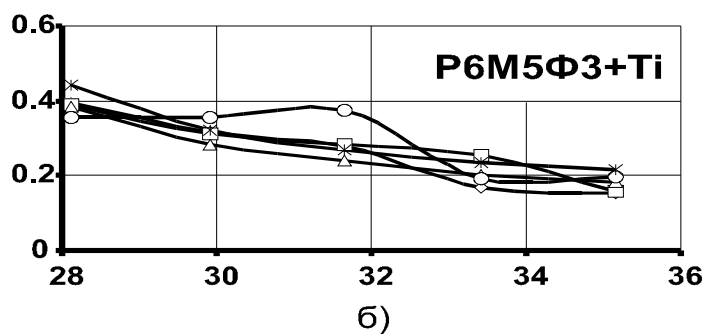
поверхности $A\alpha$ рассчитана по формуле: $\mu_{\alpha} = \mu_{\alpha} - \mu_{\alpha}$.

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

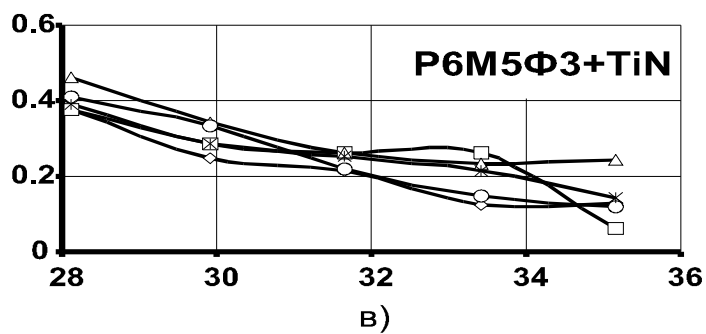
$$\mu_{\alpha} = \frac{\tau_{\alpha}}{\rho}$$



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



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



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

$V, \text{ м/мин}$

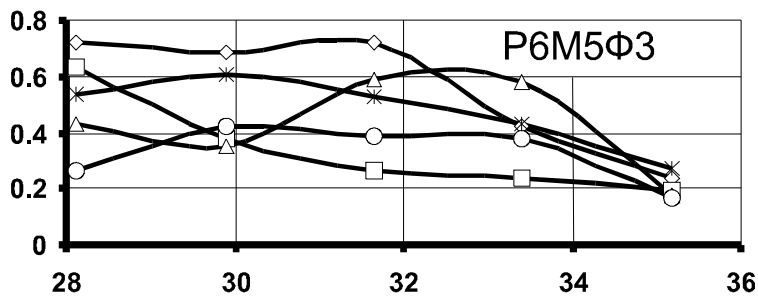
Рис. 3 – Влияние скорости резания V , м/мин на адгезионную составляющую коэффициента трения $\mu_{a\alpha}$ на поверхности $A\alpha$, при взаимодействии стали Р6М5Ф3 (а), износостойких покрытий КОН Ti 6 изн. и КОН TiN 10 изн. с алюминиями

Коэффициент трения $\mu_{\partial\alpha}$ в среднем изменяется в больших пределах от 0,01 до 0,15 для литейных алюминиевых сплавов при взаимодействии со сталью Р6М5Ф3 и ИзТП. То есть значение среднего коэффициента трения μ_a на поверхности $A\alpha$, обусловлено преимущественно изменением коэффициента трения μ_γ на поверхности $A\gamma$, т.е. изменением адгезионной составляющей. Однако коэффициент трения $\mu_{\partial\alpha}$ для разных сплавов не одинаков, поэтому рассмотрим его для каждого конкретного случая.

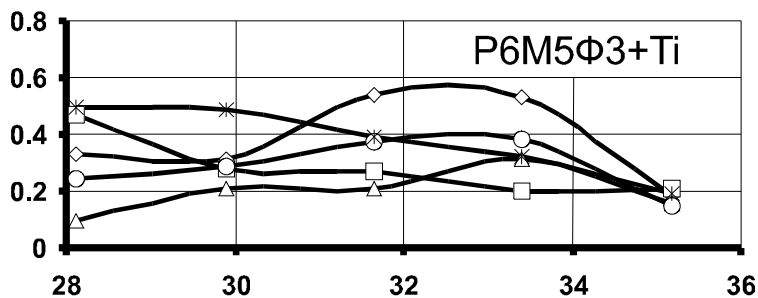
$$\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta \tau_\alpha}$$

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

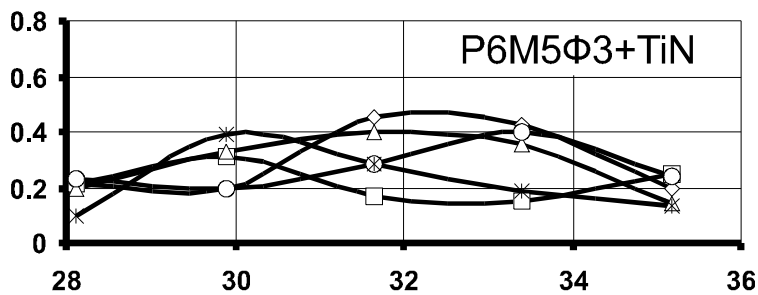
- 1) –□– АК7ч;
- 2) –◇– АК7;
- 3) –Δ– АК5М2;



a)



б)



в)

4) -X- АК7пч;
5) -O- АК7Ц9.

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

$V, \text{ м/мин}$

Рис. 4 – Влияние скорости резания V на соотношение адгезионной составляющей к суммарной удельной силы трения на поверхности $A\alpha$, при взаимодействии стали P6M5Φ3 (а), покрытий КОН Ti (б) и КОН TiN (в) с алюминиями

При резании сплава АК7 влияние скорости резания на $\mu_{a\alpha}$ имеет нелинейный вид, коэффициент трения изменяется в пределах,

от 0,47 до 0,13. Наибольшее значение $\mu_{a\alpha}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. При этом применение износостойких покрытий в среднем значение $\mu_{a\alpha}$ для покрытия Ti в 1,3 раза, а для TiN в 1,5 раза.

При резании сплава АК7ч влияние скорости резания на значение $\mu_{a\alpha}$ также имеет нелинейный вид, тогда как он изменяется в пределах от 0,52 до 0,06. Наибольшее значение $\mu_{a\alpha}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. Применение покрытий Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\alpha}$ на 1,4 и 1,5 раза соответственно.

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

При резании сплава АК5М2 влияние скорости резания на значение $\mu_{a\alpha}$ имеет нелинейный вид при взаимодействии со сталью Р6М5Ф3 и покрытием TiN, а при взаимодействии с Ti имеет ярко выраженный горообразный характер. Наибольшее значение $\mu_{a\alpha}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин, а для Ti 31,65 м/мин. Применение покрытий Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\alpha}$ на 1,2 и 1,4 раза соответственно.

При резании сплава АК7Ц9 влияние скорости резания на

значение $\mu_{a\alpha}$ имеет нелинейный вид, и изменяется в пределах от 0,56 до 0,2. Наибольшее значение $\mu_{a\alpha}$ имеет при скорости резания 28,13 м/мин. Применение покрытий Ti и TiN снижает в среднем значение $\mu_{a\alpha}$ на 1,3 и 1,2 раза соответственно.

При взаимодействии литейных алюминиевых сплавов со сталью Р6М5Ф3 и износостойких покрытий адгезионная составляющая коэффициента трения $\mu_{a\alpha}$ для этих сплавов не одинакова, это обусловлено в первую очередь наличием как в обрабатываемом так и инструментальном материале микровключений легирующих элементов и примесей, и их взаимодействием между собой.

Отношение адгезионной составляющей к суммарной силе трения $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ (см. рис. 4) характеризует вклад адгезионной связи в процесс фрикционного взаимодействия обрабатываемого и инструментального материалов, а также износостойким покрытием Ti и TiN. Отношение $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ имеет наибольшее значение при резании сплава АК7 инструментом из быстрорежущей стали. При увеличении скорости резания отношение адгезионной составляющей к суммарной силе трения уменьшается от 0,7 до 0,2. То есть в области относительно низких скоростей выбранного интервала преобладает молекулярное взаимодействие в зоне резания. А в области относительно высоких скоростей преобладает механическое взаимодействие

микронеровностей поверхности инструмента с обрабатываемым материалом. При взаимодействии с Ti в отношении $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ в начале интервала скоростей резания преобладает адгезионное взаимодействие, при повышении скорости резания – механическое. При механическом и адгезионном взаимодействии с износостойким покрытием TiN со всеми этими сплавами, а также при адгезионном взаимодействии обрабатываемого материала с быстрорежущей сталью, в этом интервале скоростей резания преобладает механическое взаимодействие. Следовательно, в этом случае основное влияние на интенсивность износа поверхностей $A\alpha$ будут оказывать силы адгезионного взаимодействия, а на характер разрушения адгезионные связи.

При резании сплава АК7ч инструментом из стали Р6М5Ф3 в интервале относительно низких скоростей резания (28,13...32,17 м/мин) преобладает адгезионное взаимодействие, тогда как при увеличении скорости резания преобладает механическое взаимодействие. При взаимодействии износостойкого покрытия Ti и TiN отношение $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ уменьшается от 0,5 до 0,2, то есть в этом интервале скоростей резания преобладает механическое взаимодействие силы трения. В этом случае основное влияние на интенсивность износа поверхностей $A\alpha$ будут оказывать силы механического взаимодействия микронеровностей поверхности

инструмента с обрабатываемым материалом.

При резании сплава АК7пч инструментом из стали Р6М5Ф3, кривая графика отношений $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ имеет горообразный вид, то есть в избранном интервале скоростей резания преобладает адгезионное взаимодействие, тогда как при увеличении скорости резания в интервале от 31,65 до 33,41 м/мин преобладает адгезионное взаимодействие в зоне резания. При дальнейшем увеличении скорости резания вклад адгезионной составляющей несколько уменьшается для этих сплавов. Следовательно, адгезионное взаимодействие уменьшается, что обусловлено постоянством адгезионной составляющей удельной силы трения и уменьшением, в связи с тепловым разупрочнением адгезионной связи подрезцового слоя обрабатываемого материала и деформационной составляющей удельной силы трения. При взаимодействии этого сплава с покрытиями Ti и TiN преобладает механическое взаимодействие в интервале скоростей резания от 28,13 до 35,17 м/мин.

При резании сплава АК5М2 инструментом из стали Р6М5Ф3 в интервале скоростей резания (от 28,13 до 35,17 м/мин) отношение $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ изменяется от 0,5 до 0,1.

При резании сплава АК7Ц9 инструментом из стали Р6М5Ф3 в интервале скоростей резания от 28,13 до 35,17 м/мин отношение $\frac{\tau_{a\alpha}}{\Delta\tau_{\alpha}}$ снижается от 0,6 до 0,1. Вначале избранного интервала скоростей

резания при взаимодействии с быстрорежущей сталью преобладает адгезионное взаимодействие, тогда как с повышением скорости резания начинает преобладать механическое. При взаимодействии обрабатываемого материала с покрытиями Ti и TiN преобладают силы механического взаимодействия. Следовательно, в этом случае основное влияние на интенсивность износа поверхностей $A\alpha$ инструмента при обработке литейных алюминия будут оказывать силы механического взаимодействия микронеровностей поверхности инструмента с обрабатываемым материалом.

Таким образом, на основе совместного анализа данных моделирования и установленных закономерностей изменения контактных характеристик в зоне резания, по поверхностям $A\alpha$, установлены соотношения адгезионной и механической составляющей в удельной силе трения, дающие представление о роли механического и адгезионного факторов в процессе фрикционного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов. Очевидно что, чем выше тангенциальная прочность адгезионной связи по сравнению с суммарной силой трения, тем значительнее будет роль сил адгезии. Следовательно, можно сделать вывод, что при обработке литейного алюминиевого сплава марки АК7 основное влияние по поверхности $A\alpha$ на процесс трения оказывают силы адгезионного взаимодействия, тогда как при обработке литейных алюминия основное влияние по поверхности $A\alpha$ на процесс трения оказывают силы механического взаимодействия.

Список использованных источников

1. Прочность адгезионной связи резца со стружкой при прерывистом резании сплавов титана / А. Я. Котляров [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 // "Высокие технологии в машиностроении: тенденции развития, менеджмент, маркетинг" : тр. VII Междунар. семинара, 24-28 сент. 1997 г./ Харьк. гос. политехн. ин-т. – Х., 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 // Вісник НТУ "ХПІ" : зб. наук. пр. – Х., 2008. – № 23: Темат. вип.: Технології в машинобудуванні. – С. 56–64.

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

Статья посвящена определению тангенциальной прочности адгезионной связи и механической составляющей силы трения по

задней 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 $A\gamma$ и $A\alpha$ 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.

Ключевые слова: адгезия; трение; спиральное сверло; тепло; мостики схватывания; задняя поверхность.

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

Стаття присвячена визначенню тангенціальної міцності адгезійного зв'язку і механічної сили тертя, що становить по задній 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 алюминия з поверхнями $A\gamma$

і $A\alpha$ свердел із сталі Р6М5Ф3, з нанесеними на них зносостійкими 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.

Ключові слова: адгезія; тертя; спіральне свердло; тепло; містки схоплювання; задня поверхня.

Chernyakova O.V., Marshuba V.P. «Determination mechanical and adhesion constituents of backe of friction on the front surface of spiral drill on the designing setting».

The article is devoted to determination of tangential durability of adhesion connection and mechanical making force of friction on the back 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 adhesion and mechanical co-operation of castings aluminizes with the surfaces of $A\gamma$ and $i A\alpha$ of stud drills, with the wear proof coverage's inflicted on them submit to binomial law of molecular friction. Moved resistance adhesion connection changes extremely depending on the temperature in connection with opposite influence of two factors: thermal activating of adhesion co-operation; and thermal loss of strength bridges of grasping.

Key words: adhesion; friction; spiral drill; warm; grasping bridges;

back surface.

Стаття надійшла до редакції 29 січня 2009 р.