

УДК 624.132.3

М.К. Сукач, д-р техн. наук, професор КНУБА,
В.І. Магнушевський, КНУБА

ВИЙМАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН З ДНА СЕКТОРНИМ СПОСОБОМ

Актуальність теми

Геологічні дослідження, проведені в центральних районах океанів протягом останніх десятиріч, дозволили виявити перспективні для промислового освоєння ділянки поліметалевих рудних стягнень – конкрецій – у першу чергу в районі Кларіон Клиппертон Тихого океану. На регіональній стадії геологорозвідувальних робіт виявлені поклади з підвищеною щільністю залягання конкрецій (до 10...20 кг/м²), що містять промислові концентрації марганцю, нікелю, міді і кобальту [1].

У цей же час розроблялися технологія і технічні засоби, необхідні для розвідницьких і дослідно-випробувальних стадій робіт: збору конкрецій і підйому на плавзасіб, попередньої обробки, складування і перевантаження видобутої маси на транспортні судна-рудовози.

Умови залягання конкрецій складні й унікальні – це глибина 4000...6000 м, низька несуча здатність осадових відкладень, значне число скельних виходів і западин, мінлива конфігурація покладів. Зазначене істотно шкодить роботі на дні розвідницьких і дослідно-випробувальних механізмів і машин. У подібних умовах доцільно вести експлуатаційні роботи з застосуванням нерухомих чи малорухомих гірничо-розвідницьких комплексів, що включають систему підйому, яка взаємодіє з базовим донним модулем агрегату збору, і швидко рухомих збираючих робочих органів [2]. Останній зв'язаний з базовим модулем шлангокабелем, що забезпечує транспортування добутої гірської маси й енергозабезпечення приводної каретки збираючого робочого органа.

Мета статті – обґрунтування можливості технологічної схеми очисної виїмки *секторними заходами* з будь-яким заздалегідь заданим чи регульованим кутом розкриття сектора. При цьому можна вибрати один з варіантів траєкторій руху каретки – з розворотом усередині сектора чи поза його контурами (рис.1, 2).

Зміст пропозиції

Каретка може маневрувати на деякій відстані від базового модуля, максимальний радіус залежить від довжини шлангокабелю, що змотується з котушки. Для визначення витрат часу на обробку площі сектора необхідно встановити довжину пройденого кареткою шляху, а для знаходження обсягу видобутку – величину витрат на необроблюваних ділянках сектора.

При роботі каретки з розворотами всередині контурів сектора на кожному заході обробляється частина кільця шириною B у межах сектора з кутом α . Наприкінці смуги каретка розвертається на 180°, причому шлангокабель відпускається на довжину B , що дорівнює ширині каретки, й обробляється наступний захід (див. рис. 1).

Вихідні дані для розрахунку: α - кут розвороту сектора; B - ширина каретки; L_{ϕ} - довжина шлангокабелю чи максимальний радіус, що описується кареткою; L_0 - радіус базового модуля агрегату збору. Необхідні параметри: K - кількість заходів; R_0 - мінімальний радіус, починаючи з якого можливе маневрування каретки; S - оброблювана площа; S^* - повна площа сектора; E - відсоток обробленої площі; L - шлях, пройдений кареткою; D - питома площа, тобто площа, приведена до одиниці шляху, пройденого кареткою.

Повна площа сектора

$$S^* = \frac{1}{2}(\alpha L_{\phi}^2); \quad (1)$$

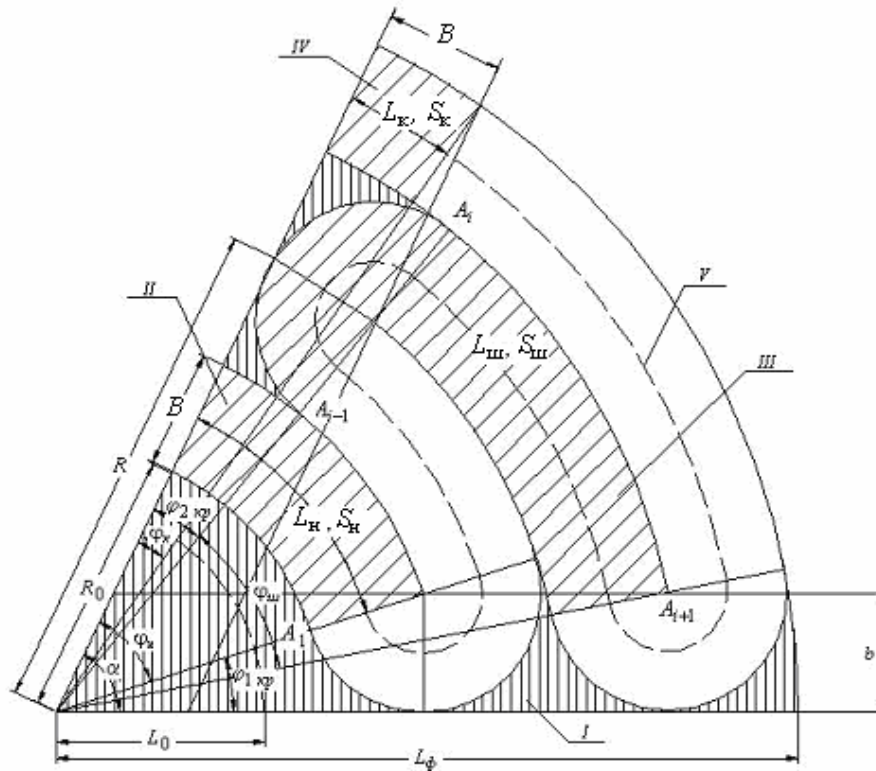


Рис.1. Розрахункова схема траекторій руху каретки з розворотами усередині сектора:
 I – необроблювані площі; $II - IV$ - зони, оброблювані; II – у першому заході; III – на проміжних заходах;
 IV – на останньому заході; V – траекторія руху каретки

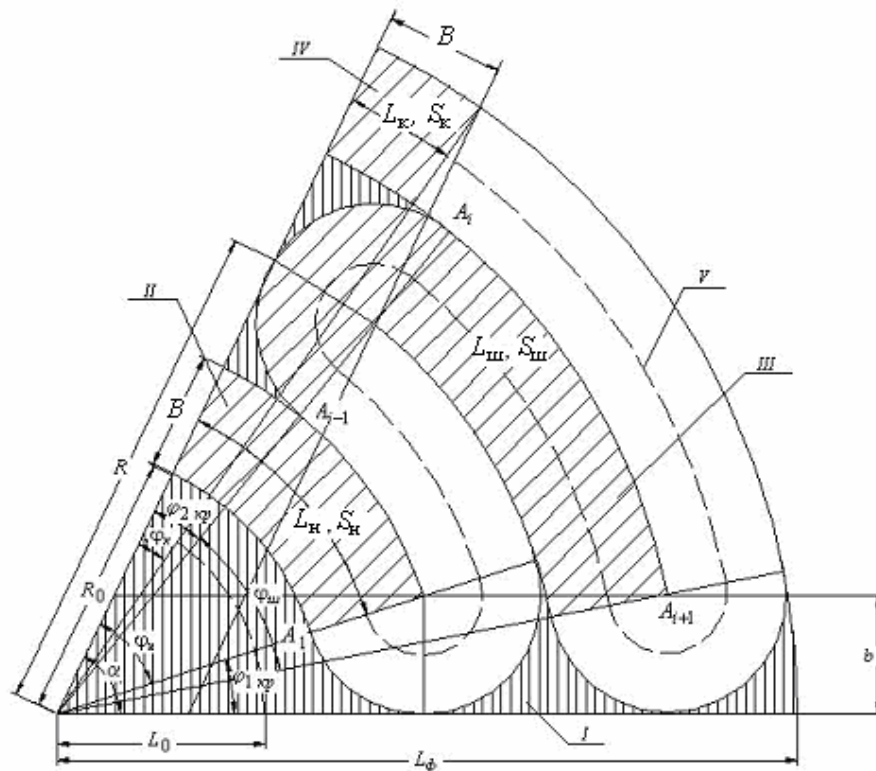


Рис.2. Розрахункова схема траекторій руху каретки з розворотами поза сектором:
 I – необроблюваний простір; II – траекторія руху каретки; III – зайві ділянки; IV – оброблювані площі

кількість заходів каретки

$$K' = \frac{(L_\phi - L_0)}{B}; \quad (2)$$

мінімальний радіус розвороту каретки

$$R'_0 = L_\phi - KB. \quad (3)$$

Для повного розвороту каретки всередині сектора необхідне дотримання умови

$$\varphi_{1\text{кр}} + \varphi_{2\text{кр}} \leq \alpha, \quad (4)$$

де

$$\varphi_{1\text{кр}} = \frac{\arcsin B}{(R_0 + B)}; \quad (5)$$

$$\varphi_{2\text{кр}} = \frac{\arcsin B}{(R_0 + 2BE)}. \quad (6)$$

Причому, $R_0 = R'_0 + B$ вибирається таким, щоб виконувалася умова (4), у цьому випадку $K = K' - \xi$, де ξ - коефіцієнт запасу.

Відзначимо, що при $K' = 0$ обробка неможлива, а при $K' = 1$ обробляється один захід. В останньому випадку K вважається рівним K' , а $R_0 = R'_0$.

У першому заході каретка переміщується з положення A_0 у положення A_1 ; шлангокабель повертається на кут

$$\varphi_n = \alpha - \frac{\arcsin B}{(R_0 + B)}, \quad (7)$$

центр каретки проходить шлях

$$L_n = (R_0 + \frac{B}{2})\varphi_n, \quad (8)$$

оброблювана площа

$$S_n = \frac{1}{2}[(R_0 + B)^2 - R_0^2]\varphi_n. \quad (9)$$

На кожному проміжному заході каретка розвертається на 180° від точки A_{i+1} до A , а довжина шлангокабелю збільшується на ширину каретки B ; потім каретка переміщується від точки A_1 до точки A_{i+1} , у результаті чого шлангокабель повертається на кут

$$\varphi_{\text{ш}} = \alpha - \arcsin \frac{B}{R} - \arcsin \frac{B}{B + R}, \quad (10)$$

де R - відстань від каретки до точки кріплення шлангокабелю до базового модуля агрегату збору.

На кожному заході центр каретки проходить шлях

$$L_{\text{ш}} = \pi \frac{B}{2} + (R_0 + \frac{B}{2})\varphi_{\text{ш}}; \quad (11)$$

оброблювана площа складає

$$S_{\text{ш}} = \frac{1}{2\pi} B^2 + \frac{1}{2}[(R + BE)^2 - R^2]\varphi_{\text{ш}}. \quad (12)$$

На останньому кроці заходу після обробки ділянки, площа якої визначається вираженнями (10...12), шлангокабель повертається на кут

$$\varphi_k = \arcsin \frac{B}{L_\phi}, \quad (13)$$

при цьому каретка проходить шлях

$$L_k = (L_\phi + \frac{B}{2})\varphi_k, \quad (14)$$



і обробляється площа

$$S_k = \frac{1}{2} [L_\phi^2 - (L_\phi - B)^2] \varphi_k. \quad (15)$$

Загальні шлях і площу (L і S) підраховують як суми відповідних величин площ на початковому, усіх проміжних і кінцевому заходах.

Відсоток оброблюваної площі

$$E = (S / S^*) 100, \quad (16)$$

питома площа

$$D = \frac{S}{L}. \quad (17)$$

При роботі каретки з розворотами поза контурами сектора з кутом α на кожному заході кареткою обробляється частина кільця шириною B (див. рис.2). При цьому з котушки, розміщеної на базовому модулі агрегату збору, змотується частина шлангокабелю, що дорівнює ширині каретки (заходу).

При збереженні аналогічних розглянутому варіантові вихідних даних до шуканих параметрів додадуться: S_1 - площа, оброблена кареткою поза границями сектора (зайва площа); E - відсоток зайвих площ; L_1 - зайвий шлях і E_1 - відсоток зайвого шляху.

Тоді повна площа сектора, кількість заходів і мінімальний радіус визначаються відповідно вираженнями (1...3).

Корисна площа, оброблювана агрегатом,

$$S = \frac{1}{2\alpha} (L_\phi^2 - R_0^2). \quad (18)$$

Зайва площа при цьому

$$S_1 = (K - 1) \frac{1}{2\pi} B^2, \quad (19)$$

оскільки при обробці K заходів необхідно виконати $(K-1)$ розворотів. Відсоток оброблюваної площі в секторі визначається вираженням (16).

Відсоток зайвих площ, оброблених кареткою (%),

$$E_1 = \frac{S_1}{S + S_1} 100 \quad (20)$$

Шлях, пройдений кареткою, складається з відрізків шляху при корисній обробці і шляху, прохідному при розворотах. Корисний, шлях розраховується по формулі

$$L = (R_0 + \frac{B}{2})\alpha + (R_0 + \frac{B}{2} + B)\alpha + \dots [R_0 + \frac{B}{2} + (K - 1)B]\alpha = \frac{1}{2\alpha} K(2R_0 + KB). \quad (21)$$

Зайвий шлях, або шлях, що витрачається на розворот

$$L_1 = (K - 1)\pi \frac{B}{2}, \quad (22)$$

зайвий шлях, пройдений кареткою (%),

$$E_L = \frac{L_1}{L + L_1} 100, \quad (23)$$

питома площа

$$D = \frac{S}{L + L_1}. \quad (24)$$

Математичну модель виконано для агрегату збору, що відпрацьовує за секторною схемою рудні поклади складної конфігурації з численними перешкодами на дні у виді западин, скельних виходів і т.п. За допомогою комп'ютерної програми обчислено значення величин K , R_0 , S , S^* , S_1 , E , E_1 , L , L_1 , E_L , D для кутів $\alpha = 45^\circ \dots 315^\circ$, ширини захоплення каретки $B = 1,5 \dots 6,5$ м при довжині шлангокабелю $L_\phi = 100 \dots 200$ м.

Річну продуктивність видобувного підприємства в 1 млн. т конкрецій можна забезпечити при мінімальних втратах корисних копалин шляхом застосування у складі агрегату збору полегшеної швидкохідної каретки, яка має бути координуюче зв'язаною з базовим модулем.

Висновки

1. У відкритому океані на глибині існують великі за площею конкрецієносні поля, що залягають на донній поверхні із підвищеною (до 10...20 кг/м²) щільністю. Гірничотехнічні умови цих родовищ відрізняються нерівністю форм рельєфу, наявністю скельних виходів.

2. У зв'язку із необхідністю вибору техніки і технології очисних робіт запропоновано організацію виймальних робіт за схемою із малорухомим агрегатом збору (базовим модулем) і швидкорухомим виймальним агрегатом (підбірником).

3. Дано обґрунтування параметрів виймання корисних копалин із розрахунку видобування понад 1 млн. т конкрецій за рік при їх мінімальних втратах шляхом використання координуючого зв'язку між підбірником і базовим модулем за секторною схемою.

4. Наведено математичну модель та обраховано основні параметри секторного способу підбору конкрецій.

Література

1. Железомарганцевые конкреции центральной части Тихого океана.– М.: Наука, 1986. – 286 с.
2. Сукач М.К. Рабочие процессы глубоководных машин.– К.: Наук. думка, 2004. – 364 с.