

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI**

**MASHINASOZLIK
ILMIY-TEXNIKA JURNALI**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS REPUBLIC
OF UZBEKISTAN
ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL
MACHINE BUILDING**

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) Rayosatining 2021-yil 30-dekabrda 310/10-son qarori bilan Andijon mashinasozlik institutining “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali “TEXNIKA” va “IQTISODIYOT” fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to‘liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim mos tushmasligi mumkin. Ilmiy-texnika jurnalida yozilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolaning mualliflari mas’uldirlar.

MASHINASOZLIK
ILMIY-TEXNIKA JURNALI

Bosh muharrir:

U.M.Turdialiyev – texnika fanlari doktori, k.i.x.

Mas’ul muharrir:

U.A.Madrahimov – iqtisodiyot fanlari doktori, professor.

T A H R I R H A Y ’ A T I

Negmatov Soyibjon Sodiqovich – texnika fanlari doktori, professor O‘ZRFA akademigi (TDTU);
Abralov Maxmud Abralovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Dunyashin Nikolay Sergeevich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Norxudjayev Fayzulla Ramazanovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Pirmatov Nurali Berdiyarovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Salixanova Dilnoza Saidakbarovna – texnika fanlari doktori, professor (O‘ZRFA UNKI);
Siddikov Ilxomjon Xakimovich – texnika fanlari doktori, professor (TIQXMMI);
Fayzimatov Shuhrat Numanovich – texnika fanlari doktori, professor (FarPI);
Xakimov Ortiqali Sharipovich – texnika fanlari doktori, professor (Standartlashtirish, sertifikatlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish ilmiy-tadqiqot instituti);
Xo‘jayev Ismatillo Qo‘shiyevich – texnika fanlari doktori, professor (Mexanika instituti);
Ipatov Oleg Sergeyevich – professor (Sankt-Peterburg politexnika universiteti, Rossiya);
Naumkin Nikolay Ivanovich - p.f.d., t.f.n., professor. (Mordov milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya);
Aliyev Suxrob Rayimjonovich – fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (AndMI);
Shen Zhili – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);
Hu Fuwen – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);
Won Cholyeon – professor (Janubiy Koreya Milliy tadqiqotlar fondi, Janubiy Koreya);
Celio Pina – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Ricardo Baptista – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Rui Vilela – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Dmitriy Albertovich Konovalov - t.f.n., professor (Voronej davlat texnika universiteti);
Мухаметшин Вячеслав Шарифуллович – директор Института нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г.Октябрьском), доктор геологоминералогических наук, профессор.
Nimchik Aleksey Grigorevich – kimyo fanlari doktori, professor (TDTU Olmaliq filiali)
Muftaydinov Qiyomiddin – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (AndMI);
Zokirov Saidfozil – i.f.d., (Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti);
Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna - t.f.d., dotsent (AndMI)
Jo‘raxonov Muzaffar Eskanderovich – iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (AndMI);
Ermatov Akmaljon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Qosimov Karimjon – texnika fanlari doktori, professor (AndMI);
Yusupova Malikaxon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Akbarov Xatamjon Ulmasaliyevich – texnika fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Mirzayev Otabek Abdiraximovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI);
Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi – fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI);
Raxmonov O‘ktam Kamolovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU, Olmaliq filiali);
Xoshimov Xalimjon Xamidjanovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI).
Kuluyev Ruslan Raisovich - texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU).

Texnik muharrir:

B.I.Iminov, M.B.Kenjayeva – Andijon mashinasozlik instituti nashriyoti.

Tahririyat manzili: Andijon shahar, Bobur shox ko‘cha, 56-uy. **Tel:** +998 74-224-70-88 (1016)

Veb sayt: www.andmiedu.uz

e-mail: andmi.jurnal@mail.ru

“Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali O‘zbekiston Respublikasi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining 2020 yil 28- fevraldagi 04-53-raqamli guvohnomasiga binoan chop etiladi.

Mashinasozlik va mashinashunoslik. Mashinasozlikda materiallarga ishlov berish. Metallurgiya. Aviatsiya texnikasi	
Характеристика фосфоритов центральных Кызылкумов <i>Орипова З.М., Ортикова С.С., Турдалиев У.М.</i>	4
Takomillashgan linterlash jarayoni va arrali linter uskunalarning ish unumdorligini oshirish <i>Madrahimov D.U., To‘ychiyev Sh.Sh.</i>	11
Аналитическая оценка силы микрорезания при абразивоструйной обработке металлических поверхностей <i>Искандарова Н.К.</i>	16
Elektrodlar qoplamasi tarkibidagi legirlovchi elementlarning payvand chok xususiyatlariga ta’siri <i>Umarov A.M.</i>	24
Energetika va elektrotexnika. Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish texnologiyasi. Elektronika	
Sanoat korxonalarini elektr tarmoqlarida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini yuklama ko‘rsatkichlari va elektr energiya sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri <i>To‘xtashev A.A., Kadirov K.Sh.</i>	30
6,10/0.4 kV kuchlanishli ekspluatatsiyadagi kuch transformatorlarining pastki chulg‘amida kuchlanishni rostlovchi o‘ramlari soni va ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash <i>Qobilov M.X., To‘ychiyev Z.Z.</i>	39
Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini mexanizatsiyalash texnologiyasi	
Определение оптимальных параметров реактивной гидротурбины на основе колеса сегнера <i>Узбеков М.О., Урмонов С.Р.</i>	45
Kolosnik yo‘lakchalari bo‘ylab chigitlar to‘plamining harakati <i>Mamasharipov A.A.</i>	54
Sanoat pechlarining, yaratilish tarixi, ahamiyati va qo‘llanilish sohalari <i>Soxibova Z.M.</i>	59
Transport	
Motor moyi sifatini avtomatik nazorat qilishda pezo elementlarining o‘rni va ahamiyati <i>Saydaliyev I.N.</i>	63
Avtomobilsozlik sanoatida innovatsion indeks, asosiy tendensiyalar va muammolar <i>Islomov Sh.E., Shavqiyev E.A.</i>	72
Avtomobil polimer detallarini mahalliy polimer kompozitsion materiallardan quyish parametrlarini optimallashtirish <i>Almataev N.T.</i>	78
Iqtisodiyot	
Исламская финансовая система <i>Гулямов С.С., Шермухамедов А.Т., Саримсаков Х., Шермухамедов Б.А.</i>	83
Kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirish va ularning sanoatda va boshqa sohalardagi o‘rni va ta’siri. (Andijon viloyati misolida) <i>Ataxanov K.A.</i>	97
Ta’lim xizmatlari bozorida tadbirkorlikning mazmuni va mohiyati <i>Abdullayev A., Abdusattorov S.H.</i>	105
Кичик бизнес барқарор ривожланишида молиявий ресурсларнинг шаклланиш босқичлари <i>Кетманов А.М.</i>	111
Роль малого бизнеса в экономике страны, его дальнейшее развитие <i>Кенжаева М.Б.</i>	118

УДК 621. 787

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИЛЫ МИКРОРЕЗАНИЯ ПРИ
АБРАЗИВОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**METALL YUZALARIGA ABRAZIVOQIMLI ISHLOV BERISHDA MIKRO-KESISH
KUCHINI ANALITIK BAHOLASH**

**ANALYTICAL ASSESSMENT OF MICRO-CUTTING FORCE DURING ABRASIVE
BLASTING OF METAL SURFACES**

Искандарова Нигора Курванбековна

Ташкентский институт текстильной и
легкой промышленности, PhD

nigora1211@mail.ru, +998 33 950 05 60

АННОТАЦИЯ

В статье обосновывается схема микрорезания на основе моделирования контактного взаимодействия при ударе абразивной частицы по металлической поверхности. Расчетным методом определены силы резания при абразивной обработке купершлаком, позволяющие оценить силу удара через угол атаки частиц и сравнить с данными экспериментальных исследований.

Ключевые слова: абразив, микрорезание, абразивоструйная обработка, сила удара, угол резания, сила резания, площадь среза, радиус частицы.

ANNOTATSIYA

Maqolada abraziv zarracha metall yuzasiga urilganda bog'lanishlarning o'zaro ta'sirini modellashirishga mikro-kesish sxemasi asoslangan. Hisoblash usulidan foydalanib, kupershlak bilan abraziv ishlov berish vaqtida kesish kuchlari aniqlangan, bu zarrachalarning zarba burchagi orqali zarba kuchini baholash va ularni eksperimental tadqiqotlar ma'lumotlari bilan solishtirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: abraziv, mikro-kesish, abraziv oqimli ishlov berish, zarba kuchi, kesish burchagi, kesish kuchi, kesish maydoni, zarracha radiusi.

ANNOTATION

The article substantiates the micro-cutting scheme based on modeling of contact interaction when an abrasive particle hits a metal surface. Using a calculation method, the cutting forces during abrasive processing with cooper slag were determined, making it possible to estimate the impact force through the angle of attack of the particles and compare them with the data of experimental studies.

Key words: abrasive, micro-cutting, abrasive blasting, impact force, cutting angle, cutting force, cutting area, particle radius.

Введение

Важнейшим требованием современного машиностроительного производства является технологическое обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик ответственных деталей рабочих органов машин с помощью финишных операций механической обработки, среди которых ведущее место занимают методы обработки в абразивной среде [1-4].

При обработке свободными абразивами по сравнению с обработкой со связанными абразивными частицами в виде шлифовального круга, могут более полно

использоваться режущие свойства зёрен за счет их переориентации в процессе обработки и относительно равномерного распределения их режущих кромок по обрабатываемой поверхности детали. Это обстоятельство, а также более низкий температурный режим обработки по сравнению с традиционным шлифованием способствуют формированию высокого качества обработанной поверхности без прижогов, микротрещин и нежелательных структурно-фазовых превращений.

Существенным преимуществом методов обработки свободными абразивами является возможность реализации поверхностной обработки деталей сложной конфигурации из различных конструкционных материалов и большого размерного диапазона. При этом используют сравнительно простое и надежное в эксплуатации оборудование как серийно выпускаемые промышленные образцы, так и в виде вспомогательного оборудования внутризаводского изготовления, например, пескоструйных аппаратов.

Выбор метода обработки деталей машин свободными абразивами (центробежно-ротационная, виброабразивная, абразивоструйная) основывается на особенностях процесса, связанных с его кинематической и динамической, а также с технологическими возможностями. При этом целью данной механической обработки является выполнение таких операций, как удаление заусенцев и скругление острых кромок, отделка заготовок и очистка поверхности, деформационное упрочнение, подготовка заготовок перед нанесением различных покрытий и др. Ограничением при выборе метода обработки свободными абразивами могут служить размеры и форма обрабатываемых деталей, требования по качеству поверхности.

Так, обработку габаритных маложестких и тонкостенных деталей в виде пыльных дисков для хлопкоперерабатывающих машин эффективно осуществлять в обычных пескоструйных аппаратах направленным и регулируемым потоком свободных абразивных частиц [4]. Целью обработки является удаление острых заусенцев с передней и задней поверхностей зубьев пыльных дисков диаметром 320 мм, образующихся после холодной вырубке зубьев на специальных пилонасекательных станках.

Контактное взаимодействие при ударе абразивной частицы

Абразивоструйная обработка, осуществляемая потоком свободных частиц, характеризуется полидеформационным процессом, который целесообразно на контакте моделировать одноактным соударением абразивной частицы с плоской стальной поверхностью – упругим полупространством с последующим решением контактной задачи о вдавливании этой частицы в полупространство под различными углами атаки при переменной массе (диаметре) и скорости соударения.

Процесс микрорезания свободным абразивом можно уподобить процессу шлифования отдельным зерном круга, производящим единичное микрорезание (царапание) поверхностного слоя материала. Важно отметить, что механизм образования стружки при шлифовании принципиально не отличается от стружкообразования при резании лезвийным инструментом [5, 6], но имеет свои особенности, обусловленные большими скоростями деформирования, большими отрицательными передними углами режущего клина, малыми толщиной среза и длительностью контакта.

Анализ абразивоструйной обработки основывается на предположении, что в момент вдавливания (на активном этапе удара) абразивная частица не разрушается и скорость удара значительно ниже скорости распространения упругих волны сжатия и сдвига, что подтверждено экспериментально [7]. Поэтому данную контактную задачу можно решать квазистатически, т.е. считать, что взаимные перемещения абразивной частицы, полупространства и усилия в зоне контакта связаны уравнениями статики [8].

Силовые зависимости при обработке свободным абразивом необходимо рассматривать с учетом кинематических особенностей абразивоструйной обработки, когда абразивная частица массой m летит под углом атаки α на обрабатываемую поверхность со скоростью v , развиваемой под давлением p сжатого воздуха (рис. 1).

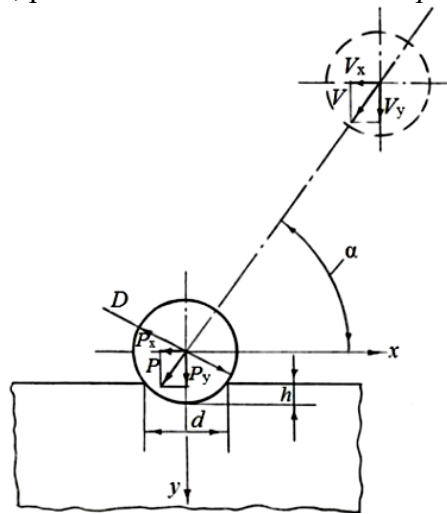


Рис. 1. Контактное взаимодействие при ударе абразивной частицы по металлической поверхности: d и h – соответственно диаметр и глубина лунки

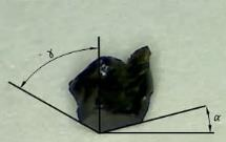
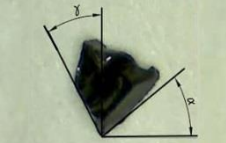
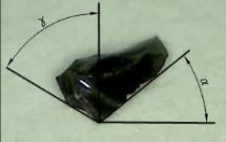
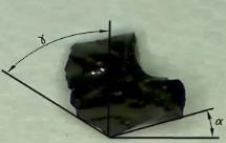
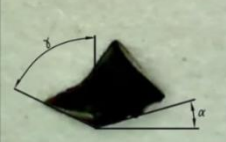
Контактное взаимодействие ударяющейся абразивной частицы по металлической поверхности при условии достаточности ее кинетической энергии характеризуется упругопластическим внедрением и последующим скольжением по образованной лунке в зависимости от угла атаки α . По окончании этих процессов абразивная частица совершает отскок от контактной поверхности вследствие проявления упругих сил, направленных на восстановление упруго деформированного слоя металла.

Сила удара P , рассматриваемая как реакция со стороны обрабатываемого материала с учетом его физико-механических свойств на внешнее воздействие абразивной частицы, считаем приложенной в ее центре и представляемой на плоскости в виде круга в процессе моделирования (рис. 1). Вертикальная составляющая силы удара $P_y = P \sin \alpha$ вызывает вдавливание абразивной частицы в металлическую преграду, формируя пластический отпечаток (лунку) с параметрами d и h . Под действием горизонтальной составляющей силы удара $P_x = P \cos \alpha$ абразивная частица получает некоторое скольжение вдоль образованной лунки, трансформируя ее в направлении движения по оси x . Так как абразивная частица имеет острые режущие кромки (табл.), то при относительном движении происходит микрорезание с образованием мельчайших стружек, сходящихся по передней поверхности режущего клина абразивного зерна.

Таким образом, выявлена существенная особенность обработки металлических поверхностей свободным абразивом, когда срезаемый слой в процессе микрорезания определяется частью глубины вдавливания абразива в материал при ударе. При обработке со связанным абразивом в виде круга в процессе шлифования толщина срезаемого слоя, как известно [9, 10], определяется как режимными, так и геометрическими параметрами инструмента.

Таблица

Форма абразивных частиц купершлака и углы резания для данного режущего клина

№	Абразивная частица	Углы резания, град.	
		Передний угол γ	Задний угол α
1		- 58° 22'	15° 41'
2		- 30° 49'	35° 40'
3		- 59° 26'	38° 19'
4		- 52° 39'	18° 43'
5		- 64° 4'	15° 56'

Силы микрорезания в процессе абразивоструйной обработки

В соответствии с рис.1 при перемещении абразивной частицы под действием составляющей силы удара $P \cos \alpha$ в направлении оси x происходит микрорезание («пропахивание») контактной поверхности металла на глубину h . Процесс микрорезания сопровождается пластическим оттеснением металла в пределах контактной площадки. При этом площадь «пропахивания» A_2 определяется как разность площадей кругового сектора с углом 2θ и воображаемого равнобедренного треугольника (рис.2):

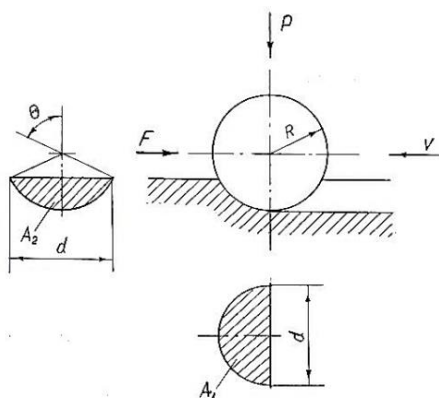


Рис. 2.3. Схема скольжения твердой сферической частицы по более мягкой металлической преграде:

A_1 – площадь поверхности контакта;
 A_2 – площадь поперечного сечения канавки; P и F – соответственно приложенная нормальная сила и сила фрикционного сопротивления

$$A_2 = \frac{1}{2} R^2 (2\theta - \sin 2\theta), \text{ мм}^2 \quad (1)$$

где R – радиус абразивной частицы, мм;

2θ - угол кругового сектора, град.

Учитывая особенности абразивоструйной обработки металлических поверхностей и, прежде всего, ее полидеформационный и вероятностный характер, для приближенной оценки уровня сил микрорезания используем зависимость [9]:

$$P_{рез} = e\tau A_{cp}, \text{ Н} \quad (2)$$

где τ - касательное напряжение, действующее в плоскости скалывания (сдвига) по всей ее площади в тонком поверхностном слое пластически деформируемого металла, Н/мм²;

A_{cp} - площадь поперечного сечения срезаемого слоя, мм²;

e - коэффициент, учитывающий влияние всех безразмерных величин (f_1 - коэффициент внешнего трения скольжения обрабатываемого и инструментального материалов; f_2 - коэффициент внутреннего трения в пластически деформируемом металле), переднего угла γ и угла сдвига β , определяемый по формуле

$$e = \frac{(1 - f_1)^2 \cos \gamma + 2f_1 \sin \gamma}{\sin \beta [(1 - f_1 f_2) \cos(\gamma - \beta) + (f_1 + f_2) \sin(\gamma - \beta)]} \quad (3)$$

Анализ зависимости (3) показывает, что в нее входят величины, определяемые экспериментально и требующие большой трудоемкости: коэффициент внутреннего трения f_2 , угол сдвига β . Поэтому в соответствии с данным Г.И. Грановского произведение $e\tau$ в (2) заменим эквивалентным произведением $K_p \sigma_b$, где σ_b - предел прочности обрабатываемого металла на растяжение; $K_p = 2,3...2,8$ - коэффициент, зависящий от химического состава, структурного состояния и механических свойств конструкционных сталей: $K_p \approx 2,5$ - для углеродистых конструкционных сталей. Таким образом, упрощенное уравнение силы резания принимает вид

$$P_{рез} = K_p \sigma_b A_{cp}, \text{ Н} \quad (4)$$

где K_p - коэффициент резания, выражающий удельное сопротивление резанию металла обрабатываемой заготовки

Если предел прочности σ_b стали неизвестен, но известна твердость по Бринеллю HB , то с достаточной степенью точности предел прочности можно определить по соотношению $\sigma_b \cong (0,31...0,34) HB$.

На рис.3,а показаны зависимости площади A_2 от угла θ при микрорезании в процессе удары и скольжения абразивной частицы радиусом R по более мягкому металлическому основанию. Как следует из графиков, эти зависимости являются нелинейными и возрастающими. Подобная зависимость выявлена и для площади среза от радиуса R абразивной частицы (рис. 3, б).

С увеличением угла θ наблюдается резкий прирост площади среза $A_2 = A_{cp}$. Так, при $\theta = 45^\circ$ площадь A_{cp} возрастает по отношению $\theta = 30^\circ$ в 3,15 раз, а при $\theta = 60^\circ$ в 6,78 раз. С возрастанием радиуса R (рис. 3, б) имеет место аналогичная закономерность: по отношению к $R = 0,2$ мм площадь среза A возрастает существенно, например, при $R = 0,4$ мм – в 4 раза, при $R = 0,6$ мм – в 9 раз.

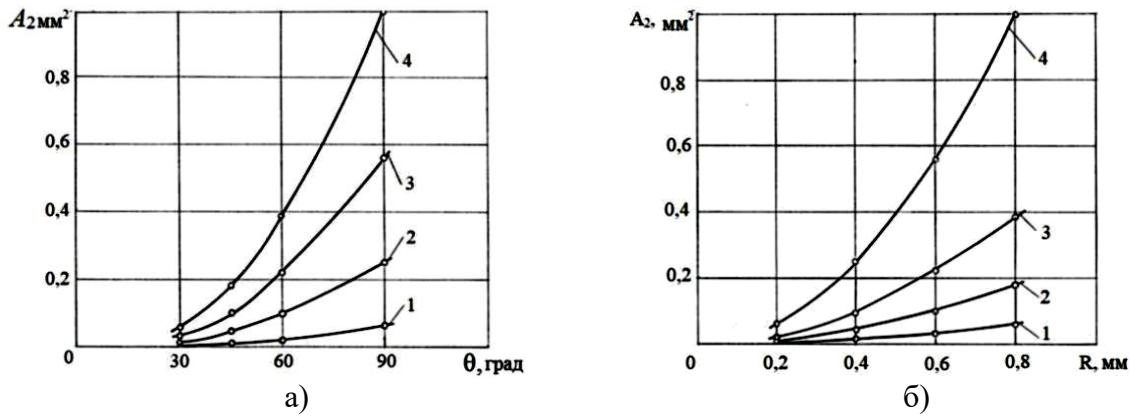


Рис. 3. Зависимости площади среза A_2 от угла θ
(а): 1- $R=0,2$ мм; 2- $0,4$ мм; 3- $R=0,6$ мм; 4- $R=0,8$ мм; и от радиуса R
абразивной частицы (б) 1- $\theta=30^\circ$; 2- $\theta=45^\circ$; 3- $\theta=60^\circ$; 4- $\theta=90^\circ$

Численный эксперимент был проведен при следующих условиях и допущениях:

1) Обрабатываемый материал – сталь У8Г с содержанием углерода 0,8%С, применяемая для изготовления основной детали волоконотделительных машин (джинов и линтеров) – пильных дисков.

Предел прочности $\sigma_b = 1150$ Н/мм², твердость HRA 67-70. Предел текучести σ_T найдем по приближенной зависимости $\sigma_T \approx HB/6$, где $HB = \sigma_b / (3,1...3,4)$. С учетом этих соотношений получим

$$HB \approx 338; \quad \sigma_T = 338 / 6 = 56,3 \text{ кгс/мм}^2 \approx 563 \text{ Н/мм}^2 \quad (5)$$

2) Значения углов атаки приняты $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$ и 60° . При этих углах за счет скольжения твердой абразивной частицы по металлической поверхности происходит микрорезание и частичное удаление заусенцев с зубьев и сглаживание их поверхностей.

3) При расчете вспомогательного коэффициента C_1 примем, что угол относительного сдвига β_1 по данным [5] находится в диапазоне $6...20^\circ$. Небольшие значения этого угла проявляются при толщине элементов сдвига стружки в пределах $1...5$ мкм для толщин среза, равных нескольким микрометрам, и большой по абсолютной величине отрицательном переднем угле режущих клинов. В расчетах принято среднее значение $\beta_1 = 13^\circ$.

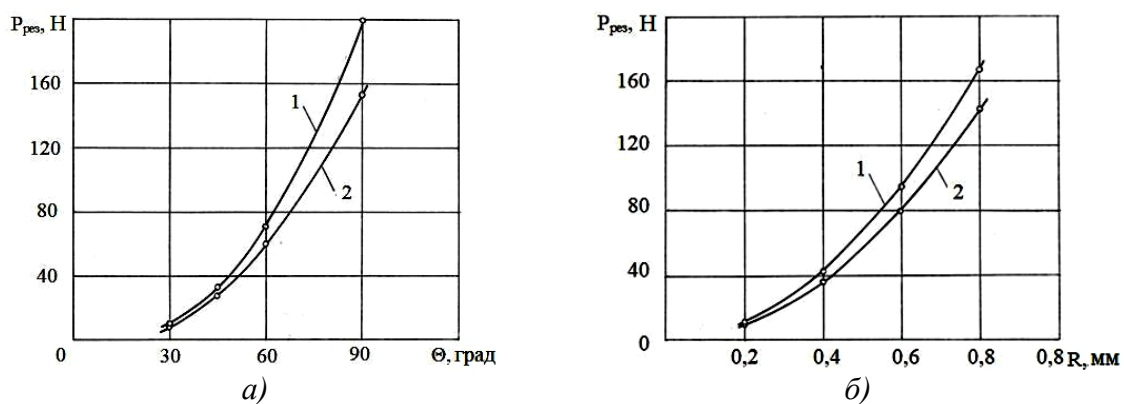


Рис. 4. Зависимости силы резания $P_{рез}$ от угла θ (а) при абразивоструйной обработке сталей У8Г (1) и 65Г (2), а также от радиуса R абразивной частицы (б) при абразивоструйной обработке сталей У8Г (1) и 65Г (2)

Как следует из графических представлений зависимостей силы резания $P_{рез}$ от угла θ (рис. 4, а) и от радиуса R абразивной частицы (рис. 4, б), наблюдается закономерность в виде резкого возрастания в нелинейной форме от рассматриваемых параметров. Учитывая прямо пропорциональную зависимость силы резания $P_{рез}$ от площади среза A_2 , характеризующейся величинами R и θ , закономерность возрастания силы такая же, как и для A_2 .

Значение сил, возникающих при микрорезании в процессе абразивоструйной обработки, позволяет в целом определить силу удара при заданном угле атаки α абразивных частиц. Полученные значения силы удара сопоставимы с характеристиками силового воздействия при пневмодинамическом упрочнении и упрочнении микрошариками [11], что позволяет их использовать в расчетной практике при оценке параметров напряженно- деформированного состояния поверхностного слоя деталей через остаточные напряжения, глубину и степень наклепа, плотность дислокаций.

Выводы.

1. Процесс абразивоструйной обработки смоделирован одноактным соударением абразивной частицы по металлической поверхности – упругим полупространством.
2. Установлено, что абразивная частица из купершлака имеет высокие режущие свойства, режущие кромки которого создают большие отрицательные передние углы, способствующие образованию микростружек при малой толщине среза, как и при резании со связанным абразивом в шлифовальном круге.
3. Расчетное значение сил микрорезания, полученное по упрощенной формуле, позволяет с учетом угла атаки определить силу удара абразивной частицы, которая сопоставима с данными экспериментальных исследований других авторов при ударном поверхностно- пластическом деформировании.
4. Сила контактного взаимодействия при ударе является основополагающим параметром для оценки напряженно- деформированного состояния, остаточных напряжений, глубины и степени деформированного упрочнения, влияющих на эксплуатационные свойства и позволяющих создавать различные модели прогнозирования работоспособности деталей машин.

Литература

1. Бабичев А.П., Бабичев И.А., Основы вибрационной обработки / Под ред. И.Ф. Гончаревича. – Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ, 2008. -694 с.
2. Тамаркин М.А., Тищенко Э.Э., Друшков В.В. Формирование параметров качества поверхности при центробежно-ротационной обработке в среде абразива // Упрочняющие технологии и покрытия.– Москва, 2007. -№10. - С.19-23.
3. Копылов Ю.Р., Емельянов С.В. Влияние динамики виброабразивной обработки на интенсивность съема металла на различных участках заготовки // Упрочняющие технологии и покрытия. - Москва, 2007. -№10. – С. 24-28.
4. Искандарова Н.К., Шин И.Г. Анализ режущей способности нового абразивного материала купершлака для снятия заусенцев пыльного диска в процессе абразивоструйной обработки // Научно-технический журнал Машиностроение. – Андижан, 2022. - №1.- С.28-36.
5. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. – М.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. – 248 с.
6. Попов С.А., Малевский Н.П., Теращенко Л.М. Алмазно- абразивная обработка металлов и твердых сплавов. –М.: Машиностроение, 1977. -263 с.
7. Бауман В.А. Роторные дробилки. – М.: Машиностроение, 1973. – 142 с.

8. Тимошенко С.П., Гудьер Д. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. - 576 с.
9. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
10. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. – Минск: Вышэйш. школа, 1975. -528 с.
11. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 1987. -328 с.