

Для зручності при монтажі вузлів, що містять тримачі еластичних плашок 7 і 8, еластичні плашки можуть бути підтиснуті до стійок 11 за допомогою пристроїв відтискання 16. Зверху герметизатор гирла свердловини може закриватися кожухами 17, закріпленими крипильними деталями 18. Базове кільце 5 з закріпленими на ньому елементами обертається разом з трубою 2 за рахунок тертя цього кільця по під'ятнику 4, можливе відхилення осі труби від номінального положення при роботі компенсується пружинами 13; для виключення радіального переміщення базового кільця 5 відносно основи 3 поверхні тертя Б цього кільця і під'ятника у поперечному перерізі мають неплоську форму.

Переваги запропонованого герметизатора гирла свердловини полягають у такому. Еластичні плашки мають форму охопленої труби, що забезпечує надійність герметизації по всьому контуру, розширює технологічні можливості за рахунок герметизації труб різного перерізу. Наявність пружин спрощує конструкцію, виключає додаткові енерговитрати в процесі роботи, підвищує її надійність. Використання тримачів плашок з двох окремих частин, використання пристроїв відтискання плашок підвищує рівень безпеки і надійність роботи. Прийняті технічні рішення забезпечують надійну роботу герметизатора устя свердловини при бурінні, спрощують і здешевлюють конструкцію.

Нові широкі можливості для отримання армованих виливків зубків шарошок бурового долота, які володітимуть надійністю, довговіч-

Вважаємо, що запропонована схема об'язки свердловини та відповідні технічні засоби дадуть можливість якісно розкривати продуктивні горизонти з аномально низькими пластовими тисками з використанням пінних систем.

Література

1. Марухняк В.М., Фик З.В., Дацишин М.Й., Кузьмич Б.В., Лужаниця О.В., Переяслов А.М., Власов П.А. Геолого-технічні проблеми розкриття горизонтів з аномально низькими пластовими тисками та гранулярними колекторами в Західному регіоні України // Мінеральні ресурси України. – 2005. – № 1. – С. 35-37.
2. Педенко Ю.О. Актуальні питання вдосконалення циркуляційної системи бурових установок // Мінеральні ресурси України. – 2005. – № 1. – С. 43-44.
3. Мислюк М.А., Рибич І.Й., Яремійчук Р.С. Буріння свердловин. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2002. – Т. 1. – С. 175-177.
4. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – М.: Недра, 1988. – С. 75-78.

УДК 622.24.051

ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ АРМОВАНОВОГО РОЗПЛАВУ НА КРИСТАЛІЧНУ СТРУКТУРУ МАТРИЧНОЇ ДОЛОТНОЇ СТАЛІ

Ю.Д.Петрина, Л.Д.Пітулей, Д.І.Феденчук

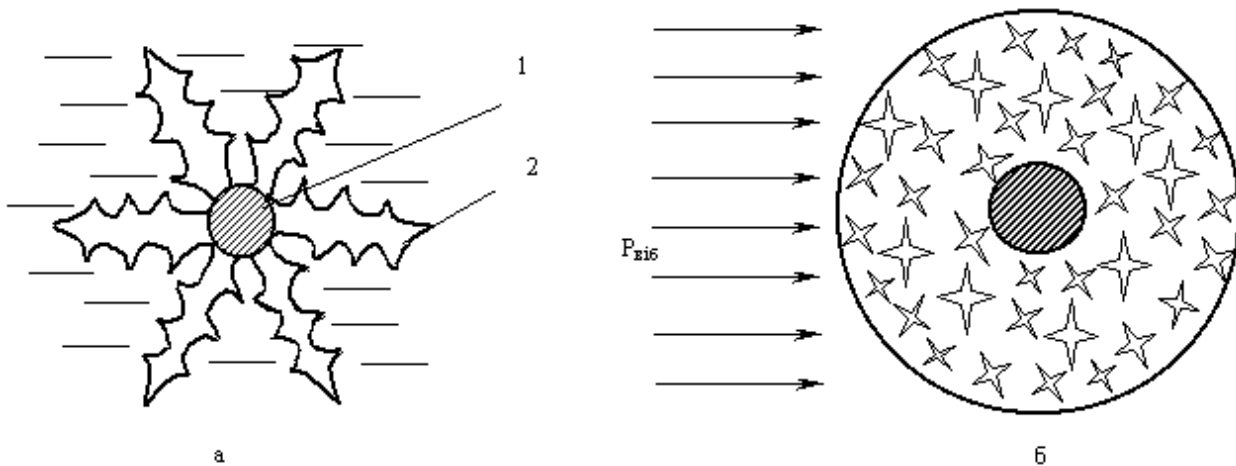
ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 43024, e-mail: public@nung.edu.ua

Изложены основные особенности технологии вибрационной обработки армированного расплава хромоникелевой стали, ее влияние на структуру и свойства композиционного зубка шарошки бурового долота. Построена математическая модель измельчения плавающих кристаллов.

Set forth are the essential technological peculiarities of the vibrational treatment of the chrome-nickel steel armoured melting, its effect on the structure and properties of compositional tooth of cone rock bit. Designed is the mathematical model of floating crystals grinding.

Армований розплав сталі на початку кристалізації є гетерогенною системою, розміри мікрочастинок зміцнюючої фази якої знаходяться в межах $(0,2-1,9) \cdot 10^{-3}$ м. Як наслідок центрами кристалізації в армованій зоні будуть не зростаючі із розплаву кристали, а введені мікрохолодильники, які інтенсивно заморожують рідкий метал поблизу фронту кристалізації. Затвердіння металу при цьому відбувається практично без розвитку ліквідаційних явищ. Наявність перегріву перед шаром, що кристалізується, забезпечує його вільне підживлення рідким металом і тим самим попереджає утворення осадкових дефектів.

ністю і жароміцністю, відкриваються в результаті введення арматурів, якщо вони в металевому розплаві не розплавляються або розплавляються частково. Тому ступінь перегріву металевого розплаву і температура плавлення мікрохолодильників розраховуються такими, які забезпечують оплавлення часток арматурів (реліту), необхідне для легування металозв'язки і надійного зварювання між собою. В результаті навколо кожного мікрохолодильника кристалізується тонкий шар рівноосних зерен, від яких потім починають рости дендрити. Введення мікрохолодильників запобігає появі транскристалізації і створює розорієнтовану структуру.



а – в умовах звичайного росту; б – при дії на розплав пружних коливань
1 – армітор; 2 – вітка дендриту

Рисунок 1 — Умови кристалізації дендритів на арміторі

Оскільки температура плавлення карбиду вольфраму вища за температуру затвердіння розплаву, він, потрапляючи в розплав, спочатку викликає своєрідний ріст кристалів в прилягаючому об'ємі розплаву (рис. 1).

Вібраційна обробка армованих розплавів в процесі затвердіння характеризується такими особливостями: 1) наявністю макропереміщень арміторів, об'ємів металу; 2) виникненням пружних коливань в розплаві.

Механізм подрібнення первинного зерна при вібраційній обробці призводить до таких основних процесів:

- гетерогенного та гомогенного зародження центрів кристалізації;
- руйнування дендритів, схема якого представлена на рис. 2.

Дослідження, проведені в [1], засвідчили, що армітори з кристалізованими на них дендритами здійснюють коливні рухи, зумовлені гармонічними коливаннями розплаву.

Процес подрібнення дендритів, які кристалізуються на арміторах, суттєво відрізняється від подрібнення нерухомих відносно ливарної форми дендритів.

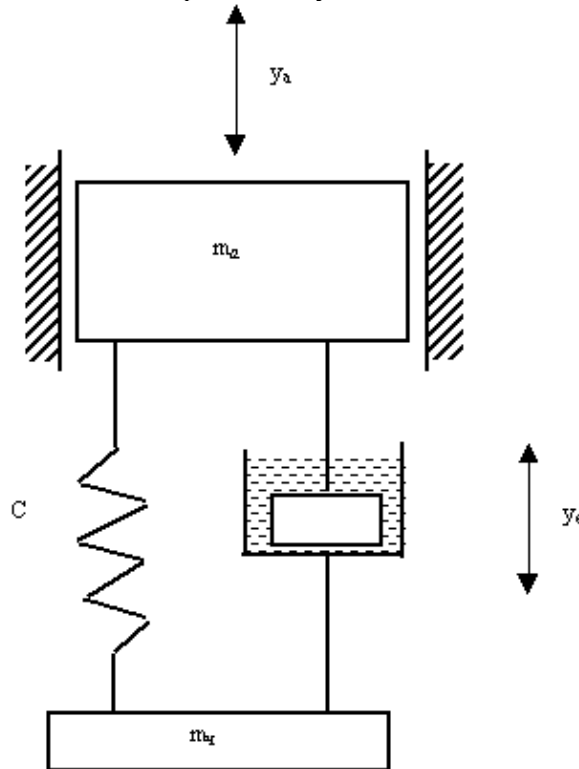
В роботі [2] досліджено руйнування структури вібраційним полем, яка захоплюється рідким дисперсним середовищем. Складна математична модель цього руйнування структури не дає змоги встановити якісну залежність впливу технологічних параметрів віброармування на фізико-механічні властивості матеріалу композиційного зубка.

Процес подрібнення рухомих в розплаві дендритів представлений принципіальною схемою (рис. 2). Частинка дендриту представлена як осцилятор, другий кінець пружного елемента якого здійснює вимушені коливання за законом вимушених коливань армітора.

Диференціальне рівняння руху частинки дендриту має вигляд

$$\ddot{y}_c + 2n_i \dot{y}_c + \omega_i^2 y_c = f_1 \sin \omega t - \omega_i^2 y_a, \quad (1)$$

де: y_c – динамічна координата частинки дендриту відносно положення статичної рівноваги; n_i – і-й коефіцієнт затушення.



m_a і m_c – відповідно маса армітора і частинки дендриту; y_a і y_c – відповідно закон коливання армітора і ливарної форми

Рисунок 2 — Динамічна модель руйнування дендриту долатної сталі, який кристалізується на арміторі

Коефіцієнт затушення твердої частинки дорівнює

$$n_i = \frac{\beta_i}{2m_c}$$

де β_i – i -й коефіцієнт пропорційності в силі опору рухові частинки в середовищі „сусідів” і розплаву сталі;

m_q – маса твердої частинки.

При відносному рухові частинки радіусом r_q зі швидкістю \dot{y}_q сила опору F_{on} при відстані між частинками $h_q \ll r_q$ визначається формулами [3]

$$F_{on} = \frac{3}{2} \pi \eta z \frac{r_q^2}{h_q} \dot{y}_r = \beta_i \dot{y}_q,$$

де: η – динамічна в'язкість розплаву;

z – кількість найближчих сусідів частинки в структурі;

r_q – радіус частинки,

h_q – відстань між частинками.

i – та власна частота коливання частинки відносно мінімуму потенціальної енергії, де значення $i=1,2$ відповідають дальній та ближній коагуляції, дорівнює

$$\omega_i^2 = \frac{c_i}{m_q},$$

c_i – i -й коефіцієнт пружності зв'язку частинки з дендритом.

Коефіцієнт пружності дорівнює

$$c_i = \frac{\partial^2 U_i}{\partial h_q^2},$$

де U_i – i -та потенціальна енергія частинки в заданому положенні.

Згідно з роботою [3] власні частоти частинки запишуться у вигляді

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{m_q} \frac{\partial^2 U}{\partial h_{q1}^2}} h_{q1} \approx \sqrt{\frac{U_1}{m_q h_{q1}^2}},$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{m_q} \frac{\partial^2 U}{\partial h_{q2}^2}} h_{q2} \approx \sqrt{\frac{U_2}{m_q h_{q2}^2}}.$$

де U_1 і U_2 – відповідно потенціальна енергія твердої частинки при дальній і ближній коагуляції.

Для цих випадків потенціальну енергію зв'язку частинки в структурі можна записати у вигляді

$$U_1 = \frac{z B r_x}{h_{q1}^2} \left(1 - \frac{2}{h_{x1}} \right),$$

$$U_2 = -z A_0 r_x \ln \frac{h_m}{h_{q2}} + \frac{z A r_q}{12} \left(\frac{1}{h_{q2}} - \frac{1}{h_m} \right),$$

де B, A_0, A_1 – постійні;

$$h_m = \frac{A_1}{12 A_0}.$$

Вплив вібраційної сили і маси частинки визначається величиною, яка дорівнює

$$f_1 = \frac{F_b}{m_q}.$$

Вібраційна сила дорівнює [1]

$$F_b = g(1 - \rho) \frac{k A^2 \omega^2}{|k| K^2 |y_q| y_q^3},$$

де g – прискорення вільного падіння;

$\rho = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ (ρ_1 і ρ_2 – відповідно густина розплаву сталі і твердої частинки);

$k = \frac{l}{\rho} - l$; A і ω – відповідно амплітуда і частота коливання розплаву сталі;

$$K^2 = \frac{8g}{9|k|} (2k + 3)^2.$$

Закон усталених вимушених коливань армітора має вигляд [1]

$$y_a = \frac{f_1}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4n_0^2 \omega^2}} \sin(\omega t + \psi),$$

де ψ – початкова фаза усталених вимушених коливань арміторів.

Нехтуючи опором розплаву сталі рухові армітора при визначенні початкової фази коливання армітора, диференціальне рівняння руху твердої частинки (1) набуде вигляду

$$\ddot{y}_q + 2n_i \dot{y}_q + \omega_i^2 y_q = (f_2 - \omega_i^2 b_a) \sin \omega t.$$

Розглянемо вплив амплітуди вимушених коливань арміторів на подрібнення дендритів.

Амплітуда усталених вимушених коливань частинки дендриту в агрегаті дорівнює

$$b_{qi} = \frac{f_2 - \omega_i^2 b_a}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_i^2)^2 + 4n_i^2 \omega^2}},$$

де b_a – амплітуда вимушених коливань армітора, на якому кристалізувався розплав.

Розглянувши першу умову відриву частинки дендриту, що $b_i \geq h_{iq}$, отримаємо

$$\frac{f_2 - \omega_i^2 b_a}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_i^2)^2 + 4n_i^2 \omega^2}} \geq h_{qi}. \quad (2)$$

Амплітуда усталених вимушених коливань армітора має таку залежність:

$$b_a = \frac{f_1}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4n_0^2 \omega^2}},$$

ω_0 – власна частота коливання арміторів, яка дорівнює [1]

$$\omega_0 = \frac{\pi a_0}{2h},$$

де a_0 – швидкість звуку в статичному армованому об'ємі;

h – висота армованого об'єму.

Швидкість звуку в статичному армованому об'ємі дорівнює [1]

$$a_0^2 = \frac{P_a}{\rho_a \varepsilon_0},$$

де: P_a – атмосферний тиск;

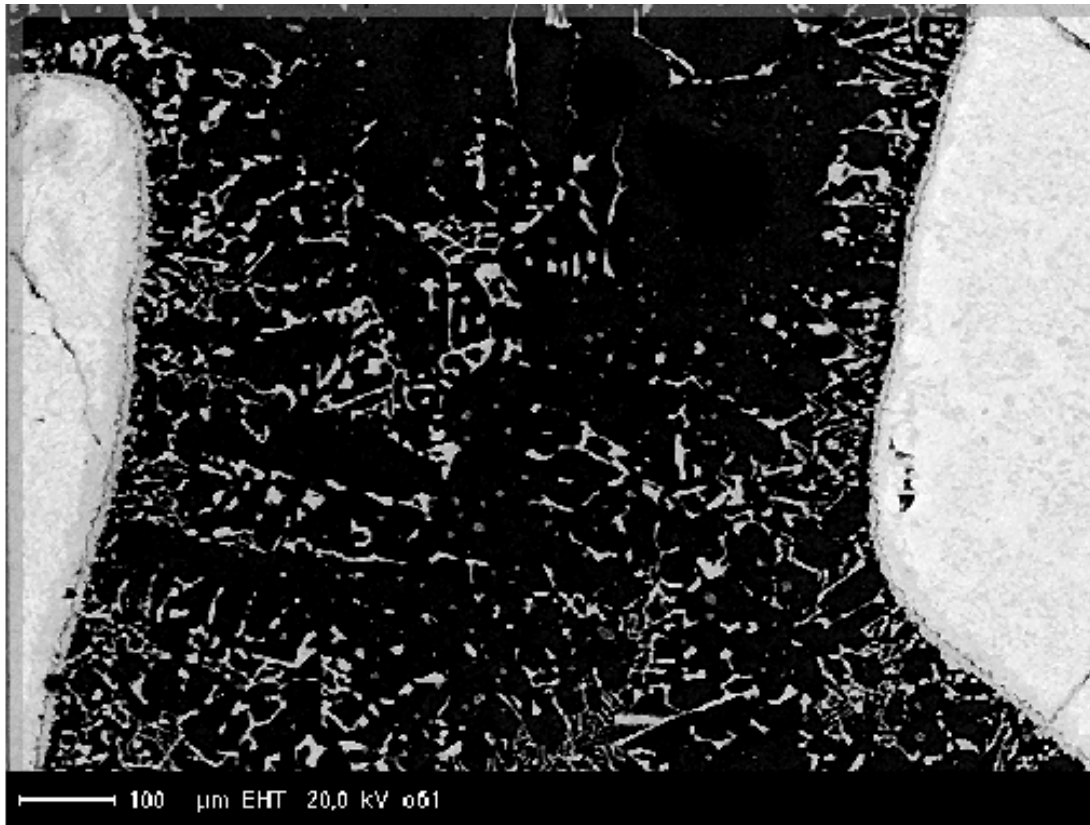


Рисунок 3 — Структура металов'язки, легованої диспергованими частинками карбиду вольфраму WC

ρ_a – густина армованого об'єму;
 $\varepsilon_0 = 1 - \varphi$, де φ – об'ємна концентрація арміторів в розплаві в статичних умовах.
 Коефіцієнт затухання арміторів дорівнює [1]

$$n_0 = \frac{\omega_0^2 \tau_v}{2},$$

де τ_v – час релаксації швидкості фаз, який дорівнює [1]

$$\tau_v = \frac{\rho_a}{\beta},$$

де
$$\beta = \frac{37,5(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3 r_a}.$$

Розв'язавши систему рівнянь (2-3), отримуємо залежність частоти вібрації розплаву сталі від амплітуди коливання, від власних частот коливання армованого об'єму і частинки кристалу, від коефіцієнтів затухання арміторів і твердих частинок, від коефіцієнта динамічної в'язкості розплаву, розмірів арміторів і твердих частинок, а також розмірів ливарної форми.

$$f_2 - \omega_i^2 \cdot \frac{f_1}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4n_0^2 \omega^2}} \geq h_r \sqrt{(\omega^2 - \omega_i^2)^2 + 4n_i^2 \omega^2} \quad (4)$$

Розглянемо розв'язок нерівності (4) при резонансі арміторів ($\omega = \omega_0$). Тоді нерівність (4) зводиться до такого вигляду:

$$\omega^6 + A\omega^4 + B\omega^2 + C\omega + D \leq 0, \quad (5)$$

де $A = -2(\omega_i^2 - 2n_i^2)$; $B = \omega_i^4 - \frac{f_2}{n_0 h_{ci}^2}$;

$$C = \frac{f_1 f_2 \omega_i^2}{2n_0 h_{ci}^2}; \quad D = -\left(\frac{f_1 \omega_i^2}{2n_0 h_{ci}^2}\right)^2.$$

Розв'язавши нерівність (5), визначимо ряд частот коливання розплаву, який відповідає ряду номерів зернистості сталі.

Отримані рівняння залежності частоти вібрації від радіуса частинки дають змогу управляти диспергуванням твердих частинок за допомогою вібрації.

Збільшення потужності вібрації за рахунок збільшення їх частоти призводить до збільшення кількості відщеплених від фронту кристалізації кристаликів, протяжності зони диспергування і далі до подальшого подрібнення структури.

Аналізуючи причини диспергування кристалів, слід зазначити, що основний вклад в цей процес вносять вібрація, сили в'язкого тертя і динамічні сили, що розвиваються акустичними течіями.

Структура металозв'язки, легованої диспергованими частинками карбиду вольфраму WC, зображена на рис. 3.

Сили в'язкого тертя викликають диспергування зростаючих кристалів, яке суттєво проявляється в сплавах, що утворюються при затвердінні двофазної зони.

Як впливає з нерівності (5), ступінь подрібнення зерна визначається не тільки величиною частоти коливань розплаву, але й механічними властивостями долатної сталі і геометричними розмірами зростаючих при затвердінні кристалів.

Слід зауважити, що поєднання високочастотної вібрації і модифікування зародкової дії розплаву сталі арміторами забезпечує отримання дрібнозернистої структури матричної сталі при литві зубків шарошок бурового долота.

Література

1. Бугай Ю.М., Пітулей Л.Д., Феденчук Д.І. Математична модель седиментаційно-вібраційної рівноваги арміторів композиційного зубка шарошкового долота // Методи та прилади контролю якості. – Івано-Франківськ: Факел. – 2000. – № 6. – С. 1000-1002.

2. Урьев Н.Б., Потанин А.А. Разрушение агрегатов частиц вибрационным полем // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – Т. XXII. – №5. – С. 714-716.

3. Потанин А.А., Урьев Н.Б. Условие разрушения коагуляционной структуры вибрационным полем и критерий агрегируемости // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – Т. XXII. – №4. – С. 528-534.

Міжнародна науково-технічна конференція

ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І РЕСУРС МАШИН ТА КОНСТРУКЦІЙ

95-річчю з дня народження
Георгія Степановича Писаренка
ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ

м. Київ
(1-4 листопада 2005 р.)

Оргкомітет конференції

01014, Київ-14, вул. Тімірязєвська, 2
Інститут проблем міцності ім. Г.С.Писаренка
НАН України

Тел: (044) 286 26 57, 286 28 57

Факс: (044) 286 16 84

E-mail: mle@ipp.kiev.ua,
lerikhin@ipp.kiev.ua

Валерій Трохимович ТРОЩЕНКО
Петро Павлович ЛЄПІХІН

Тематика конференції:

- **Динаміка машин і споруд**
 - власні і вимушені коливання, методи їх аналізу
 - методи зниження вібронапружено-сті, демпфування коливань
 - динамічна стійкість
 - коливання систем з пошкодженнями і технологічними відхиленнями
 - вібраційна діагностика
- **Міцність матеріалів і конструкцій**
 - критерії граничного стану матеріалів та статичного, динамічного, мало- і багато циклового навантажування
 - методи врахування впливу технологічних і експлуатаційних чинників на граничний стан
 - термоміцність і повзучість
 - механіка руйнування і граничний стан конструкцій з тріщинами
 - створення нових експериментальних засобів дослідження міцності і руйнування
- **Ресурс машин і споруд**
 - методи оцінювання ресурсу, зокрема залишкового
 - продовження термінів експлуатації устаткування
 - оцінювання деградації структури і властивостей матеріалів при експлуатації
 - експертиза руйнування