

Винахід відноситься до галузі підйому корисних копалин з дна морів та океанів.

Відомий спосіб роботи ерліфта (авт. св. СССР № 853191, F 04 F 01/20, 1976 г.), який містить подачу стисненого повітря від компресора по повітроводу у змішувач, розташований у нижній частині підйомної труби.

Недоліком відомого способу є висока енергомісткість процесу.

Відомий спосіб управління роботою ерліфта (Расчет и выбор оптимальных характеристик гидравлического комплекса для добычи железо-марганцевых конкреций со дна мирового океана. Методические рекомендации. - Геленджик ПО "Южморгеология" 1990. - 56 с.), згідно з яким регулюють в процесі підйому пульпи продуктивність установки шляхом зміни витрачання стисненого повітря, яке надходить по повітроводу від компресора до змішувача.

Недоліком відомого способу є висока енергомісткість процесу.

В основу винаходу поставлена задача зниження енергомісткості процесу, в тому числі в разі вибору оптимального режиму роботи установки, інтенсифікація процесу, здешевлення видобутого продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі управління роботою ерліфта, згідно з яким регулюють в процесі підйому пульпи продуктивність установки шляхом зміни витрачання стисненого повітря, яке надходить по повітроводу від компресора до змішувача, згідно з винаходом, попередньо задають величину потрібного витрачання газоповітряної суміші крізь змішувач, а в процесі підйому пульпи вимірюють величини тиску та дійсної газоконцентрації безпосередньо перед змішувачем, визначають величину потоку десорбційного газу крізь змішувач та, з його урахуванням дійсне витрачання газоповітряної суміші крізь змішувач, порівнюють цю величину із заданою і в разі незбігу цих величин добиваються їхнього збігу шляхом регулювання продуктивності компресора.

Окрім того продуктивність компресора, яка забезпечує потрібне витрачання повітря крізь змішувач, визначають за формулою:

$$Q_k = Q_{c0} - Q_n \frac{\varphi}{(1-\varphi)} \frac{P_{\text{зм}}}{P_a},$$

де: Q_k - продуктивність компресора, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_{c0} - об'ємне витрачання (при нормальних умовах) газоповітряної суміші на оптимальному режимі, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_n - об'ємне витрачання пульпи в підвідній трубі, $\text{м}^3/\text{с}$;

φ - дійсна об'ємна газоконцентрація перед змішувачем ерліфта;

$P_{\text{зм}}$ - тиск у змішувачі ерліфта, Па;

P_a - атмосферний тиск, Па.

Авторами встановлено, що при підйомі пульпи у підвідній трубі, внаслідок падіння тиску, з води буде десорбувати розчинений у ній газ. Методи експериментального визначення величини дійсної об'ємної газоконцентрації - φ приведені у спеціальній літературі (Технические средства и методы исследования океанов и морей. Тезисы докладов Всесоюзной школы. М. 1989. Т. II).

З другого боку, ця величина, може бути визначена з формули (Г. Уоллис. Одномерные двухфазные течения. Мир. 1972. - 315 с.):

$$\varphi = \frac{Q_g}{Q_g + Q_n}, \quad (1)$$

де: Q_g - об'ємне витрачання десорбційного газу крізь верхній переріз підвідної труби, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_n - об'ємне витрачання пульпи крізь верхній переріз підвідної труби, $\text{м}^3/\text{с}$.

З (1) виходить:

$$Q_g = Q_n \frac{\varphi}{1-\varphi}. \quad (2)$$

Виразимо об'ємне витрачання стисненого десорбційного газу, який проходить крізь змішувач, через об'ємне витрачання десорбційного газу при нормальних умовах - Q_{g0} :

$$Q_g = Q_{g0} \frac{P_a}{P_{\text{зм}}}. \quad (3)$$

З (2) і (3) виходить:

$$Q_{g0} = Q_n \frac{\varphi}{1-\varphi} \frac{P_{\text{зм}}}{P_a}. \quad (4)$$

Згідно з даними (Н.И. Попов, К.Н. Федоров и др. "Морская вода". Наука. 1979. - 256 с.), величина Q_{g0} може досягати значних величин в залежності від цілого ряду умов. Тому, оптимальну продуктивність компресора - Q_k доцільно визначати враховуючи потік десорбційного газу за такою формулою;

$$Q_k = Q_{c0} - Q_n \frac{\varphi}{1-\varphi} \frac{P_{\text{зм}}}{P_a}, \quad (5)$$

де: Q_{c0} - величина потрібного витрачання повітря при нормальних умовах, яка визначається по залежності (Расчет и выбор оптимальных характеристик гидравлического комплекса для добычи железо-марганцевых конкреций со дна мирового океана. Методические рекомендации. - Геленджик ПО "Южморгеология" 1990. - 56 с.), яка отримана для лабораторних ерліфтів в діапазоні відносних динамічних заглиблень $\alpha_d = 0,5 \div 0,97$, що відповідає умовам експлуатації глибинних установок, але не враховує потік десорбційного газу.

На фігурі 1 показано ерліфт для здійснення заявляемого способу. На фігурі 2 показані залежності витрачання повітря (крива 1) та к.к.д. установки (крива 2) від дійсної концентрації твердої фази.

Здійснення заявляемого способу пояснюється за допомогою пристрою, показаного на фігурі 1.

Ерліфт містить камеру підживлення 1 з патрубком, підвідну трубу 2, змішувач 3, підйомну трубу 4, повітровідділювач 5, повітровод 6, компресор 7, датчик тиску 8, датчик для визначення дійсної газоконцентрації 9.

Спосіб здійснюється таким чином. Попередньо опускають пристрій у рідину на потрібну глибину.

Стиснене повітря від компресора 7 по повітроводу 6 подають у змішувач 3, де воно змішується з рідиною, яка там знаходиться. Внаслідок ерліфтного ефекту, водоповітряна суміш в підйомній трубі 4 транспортується вгору, що спричиняє рух рідини в підвідній трубі 2. Цим забезпечується захоплення твердих частинок та формування потоку пульпи в ерліфті. Згідно початкових даних, задають величину потрібного витрачання газоповітряної суміші крізь змішувач 3. У процесі підйому пульпи, встановленими датчиками 8 і 9 вимірюють величини тиску та дійсної газоконцентрації безпосередньо перед змішувачем 3. Визначають величину потоку десорбційного газу крізь змішувач 3 та, з його урахуванням дійсне витрачання газоповітряної суміші крізь змішувач 3, порівнюють цю величину із заданою і, в разі незбігу цих величин, добиваються їхнього збігу шляхом регулювання продуктивності компресора 7.

Розглянемо приклад можливого здійснення заявляемого способу підйому пульпи при розробці родовища залізомарганцевих конкрецій на глибині 6000м. Внаслідок проектних розрахунків встановлено, що раціональна глибина занурення змішувача складає 2000м (Расчет и выбор оптимальных характеристик гидравлического комплекса для добычи железо-марганцевых конкреций со дна мирового океана. Методические рекомендации. - Геленджик ПО "Южморгеология" 1990. - 56 с.). Абстрагуючись від запуску ерліфта, розглянемо роботу конкретної установки у межах заявляемого способу. Оптимальне розрахункове значення витрачання повітря – $Q_{в0}$, отримане з використанням емпіричної залежності (Расчет и выбор оптимальных характеристик гидравлического комплекса для добычи железо-марганцевых конкреций со дна мирового океана. Методические рекомендации. - Геленджик ПО "Южморгеология" 1990. - 56 с.), для забезпечення заданої продуктивності установки 7,8кг/с ($0,004\text{м}^3/\text{с}$) по твердому складає – $Q_{в0} = 2,5\text{м}^3/\text{с}$. При такому витрачанні повітря розрахунковий робочий тиск у змішувачі при оптимальному режимі $P_{зм} = 140 \cdot 10^5 \text{Па}$, а об'ємна концентрація твердого у пульпі - $S = 0,05$.

Емпірична залежність, яка використовується для визначення оптимального витрачання повітря (Расчет и выбор оптимальных характеристик гидравлического комплекса для добычи железо-марганцевых конкреций со дна мирового океана. Методические рекомендации. - Геленджик ПО "Южморгеология" 1990. - 56 с.), отримана на лабораторних ерліфтах і тому, вона не враховує потік десорбційного газу крізь змішувач.

У натурних умовах, згідно з даними (Н.И. Попов, К.Н. Федоров и др. "Морская вода", Наука. 1979. - 256 с.) з одного кубічного метру морської вода при його переміщенні з діапазону тисків $600 \cdot 10^5 \text{Па}$ (6000м.вод.ст.) в діапазон тисків $140 \cdot 10^5 \text{Па}$ (робочий тиск у змішувачі) виділиться $0,013\text{м}^2$ розчиненого газу.

З визначення (Г. Уоллис. Одномерные двухфазные течения. Мир. 1972. - 315 с.):

$$S = \frac{Q_r}{Q_r + Q_*}, \quad (6)$$

де: S - об'ємна концентрація твердого у пульпі;

Q_r - об'ємне витрачання твердого, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_* - об'ємне витрачання морської води, $\text{м}^3/\text{с}$.

Визначимо відповідне витрачання морської води, враховуючи, що об'ємна концентрація твердого у пульпі $S = 0,05$.

З (6) виходить:

$$Q_* = Q_r \left(\frac{1-S}{S} \right) = 0,004 \left(\frac{1-0,05}{0,05} \right) = 0,076, (\text{м}^3/\text{с}).$$

Для такого витрачання води потік десорбційного газу крізь змішувач:

$$Q_r = 0,076 + 0,013 = 0,089, (\text{м}^3/\text{с})$$

Сумарне витрачання пульпи:

$$Q_{п} = Q_r + Q_* = 0,004 + 0,076 = 0,08 (\text{м}^3/\text{с}).$$

Величина дійсної газоконцентрації безпосередньо перед змішувачем за показниками датчика 9 у реальних морських умовах складало би:

$$\varphi = \frac{Q_r}{Q_r + Q_*} = \frac{0,001}{0,001+0,08} = 0,012.$$

Витрачання десорбційного газу при нормальних умовах:

$$Q_{г0} = Q_{п} \frac{\varphi}{(1-\varphi)} \frac{P_{зм}}{P_a} = 0,08 \frac{0,012}{1-0,012} \cdot \frac{140 \cdot 10^5}{10^5} = 0,197, (\text{м}^3/\text{с}).$$

Величина $Q_{г0} = 0,197\text{м}^3/\text{с}$ складає 8% від номінального витрачання повітря – $Q_{в0} = 2,5\text{м}^3/\text{с}$.

Як показано на фігурі 2, оптимальна (відповідна $\max \eta$) концентрація твердого у пульпі складає $S = 0,05$. При цьому, неврахування потоку десорбційного газу (на фігурі показано як $\Delta Q_{в}$) в разі вибору оптимальної продуктивності компресора, автоматично спричинить зростання дійсної концентрації твердого до величини $S = 0,07$ і, як наслідок, зниження к.к.д. установки.

Таким чином, врахування потоку десорбційного газу дозволить зменшити продуктивність компресора на 8% при такій самій продуктивності установки по пульпі, отже, знижується енергомісткість процесу.

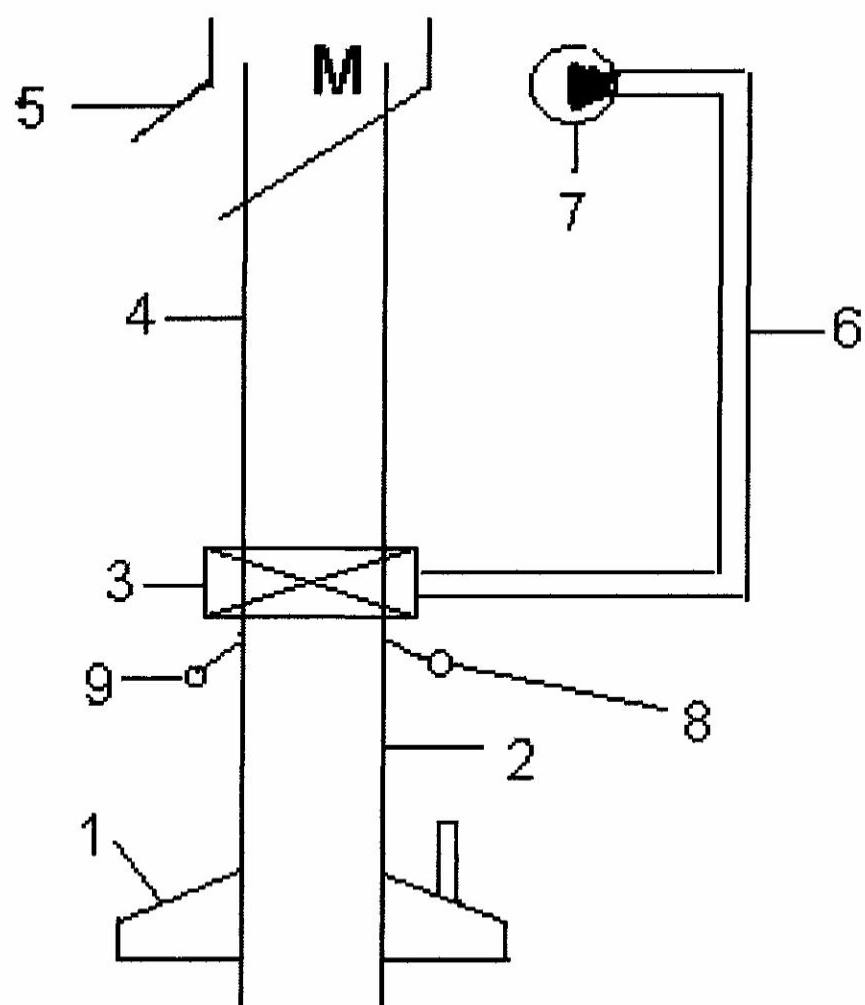
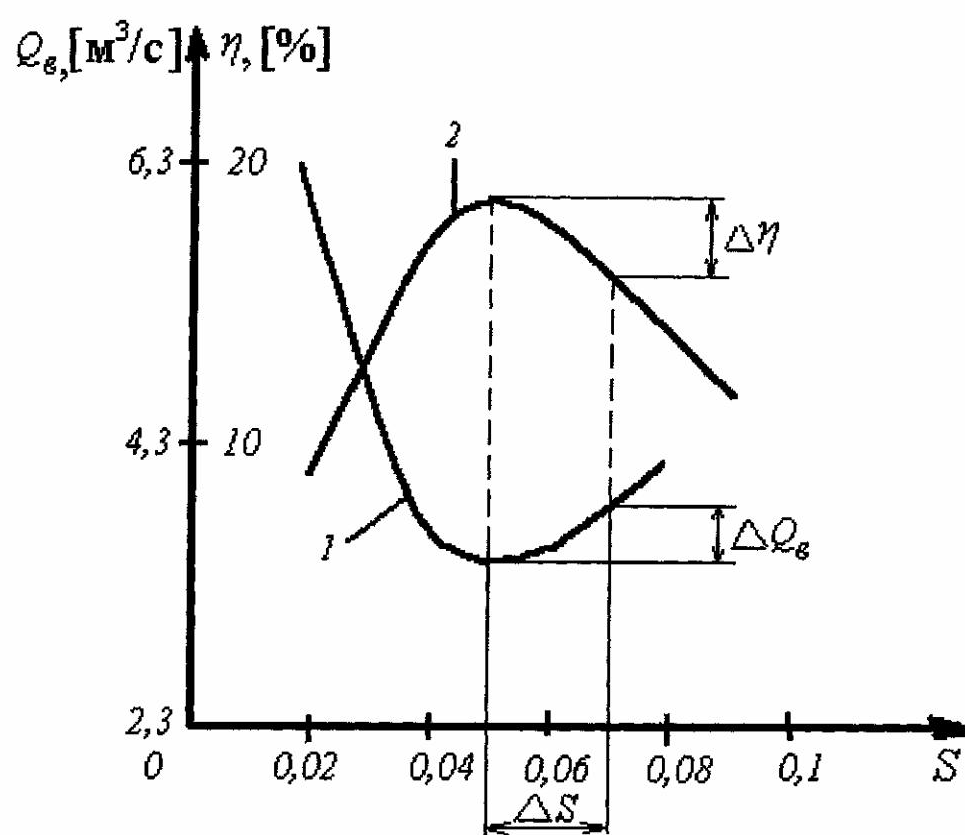


Fig. 1



Фиг. 2