

## Определяне влиянието на технологичните фактори върху металоотнемането при струйно хидроабразивно обработване

доц. д-р инж. Г. Таков, ст.н.с. д-р инж. Б. Македонски, доц. д-р В. Тенчев,  
проф. д.т.н. инж. Св. Токмачиев, гл.ас. д-р Р. Вучева – Минно-геоложки университет „Св. Ив. Рилски”

**Резюме:** В доклада са отразени резултати от изследване на влиянието на технологични фактори върху интензивността на металоотнемане при струйно хидроабразивно обработване. Определянето на влиянието им води до анализиране на възможността за управление на процеса чрез промени на самите тях.

**Ключови думи:** струйно хидроабразивно обработване, управление на металоотнемането.

Струйните абразивни методи се характеризират с насочването към обработваната повърхнина на струя флуид с висока скорост, носеща свободен абразив. Начина на ускоряване на абразива и естеството на носещата струя може да бъде различно, но целта при всички случаи да се предаде на абразивните зърна кинетична енергия, достатъчна те да въздействат механически на третираната повърхнина. Диапазонът на въздействие е широк, обработването по този начин може да бъде от грубо-почистващо, до довършителна обработка целяща подобряване на грапавостта. Последното е особено актуално при обработване на сложно профилни повърхнини, където други методи за абразивно довършващо обработване са трудно или въобще неприложими.

По отношение на приложимостта на струйно абразивните методи за обработване като довършващо обработване, най-големи надежди се възлагат на струйното хидроабразивно обработване (СХО). Проблемата за окончателно обработване на образуващи повърхнини от шприцформи, постави пред нас въпроса за определяне на пригодността на метода на СХО за тази цел.

Процесът на металоотнемане при СХО е съпроводен от редица физико-механични и физико-химични явления като пластична деформация, микрорязане, вътрешно и външно триене, въздействие на химически активни прибавки и др. Тези явления се намират в определени зависимости едно от друго. Разкриването на закономерността е свързано с решаването на въпроси на физиката, съпротивлението на материалите, металознанието, хидродинамиката на двуфазни системи и др., някои от които на свой ред все още не са решени напълно. Това налага използването на експерименталния подход за изучаването на процеса, което е база за определяне на възможността за управлението му.

При използването на математичните модели за изучаване на различни процеси се има предвид ограничените познавателни възможности на тези модели. При този вид моделиране не е възможно да се изразят всички фактори и зависимости, присъщи на съответния процес. Ето защо, моделът не е точно копие на действителността. В хода на изследванията се избират само типичните фактори и се определят основните зависимости.

Като основни технологични фактори влияещи на процесана металоотнемане при СХО, можем да посочим времето за атакуване на повърхнината, едрината на абразива, налягането на флуида, ъгъла на атака и дължината на струята.

Проведена по-рано изследователска работа [1] определи влиянието на времето за атакуване и едрината на абразива върху металоотнемането. Предмет на настоящата работа е определянето на влиянието на технологичните фактори, налягане на ускоряващия флуид ( $P$ ), дължината на струята ( $L$ ) и ъгъла на атака ( $\alpha$ ) върху количеството снет метал, изразен в тегловни единици  $\Delta G(\text{mg})$ .

Презумпцията за използването на процеса за обработване на шприцоформи след термообработка, обособена изследването да се извърши върху образци от Ст 45 с твърдост HRC = 40 ÷ 45. За целева функция е прието количеството снет метал, при условие че не се влошава постигнатата грапавост на повърхнината от предшестващата обработка.

Опитното изследване се провежда с абразивен материал ЕБ 10 и време за атакуване на струята 60 s.

Планиран е трифакторен експеримент по методиката [2] на програмния продукт „EXPLAN (v 1.1), създаден за автоматизирано планиране и последваща обработка. Избрани са следните технологични фактори, със следните нива на вариране:

$P = 0,3 \text{ MPa}, 0,4 \text{ MPa}, 0,5 \text{ MPa}$

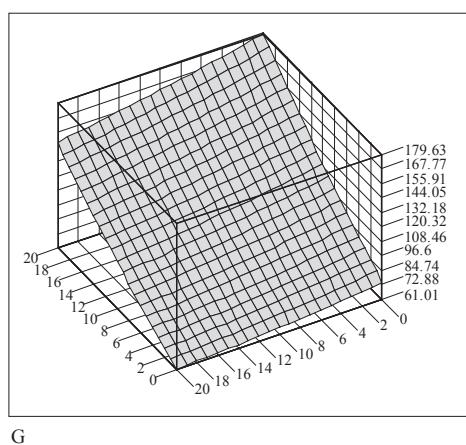
$\alpha = 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ$

$L = 45 \text{ mm}, 55 \text{ mm}, 65 \text{ mm}$

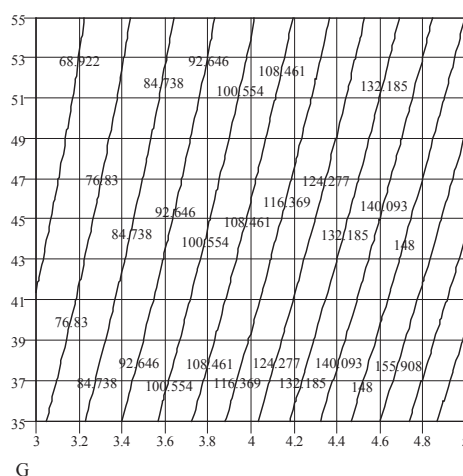
При условията на така планираният експеримент е получено следното регресионно уравнение  $M$

$$\Delta G(P,L,\alpha) = 1,5546 + 38,05P - 0,24L - 0,94\alpha - 0,18PL - 0,45P\alpha + 0,003L\alpha + 4,8P^2 + 0,003L^2 + 0,02\alpha^2$$

За полученото уравнение е проверена значимостта на коефициентите и адекватността на модела по критерия на Фишер. При  $F = 1,9792 < F(\text{гранично}) = 6,09$  – моделът е адекватен.



Фигура 1



Фигура 2

На фиг. 1 е показана графичната интерпретация на уравнението в 3D сечения., а на фиг. 2 е показана ортогонална проекция на характеристична равнина за най-добрия резултат при:  $\alpha = 45^\circ$ ,  $L = 60 \text{ mm}$  и  $P = 5 \text{ Pa}$ .

### Изводи

1. Проведеното изследване разкрива влиянието на технологичните фактори  $P, L$  и  $\alpha$  върху интензивността на металоотнемането, като най-съществено е влиянието на налягането на ускоряващия флуид  $P$ , МРа.
2. Изменението на ъгъла на атака на хидроабразивната струя  $\alpha^\circ$  върху металоотнемането преминава през максимум при  $\alpha = 45^\circ$ .
3. Възможен е подход за управляване на металоотнемането при СХО, чрез управляване на изследваните технологични фактори. За технологичния показател „грапавост на обработената повърхнина” в рамките на изложените изследвания, този извод е неприложим.
4. Управлението на интензивността на металоотнемане с помощта на  $P, L$  и  $\alpha$  се реализира практически лесно и надеждно, тъй като управлението на всеки един от тези фактори е лесно осъществимо. Използването на такъв подход е възможно, както за интензифициране на процеса, така също и при търсене на ефективни режими на работа.

### Литература

1. Таков Г. Б., Основни закономерности на струйноабразивното обработване. Дисертация, София 1987.
2. Георгиев Д. С., Славов Ст., Приложение на EXPLAN (V1.1) – [www.web.dir.bg/stoyan](http://www.web.dir.bg/stoyan).