



УДК 621.763

## СПОСІБ ВІДЦЕНТРОВОГО АРМУВАННЯ ВСТАВОК «КНОПКОВОГО» ТИПУ

*І.О. Шуляр, Р. Давидюк*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, [bogdan.shuliar@gmail.com](mailto:bogdan.shuliar@gmail.com)*

Суть розробленого способу полягає в тому, що ливарній формі надається друге обертання в площині нормальній до осі деталі зі швидкістю (2500–3500) об/хв., вводиться рідкий метал з твердим сплавом, після повного введення твердого сплаву обертання в площині нормальній до осі деталі припиняється, а обертання в площині осі деталі триває до повної кристалізації металу в формі.

Підвищення стійкості робочих поверхонь у деталей зубців «кнопкового» типу досягається за рахунок розосередження твердого сплаву по всій поверхні деталі, оптимального легування металозв'язки армованої зони і збереження первинних властивостей твердого сплаву.

Процеси, що відбуваються в об'ємно-армованій зоні при реалізації запропонованого способу пов'язані з технологічними параметрами армування деталей «кнопкового» типу, регулюючи які можна отримати оптимальну структуру металозв'язки армованої зони, що задовольняє різні умови роботи доліт, а також форму армованої зони в головці деталей «кнопкового» типу.

Визначення оптимальних параметрів технологічного процесу відцентрового армування неможливо без вивчення теплофізичних процесів охолодження і формування заготовки в полі дії відцентрових сил. Одночасно з процесами кристалізації, при армуванні під дією відцентрових сил, відбувається переміщення зерен литого карбіду вольфраму, який при контакті з розплавленою сталлю повністю або частково розчиняється в залежності від грануляції і термічного циклу.

Термічний цикл процесу відцентрового армування, в основному визначається температурою сталі при заливанні, кількістю введеного при армуванні литого карбіду вольфраму і температурою нагрівання керамічної форми. Вплив перших двох параметрів незначний в зв'язку з невеликими технологічними можливостями їх зміни. По мірі збільшення грануляції, розчинність зерен реліту зменшується. Підвищення температури нагрівання форми призводить до збільшення розчинності зерен реліту.

Основною зоною, що визначає показники якості оснащення, - є об'ємно-армована концентрація литого карбіду вольфраму і відстань від вершини зуба до армованої зони, - її характеристики, що залежать



від частот обертання ливарної форми, швидкості охолодження, розмірів деталі і величини зерна реліту.

Збільшення відцентрових сил, що діють на зерна реліту, призводить до збільшення їх концентрації в об'ємно-армованій зоні. Збільшення швидкості охолодження об'ємно-армованої зони і частоти обертання відцентрової машини призводить до зменшення відстані від армованої зони до вершини зуба.

Стійкість об'ємно-армованої деталі «кнопкового» типу визначається стійкістю армованої зони, яка в свою чергу залежить від структури металозв'язки, кількості і концентрації введеного при армуванні литого карбіду вольфраму і формою армованої зони.

Дослідження запропонованого способу армування деталей «кнопкового» типу відбувалося у відповідності з матрицею планування складеною на основі рекомендацій по реалізації методу Бокса-Вілсона. В результаті обробки експериментальних даних одержані математичні залежності між технологічними параметрами запропонованого способу армування і показниками абразивного і ударно-втомного зносу, що характеризують умови роботи деталей «кнопкового» типу, якими оснащують породоруйнівний інструмент.

$$Y_{аб.} = 82,34 - 4,22X_1 - 9,34X_4 + 8,06X_5 - 9,25X_6 + \\ + 11,14X_2X_3 + 7,84X_3X_4 + 12,78X_4X_6 + \\ + 9,2X_1X_4X_6 + 7,23X_2X_3X_5;$$

$$Y_{уд.} = 49,34 + 6,18X_4 + 8,14X_5 + 4,2X_6 + 9,64X_4X_6 - \\ - 6,58X_1X_2X_6 + 8,23X_2X_4X_5;$$

де  $Y_{аб.}$  – стійкість оснащення «кнопкового» типу до абразивного зносу;

$Y_{уд.}$  – стійкість оснащення «кнопкового» типу до ударно-втомного зносу;

$X_1$  – температура заливання сталі;

$X_2$  – температура нагрівання керамічної форми;

$X_3$  – частота обертання відцентрової машини в площині осі деталі;

$X_4$  – кількість введеного литого карбіду вольфраму;

$X_5$  – співвідношення карбідів вольфраму мілкої і крупної фракцій;



$X_6$  – частота обертання відцентрової машини в площині нормальній до осі деталі.

Встановлено, що одержані рівняння адекватні експериментальним даним при п'яти процентному рівні значимості.

Аналіз рівнянь  $Y_{аб.}$  і  $Y_{уд.}$  показав, що оптимальними значеннями технологічних параметрів при превалюючих значеннях абразивного зносу оснащення вставок «кнопкового» типу є:  $X_1=1600-1630$  °C;  $X_2=180\pm 10$  °C;  $X_3=2800\pm 20$  об/хв.;  $X_4=152\pm 3$  г;  $X_5=100\%$  – концентрація реліту грануляції (0,9–0,63) мм;  $X_6=450 \pm 20$  об/хв.; а технологічних параметрів при превалюванні ударно-втомного зносу оснащення вставок «кнопкового» типу є:  $X_1=1620$  °C $^{+10}_{-20}$ ;  $X_2=180\pm 10$  °C;  $X_3=500\pm 15$  об/хв.;  $X_4=45\pm 2$  г;  $X_5=50/50$  – концентрація реліту грануляції (0,9–0,63), (0,45–0,28) мм;  $X_6=2500 \pm 20$  об/хв.

Фізична картина обтікання зерен литого карбіду вольфраму рідкою сталлю полягає в наступному: при невеликих швидкостях обертання ливарної форми, опір обумовлений в'язкими силами, обтікання безвідривне, потік рідини має потенційний характер. У міру наростання швидкості обертання відбувається формування пограничного шару, поступове його потовщення і зрив з обтічної поверхні. Зривання пограничного шару призводить при  $R_e \square 10$  до утворення вихорів. Потік поза вихровою зоною залишається як і раніше потенційним. Подальше зростання швидкості обертання призводить до зривання вихорів  $R_e \square 150$  і розповсюдженню їх в напрямі потоку рідини, утворюючи слід за обтіканням зерна.

Виходячи з умов обтікання зерна рідким металом при відцентровому армуванню видно, що подвійна частота обертання відцентрової машини, розміри керамічної форми і зерна карбіду вольфраму, а також стан металу визначають сили, що діють на зерно реліту, яке знаходиться в системі, що обертається.

Запропонована послідовність відключення обертання необхідна для ефективного живлення зон кристалізації рідким металом і виключає появу раковин всередині виливка. Час вводу твердого сплаву змінюється в межах 5 – 10 сек. За цей час відбувається в основному кристалізація армованої зони периферії головки зубця і подальше обертання деталі в площині нормальній до осі деталі зі швидкістю (2500–3500) об/хв. не тільки непотрібне, а навіть шкідливе,



так як по осі деталі різко зростає ймовірність одержання газових включень або раковин.

Збільшення частоти обертання більше 3500 об/хв. призводить до збільшення концентрації твердого сплаву в головці зубця і зменшення процентного вмісту металозв'язки, і природно до зменшення міцності головки вставки «кнопкового» типу. Навпаки зменшення частоти обертання менше 2500 об/хв. призводить до значного зниження концентрації твердого сплаву в армованій зоні і отже до зниження її абразивної стійкості. Тому частота обертання ливарної форми в площині осі деталі (2500–3500) об/хв. є оптимальною.

#### Літературні джерела

1 Бугай Ю.Н. Технологія центробежного лиття армированих бурових долот / Ю. Н. Бугай // Литейное производство, № 10, 1981. – с. 18-22.

2 А. с. 1001573 СССР, МКИЗ В 22 D 19/02. Способ получения армированных оливок / [Ю. Н. Бугай, Э. Б. Милевский, Р. Т. Карпик, И. О. Загайдук и др. (СССР)]. – № 3216252/22-02; заявл. 15.12.80; не подлежит опубл. в открытой печати. – 8 с.

3 Шуляр І. О. Технологія і устаткування для отримання армованих виливків відцентровим литвом із змінним положенням осі обертання форми / І. О. Шуляр, Л. О. Борушак, В. Г. Панчук // Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ. – 2012. - № 2 (10Е). – С. 154–163.

4 Пат. 72194 Україна, МПК В 22 D 13/02. Машина для відцентрового литва і армування виливків / І. О. Шуляр, Л. О. Борушак, С. Л. Борушак; u201200992; заявл. 31.01.12; опубл. 10.08.12, Бул. № 15.