

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА РАСТВОРА В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ НА СЛИПАЕМОСТЬ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Как известно, смачивание – это проявление взаимодействия молекул на трехфазной границе сосуществования твердой, жидкой и газообразной фаз, выражающееся в растекании жидкости на поверхности твердого тела. Форма, которую принимает поверхность капли жидкости на границе с твердым телом, зависит от природы жидкости и твердого тела. Явление полного растекания жидкости называется полным смачиванием. Если капля на поверхности принимает форму, близкую к шаровидной, то такое явление называется полным несмачиванием. Следовательно, по форме капли можно определять металлофильность, т.е. способность жидкости сцепляться с металлической поверхностью (смачивать ее).

При вибрационной обработке свободной гранулированной средой в U-образном контейнере необходимо использовать рабочий раствор, обладающий соответствующими свойствами, т.е. малым поверхностным натяжением, обеспечивающим смачивание поверхностей обрабатываемых деталей, так как это способствует равномерной обработке. Однако для ликвидации или снижения слипаемости деталей требуются противоположные свойства. Оптимума можно достичь путем регулирования вязкости рабочего раствора, от которой зависит толщина пленки, образующейся на поверхности обрабатываемых деталей. Одновременно вязкий слой увеличивает площадь зоны контакта, за счет чего расширяется действие приложенной силы на деформированную поверхность. Это позволит одновременно деформировать большее количество гребешков микронеровностей, снижая шероховатость поверхности, и в то же время снижать адгезионные свойства, и, соответственно, слипаемость деталей.

Для увеличения вязкости и химической активности рабочего раствора в него добавляют поверхностно-активные вещества. Такие растворы облегчают процесс пластической деформации за счет расклинивающего эффекта (эффект Ребиндера) и способствуют снижению слипаемости плоских изделий.

Как показали проведенные исследования, за счет высокой плотности и вязкости поверхностно-активных веществ (ПАВ) толщина пленки, наносимая на деталь, увеличивается, и схема взаимодействия контактирующих поверхностей имеет следующий вид (рис. 1). Как видно, в данном случае следует рассматривать уже не движение изделия по изделию, а движение одного слоя жидкости по другому. То есть при увеличении толщины пленки за счет вязкости раствора в процессе обработки при наличии косых ударов будет наблюдаться ее послойное движение, что приведет к сокращению усилий, необходимых для сдвига слипшихся деталей.

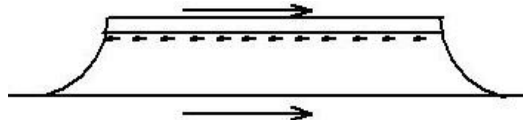


Рис. 1. Движение образца

Для определения металлофильности рабочих растворов, используемых при вибрационной обработке, производилось измерение угла контакта капли раствора и поверхности образца. Для этого раствор наносился капельным методом на поверхность, производилось фотографирование капли после 1 и 5 с. Затем в программной среде САПР Компас 3D производилась обработка полученных фотографий и измерение угла контакта (рис. 2).

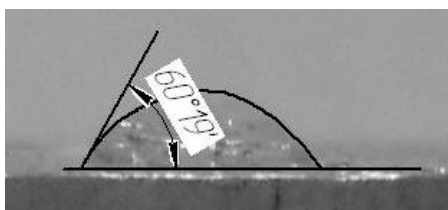


Рис. 2. Пример измерения краевого угла капли раствора

Данный метод исследования – метод лежащей капли – является одним из наиболее надежных статистических методов измерения поверхностного натяжения. С помощью формы капли определяется смачивание поверхности. Мерой смачивания служит краевой угол θ между смачиваемой поверхностью и поверхностью жидкости на периметре смачивания: значение угла $\theta < 90^\circ$ свидетельствует о том, что жидкость смачивает поверхность, а значение $\theta > 90^\circ$ – не смачивает. Краевой угол зависит от соотношения сил сцепления молекул жидкости с молекулами или атомами смачиваемого тела (адгезия) и сил сцепления молекул жидкости между собой (когезия). Если молекулы жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам твердого тела, жидкость стремится собраться в капельку. Если же, наоборот, молекулы жидкости притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам твердого тела, жидкость растекается по поверхности. На рис. 3-8 представлены примеры кадров капель раствора на поверхностях различных образцов.



Рис. 3. Капля раствора на образце из алюминия после традиционного шлифования через 1 и 5 секунд времени



Рис. 4. Капля раствора на образце из алюминия после вибрационного шлифования через 1 и 5 секунд времени

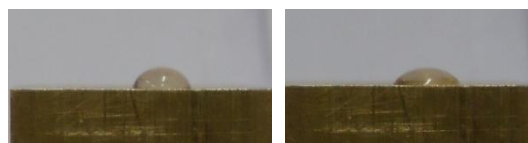


Рис. 5. Капля раствора на образце из латуни после традиционного шлифования через 1 и 5 секунд времени

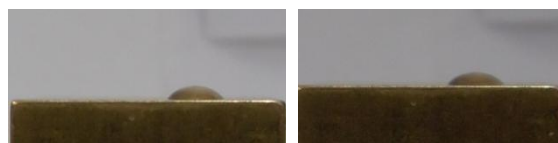


Рис. 6. Капля раствора на образце из латуни после вибрационного шлифования через 1 и 5 секунд времени



Рис. 7. Капля раствора на образце из стали после традиционного шлифования через 1 и 5 секунд времени



Рис. 8. Капля раствора на образце из стали после вибрационного шлифования через 1 и 5 секунд времени

При исследовании применялись растворы, широко используемые при виброшлифовании и виброполировании. В состав раствора, используемого для шлифования стальных деталей, входили: щавелевая кислота, перекись водорода, серная кислота; в состав раствора для полирования – сода кальцинированная, триэтаноламин, олеиновая кислота, едкий калий.

Таблица 1

Значение краевого угла для образцов из стали 40Х после различных методов обработки

Номер опыта	Время	Шлифование	ВиО	Шлифование	ВиО
		Раствор для полирования		Раствор для шлифования	
1	1	70°43′	45°	73°49′	57°37′
	5	69°19′	17°3′	71°38′	44°32′
2	1	71°31′	45°	69°34′	45°
	5	63°	17°16′	66°32′	44°24′
3	1	65°13′	30°36′	70°51′	63°44′
	5	59°10′	21°8′	66°34′	57°14′
4	1	72°35′	32°48′	60°39′	58°27′
	5	58°4′	28°18′	45°	44°27′
5	1	61°37′	45°	61°14′	63°9′
	5	54°54′	21°8′	58°21′	62°1′

Таблица 2

Значение краевого угла для образцов из алюминия после различных методов обработки

Номер опыта	Время	Шлифование	ВиО	Шлифование	ВиО
		Раствор для полирования		Раствор для шлифования	
1	1	60°49′	59°28′	44°43′	33°54′
	5	53°43′	55°57′	41°19′	13°32′
2	1	70°12′	51°	31°16′	35°43′
	5	44°59′	44°16′	15°56′	16°11′
3	1	76°16′	55°36′	62°56′	23°36′
	5	64°24′	51°8′	45°10′	12°21′
4	1	69°47′	47°48′	35°50′	13°48′
	5	61°48′	36°18′	15°40′	13°23′
5	1	61°37′	50°	60°37′	33°14′
	5	69°25′	41°8′	54°54′	25°22′

Таблица 3

Значение краевого угла для образцов из латуни после различных методов обработки

Номер опыта	Время	Шлифование	ВиО	Шлифование	ВиО
		Раствор для полирования		Раствор для шлифования	
1	1	70°49′	62°29′	45°	37°21′
	5	45°	44°30′	29°8′	22°3′
2	1	69°16′	62°24′	45°	20°22′
	5	45°	32°54′	25°10′	15°35′
3	1	44°2′	62°27′	45°	30°35′
	5	41°10′	45°	29°10′	23°58′
4	1	68°12′	65°48′	42°35′	30°11′
	5	58°65′	62°26′	28°4′	20°28′
5	1	69°37′	64°39′	41°37′	17°27′
	5	56°53′	61°4′	34°54′	14°38′

Из полученных результатов следует, что поверхности, полученные методом обработки в свободных абразивах, обладают высокой гидроемкостью. Это в дальнейшем способствует созданию слоя «смазки» на поверхности, обеспечивающего жидкостное трение, и, как следствие, предохраняет поверхность детали от изнашивания. Однако в процессе вибрационной обработки создаваемая поверхность способствует слипанию.

Введение, например, глицерина, или современных моющих средств приводит к изменению вязкости. Следовательно, при вибрационной обработке необходимо увеличить вязкость применяемых растворов методом введения поверхностно-активных веществ, которые одновременно будут способствовать, например, и блескообразованию обрабатываемых поверхностей.

ВЫВОДЫ

1. В условиях влажного трения сила, необходимая для сдвига образца, достигает величин почти в два раза больших, чем в условиях сухого трения.
2. Силы трения в покое и силы трения в относительном движении увеличиваются с увеличением времени контактирования исследуемого образца с поверхностью стенок контейнера.
3. Силы трения при контакте поверхностей двух образцов в условиях влажного трения в 1,5 раза больше, чем в условиях сухого трения.
4. Усилия для сдвига при применении поверхностно-активных моющих средств будут не столь велики, как при применении растворов на водной основе. Для решения проблемы слипания и налипания обрабатываемых деталей необходимо обеспечить хорошую их смачиваемость поверхностно-активными веществами, что позволит уменьшить силы адгезии при обработке плоских изделий в контейнере.
5. Установлено, что с увеличением динамической вязкости рабочей среды происходит уменьшение силы сдвига плоских образцов друг относительно друга, устраняется эффект слипания и обеспечивается повышение качества обработки поверхности.

Перечень ссылок

1. Бурлакова Г.Ю. Обработка мелких плоских деталей в U-образных контейнерах вибрационных станков / Г.Ю. Бурлакова, Н.И. Пичугин // Вопросы вибрационной технологии: межвуз. сб. научн. ст. – Ростов-на-Дону. – 2010. – С. 141-143.

2. Бурлакова Г.Ю. Исследование слипаемости мелких плоских деталей / Г.Ю. Бурлакова, В.Г. Кожемякин, А.П. Николаенко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – №3(59). – С. 8-15.

3. Мицык В.Я. Интенсификация обработки деталей в вибрирующих резервуарах с встречно движущимся потоком рабочей среды: дис. канд. тех. наук: 05.02.08 / Мицык Владимир Яковлевич. – Ворошиловград, 1986. – 283 с.

4. Проволоцкий А.Е. Формирование развитых микрорельефов поверхностей / А.Е. Проволоцкий, [и др.] // Резание и инструмент в технологических системах. – 2004. – Вып.66.— С. 153 –162.

Статья поступила 25.06.2013.

Рецензент: д.т.н проф. Самотугин С.С.