

УДК 662.217: 235

Некритий Е.Ф., студент гр. 161-18-1

Науковий керівник: Свєткіна О.Ю., д.т.н., зав. каф. хімії

НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНОАКТИВАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

У роботі розглянуто процес утворення композиційних матеріалів при створенні ракетних палив. Показано, що для зменшення тертя в композитних матеріалах, пропонується механоактивація корунду для переводу його в пластичний стан. Показано, що механізм активації відбувається в трьох кінетичних режимах.

Найважливішою проблемою при проведенні масових вибухів є їх вплив на навколишнє середовище. При цьому особлива роль належить типу застосовуваних вибухових матеріалів і способам їх проведення. В основу класифікації хімічних ракетних палив ХРП покладено найбільш характерну ознаку – агрегатний стан вихідних палив [1]. За цією ознакою вони діляться на рідкі – РРП, тверді – ТРП, гібридні – ГРП, пастоподібні – ПРП ракетні палива.

Основним компонентом ГРП з використанням навколишнього середовища – гідрореагуючого палива (твердого або пастоподібного) є високотеплотвірне порошкоподібне металеве пальне (Al, Mg, їх суміші та сплави). Окислювач (наприклад,  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ) береться в мінімальній кількості (близько 20%,  $\alpha \approx 0,1$ ), необхідному для забезпечення початкової газифікації палива і освіти паро-димогозових суміші. Ця суміш з великим вмістом частинок магнію і алюмінію вступає у вторинному контурі у взаємодію з забортною водою, і реакція розвивається до встановлення термодинамічної рівноваги, що відповідає заданим параметрам. Закінчення з сопла продуктів горіння, води в пароподібному і рідкому вигляді створює реактивну силу. Таким чином, забортна вода використовується в якості окислювача і робочого тіла.

При наповненні композицій одночасно гексогеном металевими порошками останні надають на зовнішнє тертя більший вплив. При введенні в композиції металевих порошоків зростає макрошороховатість композиції в цілому, що призводить до збільшення деформаційної складової тертя і сумарної величини деформаційної складової ( $\tau$ ,  $\mu$ ). Найбільш рельєфно це проявляється при використанні алюмінію.

Істотне підвищення зовнішнього тертя композицій з алюмінієм пояснюється особливостями фізичних властивостей цього металу і покриття його оксидом – мікротвердості Al і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  відрізняються більш ніж на два порядки, м'який, пластичний метал покритий твердою, жорсткою і крихкою оксидною плівкою, тому при механічних впливах на подібну композицію неможливо спільне деформування Al і  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , відбувається розчавлювання частинок металу і вихід на зовні ювенільного, неокисленого алюмінію, що підвищує стирання. При експонуванні на повітрі цей метал окислюється, що призводить до збільшення в зоні тертя абразивних продуктів зносу (оксиду алюмінію – корунду, поступається за твердістю тільки алмазу); сумарна сила тертя при цьому ще більшою мірою зростає через підвищення деформаційної складової.

Для зменшення сили тертя нами була вивчена механоактивація корунду. Подрібнення корунду проводили в чотирьох режимах, змінюючи діаметр куль, змінюючи співвідношення  $n$ . На рис. 1 представлені залежності зміни питомої поверхні подрібненого корунду з часом при діаметрі куль рівному 0,006 і 0,009 м, а також при співвідношенні  $n$  рівному 1/20 і 1/40. З експериментальних даних видно, що найбільш раціональним є режим подрібнення:  $d_w=0,009$  м і  $n=1/40$  [2].

Після вибору раціональних параметрів подрібнення, більш детально було розглянуто процес подрібнення корунду. На рис. 2 представлена кінетична крива процесу активації  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  при віброударному подрібненні.

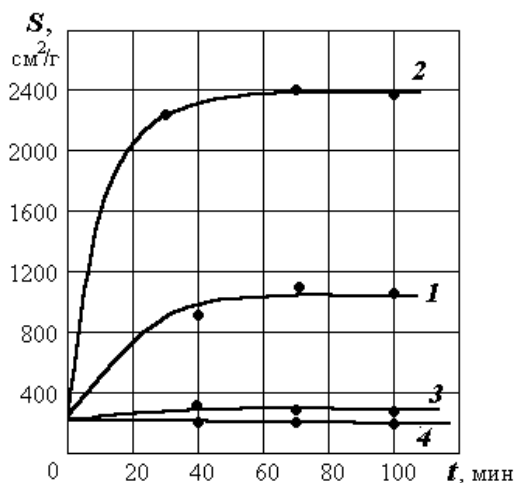


Рисунок 1 – Зміна питомої поверхні при подрібненні корунду ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ): 1 –  $n = 1/20$ ,  $d = 9$  мм; 2 –  $n = 1/40$ ,  $d = 9$  мм; 3 –  $n = 1/40$ ,  $d = 6$  мм; 4 –  $n = 1/20$ ,  $d = 6$  мм.

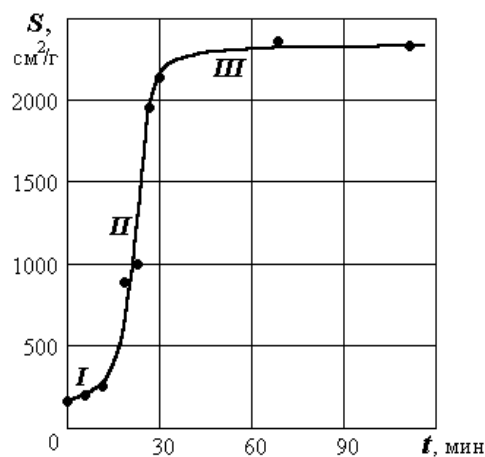


Рисунок 2 – Кінетика подрібнення корунду ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ),  $n = 1/40$ ,  $d = 9$  мм

Закономірність, представлена на рис. 2 має автокатолітичний характер, який пов'язаний з різною будовою і формою частинок, що утворюються при активації. Процес активації-подрібнення даного матеріалу складається з трьох етапів:

1 етап – період індукції, тобто розколювання великих частинок на більш дрібні, в якому основну участь приймають лише кулі і найбільш великі частки. У нашому випадку це подрібнення протягом перших 10 хвилин;

2 етап – прогресивне зменшення часток з часом (від 10 до 30 хвилин);

3 етап – початок процесу агрегації частинок з встановлення рівноваги, при якому розмір часток майже не змінюється, а іноді навіть і збільшується.

Було показано, що в залежності від форми частинок і зміною їх механічних характеристик можливо досягти режиму при якому спостерігається зменшення тертя.

### ВИСНОВКИ.

1. Для зменшення тертя в системі «алюміній-оксид алюмінію», необхідно проводити механічну активацію, при якій відбуваються зміни в структурі корунду, що призводить до зменшення тертя.

2. Показано, що механізм активації відбувається в трьох кінетичних режимах.

### Список літератури

1. Алемасов В.Е., Дрегалін А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1969. 547 с.

2. Svetkina O. Preparation of filler-stabilizer for composite materials // Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining. – Boca Raton – London – New York – Leiden: CRC Press Taylor & Francis Group, Boock. – 2014 Taylor & Francis Group, London. – P. 405 – 409.