

**Гордєєв А.І.,
Сілін Р.І.,
Ткачук В.П.**

Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна
E-mail: EL-swordo@mail.ru

ВПЛИВ КАВІТАЦІЙНОЇ ДІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ МАСТИЛЬНО - ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ

УДК 620.193.16

Запропоновано кавітаційну технологію підвищення змащувальних властивостей мастильно - охолоджуючих рідин на водній основі з мінералом - шунгіт та обладнання для її здійснення. Проведено дослідження зміни їх основних показників за часом.

Ключові слова: мастильно - охолоджуючі рідини, вібраційне обладнання, кавітація.

Вступ

У процесі оброблення важкооброблюємих сталей виникає необхідність застосовувати мастильно - охолоджуючі технологічні засоби для поліпшення умов різання та зменшення зношування інструменту.

До мастильно - охолоджуючих засобів відносять:

- мастильно - охолоджуючі речовини та середовища (МОС); рідини (МОР), гази, пасти, тверді наповнювачі, які забезпечують дію на процес різання;
- системи підводу МОС, які найбільш ефективно впливають на процес обробки;
- системи підготовки (в тому числі очищування та відновлення технологічних властивостей)

МОС.

Мастильно - охолоджуючі рідини (МОР) поділяються на мінеральні мастила із різними присадками (антифрикційні, протизадирні, змочуючі, антикорозійні, бактерицидні), водні емульсії, які отримані розчиненням базового мастила, емульгатора, антифрикційних та інших присадок, напівсинтетичні та синтетичні МОР, які не містять мастил.

Обмежене використання мають водні розчини солей, а також керосин, суміші керосину із мастилом, суміші мінеральних мастил з олеїною кислотою та ін. Тверді мастильно - охолоджуючі речовини використовуються у вигляді добавок до газових (частинки графіту, дисульфід молибдену) у вигляді мазей, які наносяться на поверхню інструмента, а також у вигляді плівкових покриттів (наприклад, нікель-фосфорні покриття інструмента із швидкорізальних сталей) та порошків.

Одним із відомих методів підвищення роботоздатності МОР на водній основі є вплив магнітного поля на рідину.

Автори [1] пропускали 5 % водну емульсію емульсолу ЕТ-2 крізь магнітне поле 2200 Е, а потім подавали її в зону різання свердла діаметром 12 мм, виготовленого зі сталі Р6М5. Швидкість обробки 25 м/хв, подача 0,2 мм/об, подача емульсії виконувалась зі швидкістю 4 - 5 літрів за хвилину. Довготривалі дослідження показали, що стійкість свердел зростала від 30 до 40 %, а зношування стає більш рівномірним по довжині ріжучої кромки. Це пов'язано зі зміною змочуваної здібності мастильно-охолоджуючої рідини.

Автори [2] встановили, що магнітна обробка водної емульсії при шліфуванні кругами з надтвердих матеріалів дозволяє знизити питомі витрати алмазів при не змінній шорсткості та інтенсивності знімання матеріалу. При круглому зовнішньому шліфуванні значно підвищується стійкість абразиву. Значно стабілізуються властивості емульсії.

Були проведені дослідження по омагнічуванню водної синтетичної емульсії марки «Емульсол» на протязі від 15 до 20 хвилин на магнітному пристрої. Після омагнічування водної емульсії провели ряд досліджень процесу різання з метою встановлення величини зношування свердел з Р6М5 діаметром 16 мм при обробці сталі 38ХМЮА з охолодженням омагніченою емульсією та неомагніченою емульсією. Режими різання для отримання більш швидкого зносу були вибрані наступні: швидкість 35 м/хв, подача 0,25 мм/об. Результати дослідів показали зменшення величини зношування фаски свердел по задній поверхні на 0,1 мм на протязі від 5 до 20 хвилин роботи свердла.

Дослідження показали, що водна емульсія після омагнічування зменшує свою в'язкість, підвищується проникливість у пори металу та поліпшуються умови змащування поверхонь, а це все веде до підвищення стійкості свердел від 25 до 30 %.

Попередні дослідження [3] кавітаційного впливу при обробленні води показали наступні зміни властивостей рідини: підвищення змочування, подрібнення кластерної будови води, розрив водневих зв'язків у молекулах, підвищення окислювального відновлювального потенціалу (ОВП).

Постановка проблеми

Метою даної роботи є розроблення кавітаційної технології підвищення змащувальних властивостей мастильно - охолоджуючих рідин на водній основі з мінералом - шунгіт та обладнання для її здійснення із дослідженням зміни їх основних показників за часом.

Виклад матеріалів досліджень

На останній час знаходять широке застосування водні МОР із поверхнево - активними речовинами (ПАР). Запропоновано, перед змішуванням ПАР з водною основою, виконувати кавітаційне оброблення води із вмістом мінерала - шунгіт.

Мінерал шунгіт в основному складається з вуглецю, значна частина якого дуже нагадує молекули сферичної форми – фулерени. Фулерени – особлива форма вуглецю, що спочатку була відкрита в наукових лабораторіях при спробі моделювати процеси, що відбуваються у космосі, а пізніше виявлена у земній корі.

Донедавна вважалося, що вуглець має тільки три форми існування – алмаз, графіт і карбон. Ці речовини відрізняються своєю будівлею. Кожен атом вуглецю в структурі алмаза розташований у центрі тетраедра, вершинами якого служать чотири найближчих атоми. Така структура визначає властивості алмаза як самої твердої речовини, відомої на Землі.

Атоми вуглецю в кристалічній структурі графіту формують шестикутні кільця, що утворюють, у свою чергу, міцну і стабільну сітку, схожу на бджолині стільники. Сітки розташовуються друг над іншою шаром, що слабо зв'язані між собою.

Така структура визначає специфічні властивості графіту низьку твердість і здатність легко розшаровуватися на дрібні лусочки. На противагу алмазові, графітові і карбону, фулерен є новою формою вуглецю.

Унікальність фулерену в тім, що молекула C_{60} містить фрагменти з п'ятикратною симетрією (пентагони), що заборонені природою для неорганічних з'єднань. Молекула фулерену є органічною молекулою, а кристал, утворений такими молекулами (фулерит) – це молекулярний кристал, що є сполучною ланкою між органічною і неорганічною речовиною. Завдяки своїй сітчасто-кулястій будівлі фулерени виявилися ідеальними наповнювачами й ідеальним змащенням. Вони катаються, немов кульки розміром з молекулу між поверхнями тертя.

Для проведення досліджень одночасного впливу гідрокавітації та мінералу - шунгіт на воду було створено експериментальне обладнання – вібраційний кавітатор поршневого типу (рис. 1, рис. 2).

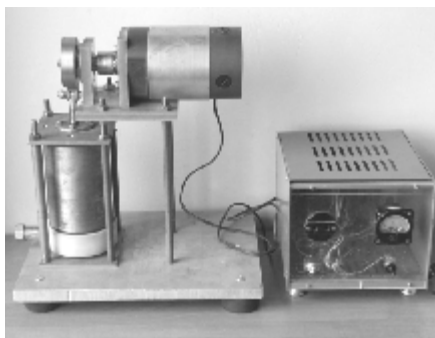


Рис. 1 – Загальний вигляд вібраційного кавітатора поршневого типу

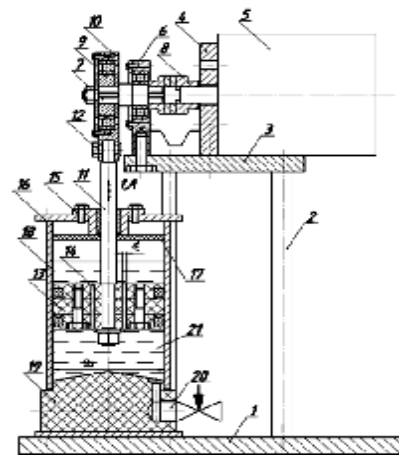


Рис. 2 – Конструктивна схема вібраційного кавітатора поршневого типу

Працює устаткування наступним чином: попередньо закладаються камінці шунгіту (розмірами від до 12 мм) у ємкість 18 між поршнем 13 та дном 19, потім через відкритий кран та отвір 20 заливають в циліндр 18 воду 21. Після вмикання електродвигуна 5 ексцентрик 9 починає обертатися і приводить у зворотно-поступальний рух шток 11 та поршень 13. Крізь отвори 14, з гострими краївками, багаторазово проходить вода 21. Для того, щоб вода 21 не розбризкувалась, на штокові 11 встановлено гумовий відбійник 17. При проходженні води 21 через отвори 14 з гострими краївками у поршні 13, завдяки певному співвідношенню діаметра D_n поршня 13 до діаметра d_o отвору 14 D_n ($D_n / d_o = 12$), підібраним,

відповідно: амплітуді A та частоті f коливання поршня, у отворах 14 періодично утворюється кавітаційні порожнини, тобто, виникає гідрокавітація, яка енергетично впливає на структуру води 21. При ході поршня вгору створюється пониження тиску у ємкості і виникають кавітаційні пухирці та струмені з отворів, які вибивають частинки мінералу, що потім знаходяться у підвищеному стані до одної доби. Кавітаційні пухирці, які при ході поршня вниз, сплескуються і створюють вище зазначені ефекти: розрив та послаблення зв'язків між молекулами, підвищення змочування.

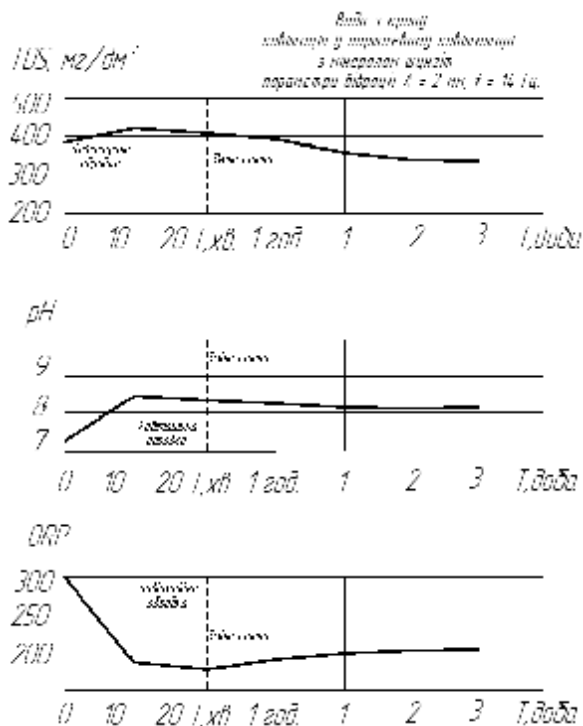


Рис. 3 – Зміна показників TDS, pH, ORP з часом

дини та підвищують змащувальні властивості мастильно - охолоджуючих рідин на водній основі.

Підтвердженням цього є проведені дослідження вигляду утворених кристалічних структур осаду при випарюванні краплі рідини. Їх вигляд залежить від енергетичних умов кристалізації.

Однією з основних умов кристалізації є пересичений стан розчину. Надалі в результаті фазових перетворень утворюються центри кристалізації, на яких і відбувається виділення речовини, що кристалізує. Таким чином, кінетика кристалізації визначається наступними умовами: пересиченням, виникненням мікрозародків (первинних аморфних часток), їхнім ростом і, нарешті, утворенням центрів кристалізації. У результаті взаємодії 2 - х молекул (іонів) виникають дрібні структурні утворення, які поєднуються із третьою молекулою (іоном) і т.д. Спочатку можуть утворюватися короткі ланцюги або плоскі мономолекулярні шари. У цих умовах сили відштовхування молекул (іонів) друг від друга виявляються менше сил їхнього взаємного притягання й рівнодіюча цих сил приводить до агрегації даних молекул (іонів), до утворення ними елементів кристалічної решітки, тобто до виникнення кристалічного зародка, що є елементарною часткою твердої фази.

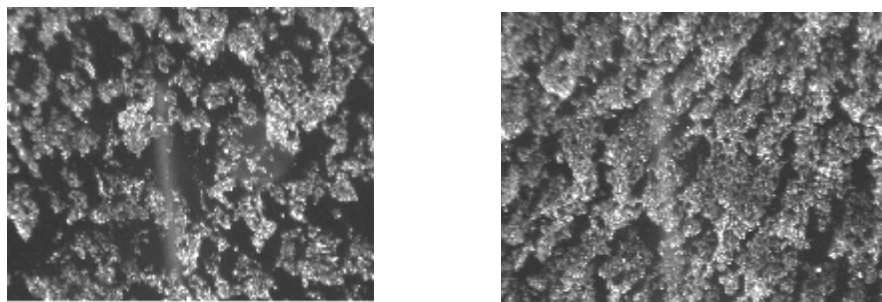


Рис. 4 – Фото кристалів на різних ділянках осаду краплі води з крана не обробленої гідрокавітацією

В експериментальних випробуваннях досліджувалась зміна параметрів води, а саме: зміна pH з часом оброблення, зміна окислювального відновлювального потенціалу з часом оброблення та зміну вмісту з часом загальної мінералізації (показник – TDS). Результати досліджень приведені на рис. 3.

Показник загальної мінералізації TDS за період кавітаційного оброблення 10 хвилин зростає, а надалі незначно знижується. Це говорить про насичення рідини фулеренами та після 20 хвилин оброблення проходить утворення нерозчинних у воді карбонатів CaCO_3 , MgCO_3 , оксикарбонатів $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ і гідрооксидів $\text{Fe}(\text{OH})_2$, які з часом випадають в осад і тому зменшується загальна концентрація вмісту розчинених речовин.

Зростання показника pH за період оброблення говорить про розрив водневих зв'язків у молекулах, але з часом він стабілізується на рівні 8,2 pH. Зниження показника ORP від 300 до 180 одиниць говорить про підвищення окислювального відновлювального потенціалу рідини, який з часом знижується до 205 одиниць. Отримані результати зміни показників за часом дають можливість стверджувати, що кавітаційний вплив та мінерал шунгіт змінюють структуру рі-

Краплі води, взятої з крана і після оброблення кавітацією з шунгітом, наносились на скло та висушувались при кімнатній температурі. Потім за допомогою мікроскопів МИМ-10 та МБС-10 проводилось фотографування їх дільниць. На рис. 4 показано фотографії дільниць кристалічного осаду води не-обробленої.

Вигляд кристалів осаду говорить про кластерну структуру води із значним поверхневим натягом, що знижує її змочувальну здатність.

На рис. 5 показано фотографії дільниць кристалічного осаду води обробленої кавітацією з шунгітом. Вигляд кристалів осаду говорить про структурованість води з низьким поверхневим натягом, що збільшує її змочувальну здатність. Розрив водневих зв'язків призводить до утворення мономолекул води, які легко проникають у тріщини металу та поліпшують умови змащування поверхонь. Молекули шунгіту сферичної форми – фулерени є додатковим фактором зменшення сил тертя між поверхнею різального інструменту та поверхнею заготовки. Сукупність цих факторів призводить до зміни властивостей МОР в сторону підвищення ефективності її роботоздатності. Виходячи з проведених досліджень зміни властивостей (рис. 3), рекомендується застосовувати попереднє оброблення води кавітацією з шунгітом перед змішуванням з ПАР та використанням МОР у процесі різання металів відразу після змішування на протязі п'яти - восьми годин.

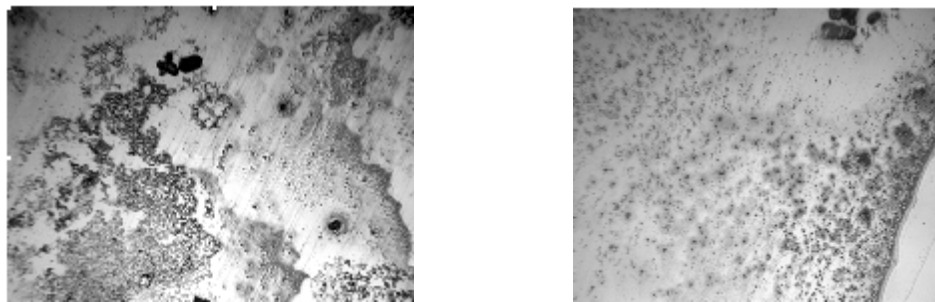


Рис. 5 – Фото кристалів різних дільниць осаду краплі води з крана обробленої гідрокавітацією з мінералом шунгітом

Висновки

1. У результаті проведених досліджень встановлено зміну властивостей води за допомогою гідрокавітації для приготування водної основи МОР. У результаті проведених досліджень отримано структуризацію води, зменшення поверхневого натягу за рахунок розриву водневих зв'язків, що підвищує роботоздатність МОР.
2. Запропоновано конструкцію вібраційного обладнання підготовки води для МОР.

Література

1. Худобин Л.В. Применение омагниченных водных эмульсий при алмазном шлифовании / Л.В. Худобин, А.Л. Глузман, В.Ф. Гурьянихин // – Синтетические алмазы. – 1972, №3. – С. 47 – 49.
2. Серебряников А.С. Омагничивание водных эмульсий в процессах сверления – Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем / А.С. Серебряников, В.П. Ковтун, В.И. Шелян // Сб. III всесоюзного совещания. Новочеркасск : Изд. Новочеркасского политехнического института. – 1975. – 265 с.
3. Сілін Р.І. Науково – технічні основи розроблення вібромашин для впливу на властивості води / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 4(56) – С. 141 – 148.

Поступила в редакцію 21.11.2013

Gordeev A.I., Silin R.I., Tkachuk V.P. **Influence of cavitation action on the properties of the coolant.**

The analysis method to increase efficiency of lubrication-cooling fluids, namely magnetic field. The results of research on improving the wear resistance of cutting tools with the use of lubrication-cooling liquid treated magnetic field. Proposed cavity technology improve the lubricating properties of the cooling lubricant on water basis with the mineral - shungite and equipment for its implementation. Investigated changes in their basic parameters in time. Through analysis of crystalline precipitates drop of water shows the change of the structure of water and its properties.

Key words: Metalworking fluids, vibration equipment, cavitation.

References

1. Hudobin L.V., Gluzman A.L., Guryanihin V.F. Primenenie omagnichennyh vodnih emulsiy pri almaznom shlifovanii. Sinteticheskie almazy. 1972, №3, pp. 47 - 49.
2. Serebryanikov A.S., Kovtun V.P., Sheyan V.I Omagnichivanie vodnyh emulsiy v processah sverleniya. Voprosy teorii i praktiki magnitnoy obrabotki vody i vodnyh system. Sb. III vsesoyuznogo soveshaniya. Novochoerkassk : Izd. Novochoerkasskogo politehnicheskogo instituta. 1975, 265 p.
3. Silin R.I., Gordeev A.I. Naukovo-tehnichni osnovi rozroblennya vibromashin dlya vplivu na vlastivosti vodi. Vibracii v tehnici ta tehnologiyah. 2009, № 4(56), pp. 141 - 148.