

СУКАЧ Михайло Кузьмич, д-р техн. наук, професор

Народився 16 липня 1954 р. Закінчив Київський інженерно-будівельний інститут у 1976 р., за фахом – інженер-електромеханік.

Працював у системі Міноборонпрому СРСР (1976 – 1985 рр.), де займався проектуванням і реконструкцією заводу “Арсенал”. У 1980 – 1982 рр. головний енергетик та головний механік управління інженерних робіт космодрому Байконур; з 1985 до 1986 р. – начальник проектної групи тресту “Оргшляхбуд” Міншляхбуду України.

З 1986 р. до т/ч викладає у Київському інженерно-будівельному інституті на посадах асистента, доцента (1994 р.), професора (2003 р.). Є академіком Академії будівництва та Академії інженерних наук України, членом Національного

комітету України з теоретичної та прикладної механіки. Професор університету «Україна» (з 2003 р.) та Національного транспортного університету (з 2006 р.).

Основні напрями наукової діяльності: підводне землерийне машинобудування, інформаційні технології в наукових дослідженнях. Автор понад 350 наукових праць, з них: 6 монографій, 7 навчальних посібників, 16 методичних розробок, 23 патенти на винаходи, 230 статей.

УДК 622.275.5

АЛЬТЕРНАТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЛУЧЕННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ З ДНА АКВАТОРІЙ

Актуальність проблеми.

Події останнього часу, що пов’язані із кризою постачання енергоносіїв в Україні, свідчать про необхідність якнайскорішого вирішення не тільки суто наукових, але і важливих практичних задач, які забезпечують паритетний доступ України до мінерально-сировинних і енергетичних ресурсів. Зокрема, цю проблему можна вирішити шляхом освоєння альтернативних джерел Світового океану – розробки підводних родовищ нафти, газу і газогідратів. Актуальними залишаються використання субмаринних витоків екологічно чистої питної води і очищення дна акваторій від радіоактивних відкладень; будівництво гідротехнічних споруд, прокладка підводних комунікацій, видобування піску і сапропелів з дна Чорного і Азовського морів, проведення рекреаційних, берегоукріплювальних та інших робіт під водою.

Значущість прогнозової оцінки донних ґрунтових масивів та енергоресурсів зростає у зв’язку з майбутнім промисловим освоєнням морських корисних копалин, необхідністю раціонального проектування, скорочення терміну створення окремих видів і комплексів підводних машин. В недалекому минулому тільки обговорювалась можливість видобування і використання газогідратів – твердих з’єднань газу і води, що утворюються на глибині нижче 300 м при температурі біля 0° під високим гідростатичним тиском. Прогнозні ресурси їх у Чорному морі оцінюються в 20...25 трлн. м³, що принаймні на порядок перевищує розвідані запаси нафти і газу в цьому регіоні [1].

Технологія вилучення водневого палива.

Сучасні океанологічні дослідження показують, що в деяких районах океану на глибинах біля 5000 м присутні вулканічні утворення – так звані “чорні пальники”, розташовані один від одного на відстані 100...300 м. Одне таке джерело подає з надр океану 200...500 м³/год гарячої води. Максимальна температура цієї води менша за температуру її пароутворення під гідростатичним тиском на відповідній глибині. Енергію “чорних пальників” і потенційну енергію гідростатичного тиску океану можна переводити

у водневе паливо, накопичувати, зберігати і транспортувати в будь-яке місце. Для одержання водневого палива необхідне спеціальне видобувне судно, споряджене глибоководним паропроводом з установленими по його довжині декількома паротурбоелектрогенераторами.

Пропонується така технологія видобування водневого палива. Невелика частина гарячої (робочої) води з «пальника» через патрубок 2 подається у випарник 3 паропроводу 5, де тиск трохи нижче навколишнього, рис.1. В області меншого тиску вода випарюється і подається у паропровід. Більша частина води, що надходить із «пальника», витрачається в теплообміннику для одержання тепла, необхідного на випарювання робочої води.

Розсіл і солі, що відкладаються у випарнику, видаляються насосом у навколишнє середовище на таку відстань, щоб солоність води в зоні випарника не підвищувалась. Завдяки розгалуженням паропроводу судно може одночасно збирати гарячу воду від декількох «чорних пальників», що суттєво збільшує кількість виробленої енергії.

Отриманий у випарнику пар має термодинамічну енергію

$$A = \frac{Rt_2}{n-1} \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}} \right],$$

де R – газова постійна; t_2 – температура гарячого пара перед розширенням; n – показник політропічного процесу; P_1 і P_2 – кінцевий (після розширення) і початковий тиск пара.

Ця енергія витрачається на привід паротурбогенератора 4 для отримання електричної потужності, яка іде в основному на гідроліз води і зрідження водню та кисню. Відпрацьований пар, що надходить на судно 6, конденсується у пристрої 7 і далі попадає в гідролізну установку 8. Одержаний у ній водень та кисень зріджують в компресорних установках, тарують і складають у трюмах. Товарною продукцією також може бути дистильована вода, яку одержують попутно.

Для одержання 1 кг перегрітого пара на глибині понад 1000 м необхідно біля 10 кг води з температурою на 50°C вище, ніж у пара. Гарячу воду, яка передає тепло на випарування робочій воді, можна використовувати декілька раз у послідовно з'єднаних випарниках 3, в яких температура і тиск за рухом води зменшується. При цьому із наступних випарників пар подає в наступні ступені паротурбогенераторів.

Попередні розрахунки показують, що 1 кг робочої води з температурою 300°C, переведений у гарячу воду на глибині 5000 м, проходячи через парогенератори, може віддати до 20 Вт-год енергії. Для отримання 1 кг рідкого водню необхідно 100 кВт-год енергії, що відповідає витратам енергії на цій глибині, яка вміщується у 5200 кг перегрітого пара. При цьому в результаті хімічної реакції попутно утворюється 8 кг рідкого кисню і 18 кг дистильованої води. Останню можна отримувати також із відпрацьованого в генераторах і теплообмінниках пара.

Баланс витрат гарячої води, що поступає із одного «пальника»,

$$Q_{к1} = Q_n + \sum_1^l Q_{ni},$$

де Q_n – кількість відпрацьованої у теплообмінниках тепловіддаючої води; Q_{ni} – кількість води, переведеної у перегрітий пар в одному i -му випарнику; l – кількість послідовно з'єднаних випарників.

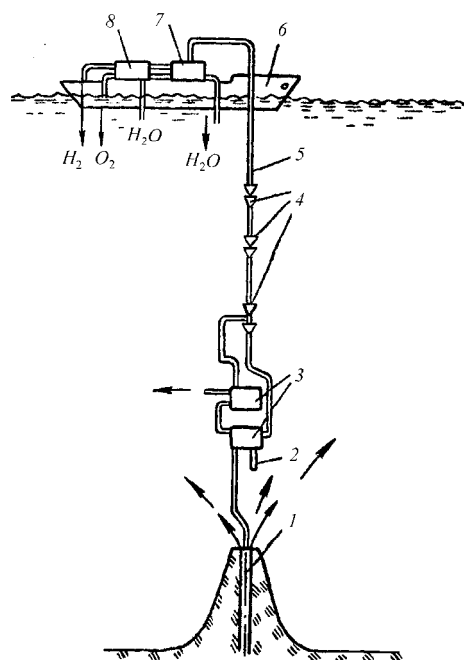


Рис. 1. Схема глибоководного видобування водневого палива із вулканічних утворень:

1 – «чорний пальник»; 2 – патрубок для всмоктування гарячої води; 3 – випарник; 4 – паротурбоелектрогенератор; 5 – паропровід; 6 – судно забезпечення; 7 – конденсатор; 8 – гідролізну установку

Вважаючи, що $Q_{ni} = Q_n = \text{const}$; $l = 2$ і враховуючи, що на 1 кг пара необхідно витратити 10 кг теплопередаючої води, маємо

$$Q_n = \frac{10}{l} Q_n.$$

Отже,

$$Q_n = \frac{l}{10 + l^2} Q_{kl} = 0,15 Q_{kl}.$$

Якщо один “пальник” подає біля 300 тис. кг/год гарячої води, то з кожного із них можна отримати водню

$$Q_{H_2} = \frac{0,15 \cdot 300 \cdot 10^3}{5200} \approx 10 \text{ кг/год.}$$

Існують райони океану з дуже великою кількістю “чорних пальників” на одиницю площі дна океану, яка дозволяє забирати гарячу воду одночасно з декількох десятків джерел. У зв’язку з цим передбачається, що на судні можна одержати в якості готового продукту біля 200...300 кг/год рідкого палива. Така продуктивність за воднем з урахуванням одержання попутних продуктів – рідкого кисню і дистильованої води – може забезпечити рентабельність суднового комплексу.

Проект видобування водневого палива передбачає розробку принципів техніко-економічних вимог, технічного завдання, техніко-економічних розрахунків, генеральних графіків і планів проведення робіт, схем фінансування з урахуванням вітчизняних і закордонних інвестицій. На цьому етапі треба скласти загальне уявлення про видобувну, транспортуючу і переробну техніку, організаційну структуру морського гірничо-видобувне підприємство, уточнити необхідні обсяги фінансування, строки проведення робіт, організувати кооперацію організацій і підприємств з виконання проекту, визначити структуру управління і реалізації проекту.

Після завершення попереднього етапу слід виконати геологорозвідувальні роботи, включаючи пошуково-розвідувальні рейси у перспективні райони; провести науково-дослідні роботи з метою створення наукових основ розробки і технології видобування морських корисних копалин; дослідити вплив шкідливих факторів, що виникають при видобуванні; розробити заходи по їх запобіганню. Необхідні дослідження світового ринку з організації видобування корисних копалин морського дна; розробка рекомендацій із організації спільних підприємств з іноземними інвестиціями; вирішення міжнародно-правових питань, які забезпечують інтеграцію України в міжнародні організації.

Висновок.

1. Розробка дослідних зразків видобувного судна і комплексу технологічного обладнання з видобування, підйому і переробки корисних копалин потребує проведення теоретичних і експериментальних досліджень, що забезпечують створення техніки, проведення стендових, полігонних і приймальних випробувань вузлів агрегатів і всього комплексу в цілому.

2. Необхідний вітчизняний дослідний зразок транспортного судна для перевезення добутої сировини до берегової бази. Слід відновити будівництво видобувних комплексів і транспортних суден; освоїти технологію і техніку переробки добутої сировини в товарну продукцію; створити берегову інфраструктуру з обслуговування і ремонту технічних засобів і судового технологічного обладнання; і, насамкінець, створити морське гірниче підприємство із видобування і переробки корисних копалин.

Література

1. Международно-правовые и экономические проблемы поиска, разведки и освоения минеральных ресурсов глубоководных районов Мирового океана / Ю.Б.Казмин, А.Н.Волков, И.Ф.Глумов и др. – Геленджик: ПО Южморгеология, 1989. – 143 с.