

3. Oba, R. and Miyakura, X. (1987), "Stochastic behavior (randonness) of acoustic pressure pulsses in the near subcavitating range", Intern. Journal, pp. 581 – 586, DOI: <https://doi.org/10.1299/jsme1987.30.581>.

4. Ivchenko, V.M. (1980), *Gidrodinamika mnogofaznykh zhidkosti. Kavitatsiya*, KPI, Krasnoyarsk, Russia.

5. Puzik, O., Zaionchkovskiy, G. and Tarasenko, T. (2013), Experimental test-bench for reseaching properties of fuel-lubricant materials, Proceedings of the National aviation university, No.1, (54), pp. 78-81.

6. Hlazkov, M.M., Makarenko, M.H. and Tarasenko, T.V. (2007), "Matematychna model' rozmakhukavitatsiynykh pul'satsiytysku", *Materialy IX Mizhnarodnoy inaukovotekhnichnoy konferentsiyi „Avia – 2007”*, Vol. 2. NAU, Kyiv, Ukraine, pp. 60–62.

7. Hlazkov, M.M., Lanetsky, V.H., Kuryukov, V.N. and Tarasenko, T.V. (2003), "Vlyyanyekavytatsyynahydravlycheskyekharakterystykydrossel'nykhustroystvhydropryvoda", *Visnyk SumDU Ser. Tekhnichninauky*, No.13 (59), pp. 53–59.

8. Hlazkov, M.M., Kurinkov, V.M. and Tarasenko, T.V., *Zayavnykipatentotrymach NAU* (2002), "Sposib ochyshchennya vnutrishn'oyi poverkhni truboprovodu ta prystryi dlya yoho zdiysnennya", Pat. 51481 Ukrayina B08B9/27, No. 2002042866.

9. Glazkov, M.M. and Pilipenko, S.V. 1988), "Metodika spektral'nogo analiza kavitatsionnykh pul'satsii davleniya", *Proektirovanie i ekspluatatsiya promyshlennykh gidroprivodov i system gidropnevmoavtomatiki*, 17–18 March 1988, Penza, Russia, pp. 72–73.

10. Pilipenko, V.V. and Zadontsev, V.A. (1976), *Ob odnommekhanizmeavtokolebanii v gidravlicheskoisisteme s kavitatsionnoitrubkoiVenturi*, Naukovadumka, Kyiv, Ukraine.

11. Glazkov, M.M., Lanetskiy, V.G., Makarenko, N.G. and Chelyukanov, I.P. (1987), *Kavitatsiya v zhidkostnykhsistemakhvozdushnykhsudov*, KIIGA, Kyiv, Ukraine.

12. Tarasenko, T.V., Badach, O., Puzik, K. (2013), *Krayushkina Functional units based on cavitation effects for hydraulic systems of vehicles*, Science – Future of Lithuania: 16th Conference for Junior Researchers, May 8, 2013, Vilnius, Lithuania, pp. 50-54.

13. Tarasenko, T.V., Romanenko, V.G. and Badakh, V.N. (2015), *Vozniknovenie kavitatsii v ob'emnom nasose*, *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu KhPI, Seriya: Hidravlichni mashyny ta hidroahrehaty*, No. 3. pp. 112–120.

УДК 621.924.93

**А.П. Багач, студент,
І.О. Ящук, студент,
О.П. Ящук, ст. викладач**

Національний авіаційний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОАБРАЗИВНОГО СТРУМИННОГО РІЗАННЯ ШЛЯХОМ ПІДБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ АБРАЗИВУ

Промисловість сучасного світу, в тому числі провідні галузі народного господарства, передбачають ряд вимог щодо пошуку принципово нових методів обробки, які базуються на прогресивних фізичних і фізико-технічних принципах, а також володіють високою енергетичною ефективністю, широкими технологічними можливостями та є екологічно безпечними.

Даним вимогам найбільш повно відповідає метод струминної обробки матеріалів. Щоб надати заготовці необхідної форми, використовують гідрорізання – різання

матеріалів тонким надзвуковим струменем рідини. В основу струминних технологій покладена здатність такого струменя рідини витікати крізь соплову насадку під великим тиском і таким чином викликати критичне навантаження матеріалу, в результаті чого відбувається відрив частинок від основної маси.

Гідроабразивна обробка має ряд переваг порівняно з іншими методами (обробка тиском, традиційна механічна, електроіскрова, електрохімічна, хімічна, ультразвукова обробка). Вона практично повністю виключає недоліки, властиві перерахованим методам, а саме: термічну деструкцію матеріалу, значні локальні навантаження оброблюваної ділянки заготовки, викиди шкідливих речовин у повітря тощо. При цьому доведено, що продуктивність гідроабразивного різання значно вища за продуктивність інших методів фізико-технічної обробки, а енерговитрати – менші.

Однак, якщо необхідно забезпечити не тільки форму заготовки в процесі різання, а і відповідну якість отриманої поверхні, а саме: високий квалітет точності, низьку шорсткість тощо, то виникають певні недоліки струминних технологій, оскільки для забезпечення даних вимог виникає необхідність використання надпотужних станцій високого тиску (до 600-800 МПа), мінімізації робочої подачі та додаткових зусиль, направлених на створення прецизійних соплових насадок визначеного профілю. Головною проблемою, яка виникає при практичній реалізації струминного різання, є проблема максимально повного використання енергії струменя, що, при формуванні надзвукових струменів з чистої води і при роботі з тисками до 500 МПа, витрачається на виконання корисної роботи в межах 3-8%. Такий низький рівень коефіцієнта корисної дії пояснюється особливостями струминного потоку, насамперед, його здатністю обтікати перешкоду і вибірково проникати у поверхневі дефекти.

Аналізуючи всі переваги і недоліки гідроабразивного струминного різання і обробки матеріалів, можна зробити висновок, що даний фізико-технічний метод варто розглянути більш детально з метою його оптимізації.

Параметри, які впливають на процес різання гідроабразивним струменем, можна поділити на такі групи: гідравлічні параметри, параметри абразиву, параметри змішування, параметри різання, результати різання. У даній роботі будемо розглядати оптимізацію гідроабразивного методу обробки матеріалів за рахунок підбору оптимальних параметрів абразиву, а саме: абразивний матеріал, розмір частинок, масова витрата та форма частинок. Для цього порівняємо властивості кількох абразивних матеріалів, найпоширеніших в промисловому виробництві (табл. 1).

Таблиця 1 – Властивості абразивних матеріалів

Абразив	Щільність, г/см ³	Міцність за Кнупом	Форма частинок
Карбід кремнію	3,2	2500	Неправильна гострокутна
Гранат	3,4 – 4,3	1350	Неправильна гострокутна
Кварцовий пісок	1,5	700	Неправильна округлена
Сталевий гострокутний шрот	7	400 - 800	Неправильна округлена
Скляний шрот	2,5	300 - 600	Кругла

Для цих абразивних матеріалів експериментальним шляхом отримано залежність (рис. 1), на основі якої можна порівняти різальну спроможність кожного типу часток та оцінити їх ефективність.



Рисунок 1 – Залежність глибини розрізу маловуглецевої сталі від матеріалу абразива та розмірів часток

Із даного аналізу видно, що гранатовий пісок зернистістю 60 і 100 меш проникає у матеріал краще, ніж кварцовий пісок і скляний шрот при забезпеченні відносно великих витрат абразиву. Тому можна зробити висновок, що округла форма часток скляного шроту стала причиною гірших результатів різання цього матеріалу, а низька ефективність кварцового піску може бути зумовлена його низькою твердістю і легкістю. Масова витрата також є важливим параметром абразиву, що впливає на ефективність гідроабразивного різання. Експериментальні випробування для певних конкретних умов дали наочне зображення впливу витрати абразиву на глибину різання (рис.2).

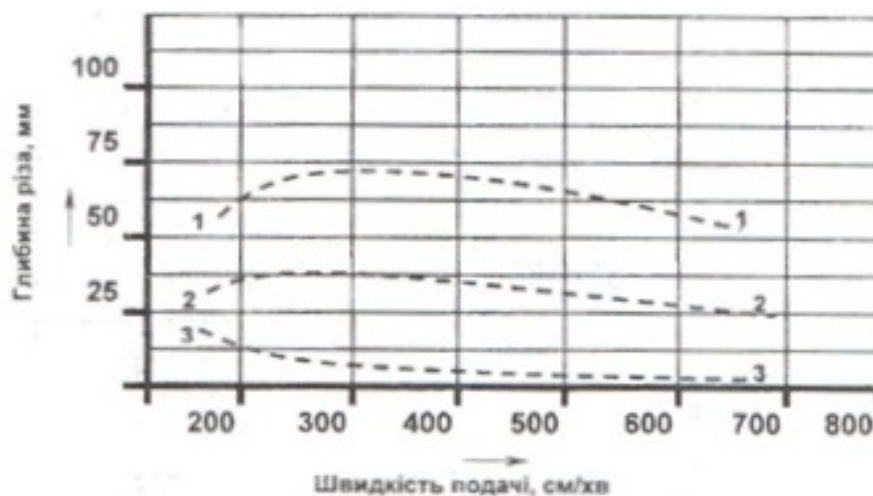


Рисунок 2 – Вплив витрати абразивних часток граната на глибину різання: 1 – алюмінію; 2 – міді; 3 – маловуглецевої сталі

З рисунку видно, що спочатку залежність глибини різання від витрати має лінійний характер, але при збільшенні витрати абразиву, падіння швидкості часток відбувається скоріше, ніж зростання кількості ударів по поверхні матеріалу. При збільшенні витрати зростає взаємодія між частинками, внаслідок чого зменшується кількість ефективних ударів, змінюються сприятливі кути атаки та знижується локальні швидкості ударів.

Висновок

Аналізуючи параметри різних матеріалів абразиву, можна зробити висновок, що найефективнішим та доступним є гранатовий пісок. Гранатовий пісок – мінерал

неметалічної природи, який складається з гранул граната Альмандина, не канцерогенний і не токсичний, надзвичайно жорсткий. Висока твердість даного абразиву, пов'язана з його кристалічною будовою, забезпечує високий опір руйнуванню, тому гранатовий пісок різних фракцій використовують як абразив в багатьох сферах промисловості. Шляхом дроблення великих гірських порід гранату можна отримати фракції будь-якого розміру. Наявність гострих граней, отриманих після розколу породи, робить гранатовий пісок більш ефективним при гідроабразивному різанні і дозволяє отримати якісно рівну поверхність різі. Найважливішою характеристикою, яка визначає фізичну якість мінералу, є його походження, морфологія та вік. На морфологію гранатів впливає середовище формування мінералу, цим визначається його густина, хімічний склад та колір. Завдяки своєму походженню, гранатовий пісок більш стійкий до руйнування, що дозволяє використовувати його повторно декілька разів. У нього майже відсутні мікротріщини, тому кожна окрема частинка зберігає імпульс при різанні матеріалу в процесі гідроабразивної різки та абразивноструйної очистки.

Список літератури

1. Саленко О.Ф., Струтинський В.Б., Загірняк М.В. Ефективне гідрорізання: Монографія. – Кременчук: КДПУ, 2005. – 488 с.: іл..
2. Бочаров В.П., Струтинский В.Б., Бадах В.П., Таможний П.П. Расчет и проектирование устройств гидравлической струйной техники./ К.: Техника, 1987. – 128с.
3. Тихомиров Р.А., Гуенко В.С. Гидрорезание неметаллических материалов. – К.: Техніка, 1984. – 150 с.
4. Тихомиров Р.А. Гидрорезание судостроительных материалов – Л. Судостроение, – 1987. – 164 с.

УДК 621.924.93

**В.Ю. Тригуб,
М.В. Хомицький**

Національний авіаційний університет

ГІДРОСТРУМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОШИН

Для утилізації автошин в даний час використовують різноманітні методи і засоби [2]. Одним з перспективних методів є застосування технологій різки гуми водяними струменями високого тиску [1], які мають ряд переваг відносно інших сучасних технологій утилізації відпрацьованої гуми. Найважливішою з них є відсутність нагріву гуми, що розрізається, тобто відсутність термічної дії на матеріал що виключає зміну структури та обгорання гуми, яка використовується для подальшої переробки. Тепло, що генерується в процесі різання, практично миттєво відводиться потоком води. В результаті не відбувається помітного підвищення температури поверхні, яка оброблюється. Жодна технологія, окрім гідроструменевої різки, не може забезпечити відсутність термічного впливу на матеріал в області різання.

Важливим аспектом є високий ступінь екологічної безпеки процесу. В даному випадку відсутні шкідливі випаровування і гази, що можуть утворюватись при інших технологіях різання.