

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

А.О. Бондаренко

ІНЖИНІРИНГ ГІРНИЧИХ МАШИН ТА КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ
ПІДВОДНОГО ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
«Обладнання для підводного видобутку корисних копалин з придонним
збагаченням»

для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Дніпро
НТУ «ДП»

2021

Затверджено до видання науково-методичною комісією спеціальності 133 Галузеве машинобудування (протокол № 1 від 31.08.2021, протокол засідання кафедри ІДМ №1 від 30.08.2021) як методичні рекомендації для бакалаврів ОПІ «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні»

Бондаренко А.О.

Інжиніринг гірничих машин та комплексів для підводного видобутку корисних копалин. Методичні рекомендації до самостійної роботи для магістрів спеціальності 133 Галузеве машинобудування / А.О.Бондаренко ; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 10с.

Автор: А.О. Бондаренко, доктор технічних наук, професор.

Наведено інформацію щодо технологічних і конструктивних особливостей машин які застосовуються для підводного видобутку корисних копалин з виконанням придонного збагачення.

Рекомендації орієнтовано на активацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДВОДНОГО ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН З ПРИДОННИМ ЗБАГАЧЕННЯМ

Особливістю морських розсипів, у багатьох випадках є порівняно високий ступінь підготовленості пісків до застосування гравітаційних методів збагачення. Для розсипів морського генезису характерний високий ступінь розкриття мінералів і їх дезинтеграція, що виключає необхідність у дробленні і здрібнюванні, а наявність необмеженої кількості води при видобутку морських пісків сприяє застосуванню гравітаційних і магнітних методів збагачення. Це створило передумови для створення спеціальної технології і технічних засобів, коли з вибою виймаються тільки корисні мінерали, а мінерали порожньої породи, що складають понад 90% усієї гірської маси, залишаються на дні чи безпосередньо на місці виїмки.

Такі технологічні рішення одержали назву «придонного збагачення». Створення технології і спеціальних технічних засобів, які дозволяють спільну виїмку гірської маси і отримання з неї корисних мінералів, є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку технології підводного видобутку корисних копалин із дна морів і океанів. Вирішення цієї проблеми включає як створення видобувних засобів так і відповідних їм засобів придонного збагачення, а також засобів транспортування чорнового концентрату на борт. У багатьох випадках, коли вилучення пісків створює передумови до порушення стійкості берегових ландшафтів чи підвищенню мутності до меж, що перевищують екологічну валентність рибних і інших біологічних ресурсів, технологія придонного збагачення є єдино можливим рішенням.

Із закордонної практики найбільш відомим є рішення, розроблене японською компанією «Явата Сейтетцу», з видобутку залізовмісних пісків за допомогою спеціального сепаруючого пристрою, що монтується як розпушувач на усмоктувальному ґрунтозаборному пристрої земснаряда.

Пристрій придонного збагачення для безперервного підводного сепарування приведено на рисунку 1, де він показаний в загальному технологічному потоці земснаряда. Пристрій складається з барабана, що обертається навколо магнітної системи, і власне розпушувача.

Після попереднього розпушування з пульпи, що утворилася, магнітні частки витягаються магнітною системою барабана і прилипають до його обертової поверхні. При обертанні барабана частки магнетиту надходять у зону усмоктування, де не діють магнітні сили. З цієї зони магнітні частки транспортуються на борт судна, де піднятий чорновий концентрат доводиться до кондиційних вимог.

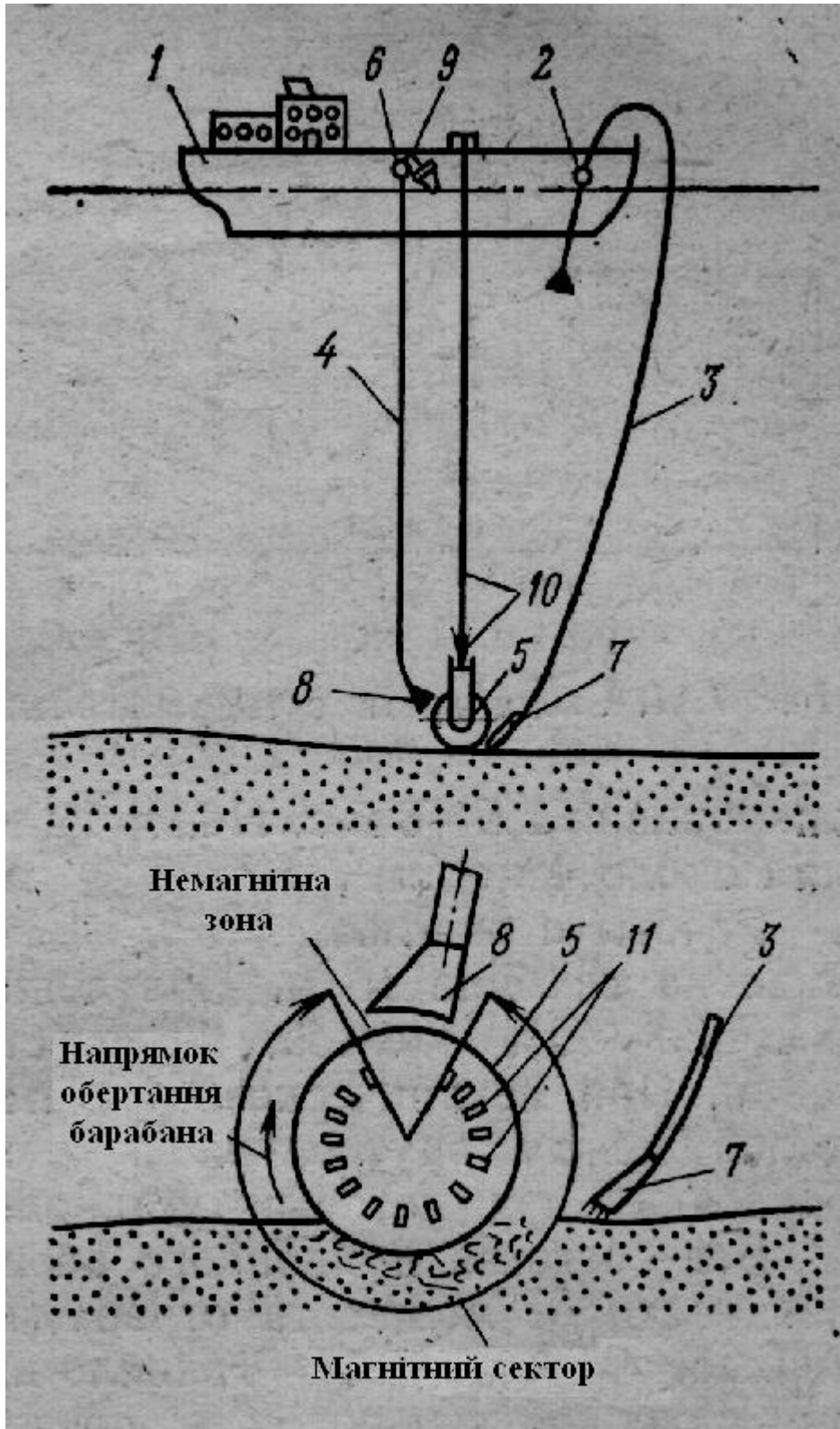


Рис. 1. Спосіб видобутку залізовмісних пісків:

- 1 – судно; 2 – водяний насос; 3 – трубопровід; 4 – пульпопровід;
 5 – магнітна система; 6 – землесос; 7 – гідророзпушувач;
 8 – всмоктувач; 9 – грохот; 10 – трос; 11 – магніт

Усередині барабана встановлений електродвигун постійного струму, що дозволяє регулювати швидкість обертання барабана. Необхідна якість розпушування досягається шляхом зміни відстані розташування насадок від вибою, а також напрямком руху струменів. Ефективність роботи видобувного пристрою забезпечується за рахунок взаємного підбора напруженості магнітного поля, швидкості обертання барабана і витрати води на розпушування.

Роботи з застосуванням даного пристрою проводилися в Токійській затоці на глибині 15 м. Отриманий чорновий концентрат містив 30-40% заліза. Потужність оброблюваного шару була 0,5 м.

Як відомо, глибина моря в районі розсипу визначає тип пристрою, на якому монтується гідромагнітний видобувний пристрій, а також порядок його роботи. Для розсипів прибічної і мілководної зони характерний вплив морських хвилювань на дно моря з поступовим зменшенням впливу при наростанні глибини. Ці зусилля будуть сприйматися видобувним пристроєм, тому для морських розсипів прибічної зони раціональне використання снарядів негативної плавучості, а для розсипів мілководної і глибоководної зон – снаряди нульової і позитивної плавучості.

Тепер магнетитові морські розсипи відомі в тому числі і на шельфі Чорного моря. За кордоном магнетитові морські розсипи розробляються в Японії, Новій Зеландії, на Філіппінах і в інших країнах.

З своїм розташуванням на шельфі магнетитові морські розсипи можна розділити на розсипи прибічної зони (до глибини 5 м), розсипи мілководної зони (до 30 м) і розсипи глибоководної зони шельфу (до 200 м).

За потужністю продуктивних шарів родовищ можна виділити розсипи малої потужності (до 1 м), середньої потужності (до 10 м) і потужні (понад 10 м). Потужність шару є чинником, що визначає конструкцію видобувного пристрою. За формою в плані розсипи можна розділити на витягнуті і майданні. Цей фактор визначає переміщення фронту робіт у плані і напрямок переміщення драги. Підводні розсипи можуть бути покриті шаром непродуктивних пісків, але при виїмці з використанням пристроїв, що працюють на принципі придонного збагачення, наявність розкривних порід не робить істотного впливу на технологію відпрацьовування родовища.

Усі засоби придонного збагачення можна розділити залежно від потужності шару, що відпрацьовується, на установки для виїмки поверхневого шару (як правило глибина 0,5...1 м) і установки для глибокої виїмки, тобто що дозволяють виймати концентрати з більш потужних розсипів.

Прикладом пристрою першого типу є установка фірми «Явата Сейтетцу». До установок другого типу можна віднести драгу, конструкція якої розроблена в Московському гірничому інституті В.В. Ржевським і Г.А. Нуроком (рис.2).

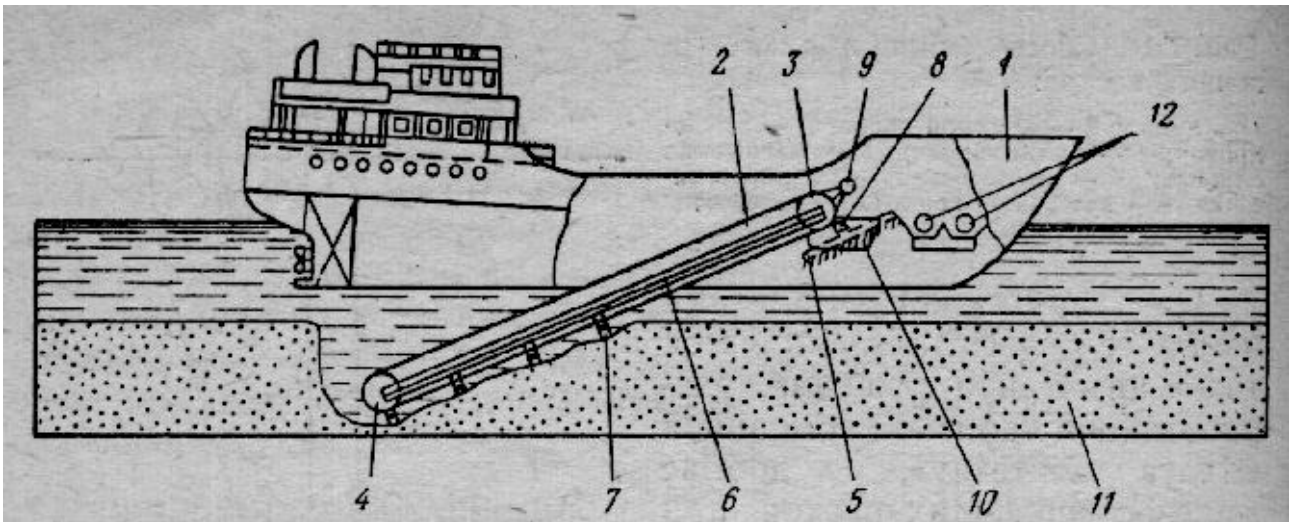


Рис. 2. Схема драги з гідромагнітним пристроєм

Драга складається із судна 1, на якому змонтоване силове і збагачувальне устаткування. Основним елементом конструкції є магнітний конвеєр 2, гумова стрічка якого виготовлена з використанням наповнювача із намагніченого порошку. Конвеєр має ведучий 3 і ведений 4 барабани, причому ведучий барабан із двигуном і редуктором установлений на рухомій платформі 5, що дозволяє змінювати кут нахилу конвеєра від 0 до 90°. Конвеєр жорстко закріплений на рамі 6, до якої приварений розпушувачий пристрій 7 з насадками 8. Знімання концентрату з конвеєра здійснюється знімним ножом 9 і подачі води під напором через форсунки 10. Для одержання збездвоженого концентрату, може бути встановлений грохот 11. У випадку переробки дуже бідних розсипів для одержання багатих концентратів доведення можна робити на магнітних сепараторах 12.

Робота драги відбувається таким чином. Підводний розсип розпушується розпушувачем 7, до форсунок 8 якого подається вода під напором. У результаті розпушення піску навколо магнітного конвеєра утворюється пульпа, що містить магнітні і немагнітні частки. Магнітні частки притягаються стрічкою конвеєра і подаються на судно. Швидкість руху стрічки змінюється зміною числа обертів ведучого барабана 3. Зі збільшенням глибини вибою і кількості магнітних фракцій у розсипу швидкість руху стрічки збільшується і навпаки. У міру переміщення конвеєра із зони вибою до судна відбувається відмивання концентрату від мулистих часток і немагнітних фракцій. Концентрат із конвеєра знімається ножом 9 і шляхом подачі води під напором через форсунки 10. Для зневоднювання концентрату може бути встановлений грохот 11. Послідовне відпрацювання вибою виконується шляхом переміщення конвеєра судном. Підйом магнітного конвеєра і його контакт із вибоєм здійснюється за допомогою хвильового компенсатора.

У порівнянні з аналогічними закордонними пристроями пропонується конструкція драги має такі достоїнства:

- можливі розробка і збагачення розсипу безпосередньо під водою з видачею на поверхню концентрату; собівартість такого процесу мінімальна, тому що вимагає мінімум устаткування й електроенергії;

- можлива розробка підводних розсипів практично будь-якої потужності;

- за рахунок застосування гумової магнітної стрічки конвеєр можна виготовляти великої довжини і ширини для збільшення продуктивності;

- застосування хвильового компенсатора забезпечує гнучкий й автоматично регульований зв'язок конвеєра із судном і вибоєм.

При розробці розсипів малої потужності можна застосовувати драгу з горизонтальною магнітною стрічкою (рис. 3). Для забезпечення спрямованого потоку часток у робочу зону під стрічкою встановлюється піддон 5 із крайкою, що ріже, 6. Над крайкою, що ріже, 6 розміщений гідравлічний розпушувач 7, що складається з двох рядів насадок. Концентрат накопичується в місткості 10 і перекачується на борт судна. Жолоб 11 з боку, протилежного крайці, що ріже, 6, виконаний у вигляді напівциліндра, у якому розміщений металевий пристрій 12 для відводу хвостів збагачення за межі вибою. Для виключення присосу жолоба до вибою він має ребристий корпус.

Принцип роботи драги полягає в тому, що пісок зрізується крайкою, що ріже, з одночасним розмивом. Це забезпечує підтримку оптимальних умов у зоні збагачення, звідки концентрат направляється конвеєром у місткість 10, а хвости збагачення віддаляються металевим пристроєм 12 за межі вибою.

Для роботи пристроїв придонного збагачення, де потрібно створити спрямовані потоки хвостів збагачення з вибою, доцільно застосувати пристрій типу (рис. 4). Драга являє собою судно 1 із всмоктувачем що волочиться 2, на кінці якого змонтований спеціальний пристрій, у його корпусі встановлюється система обертових магнітних дисків 3 і індукційних знімачів 4, розпушувача 5 (тут гвинтова фреза). Для відкидання хвостів може використовуватися гідрометальник або гвинтовий пристрій 6.

При роботі пристрою частки розпушеної породи гідравлічним потоком транспортуються через магнітну систему. Магнітні частки затримуються на дисках 3 і секторах 4. Потім магнітні частки виносяться індукційними знімачами в немагнітну зону, звідки перекачуються на борт драги для доведення, а порожня порода відкидається гвинтом 6 у вироблений простір.

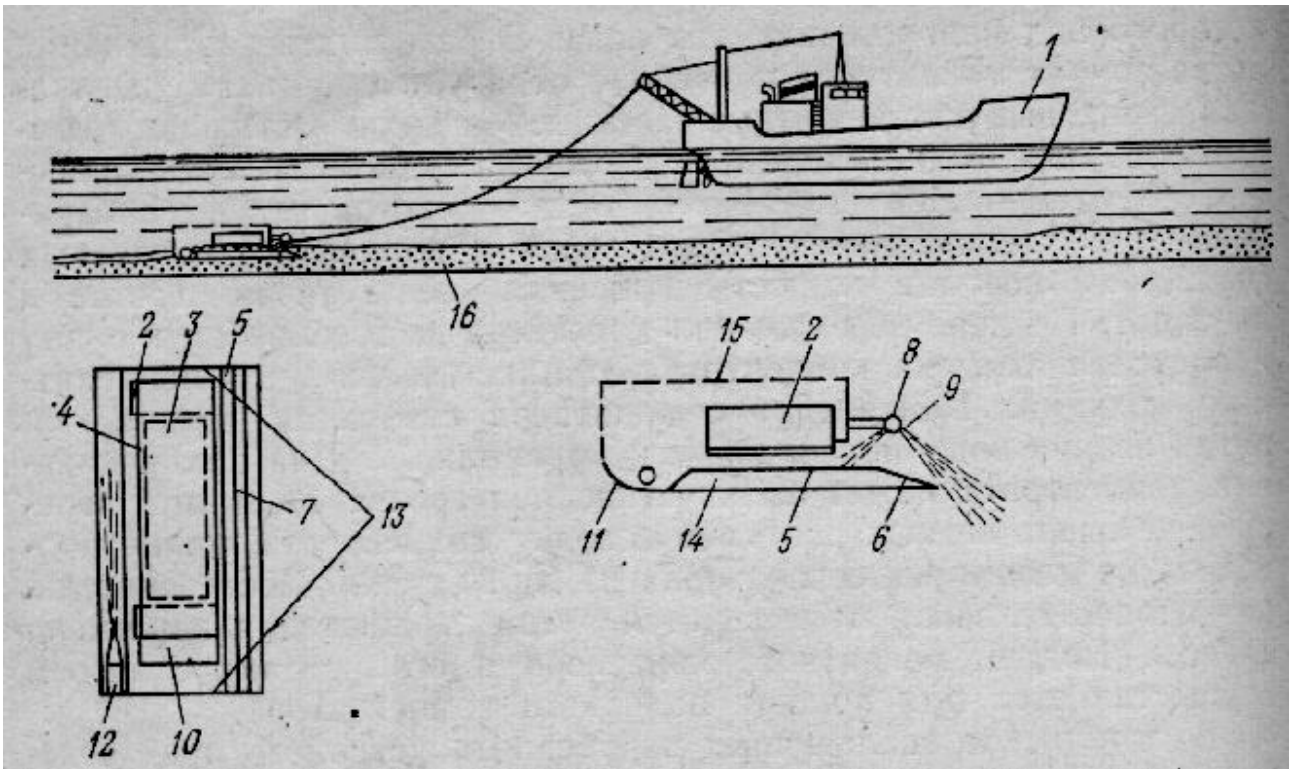


Рис. 3. Схема драги для малопотужних розсипів:

- 1 – судно; 2 – магнітний конвеєр; 3 – магнітна система;
 4 – стрічка конвеєра; 5 – піддон; 6 – крайка, що ріже;
 7 – гідророзпушувач; 8,9 – насадки; 10 – місткість для концентрату;
 11 – жолоб; 12 – насос; 13 – несуча конструкція; 14 – опорна конструкція;
 15 – верхня кришка; 16 – шар піску

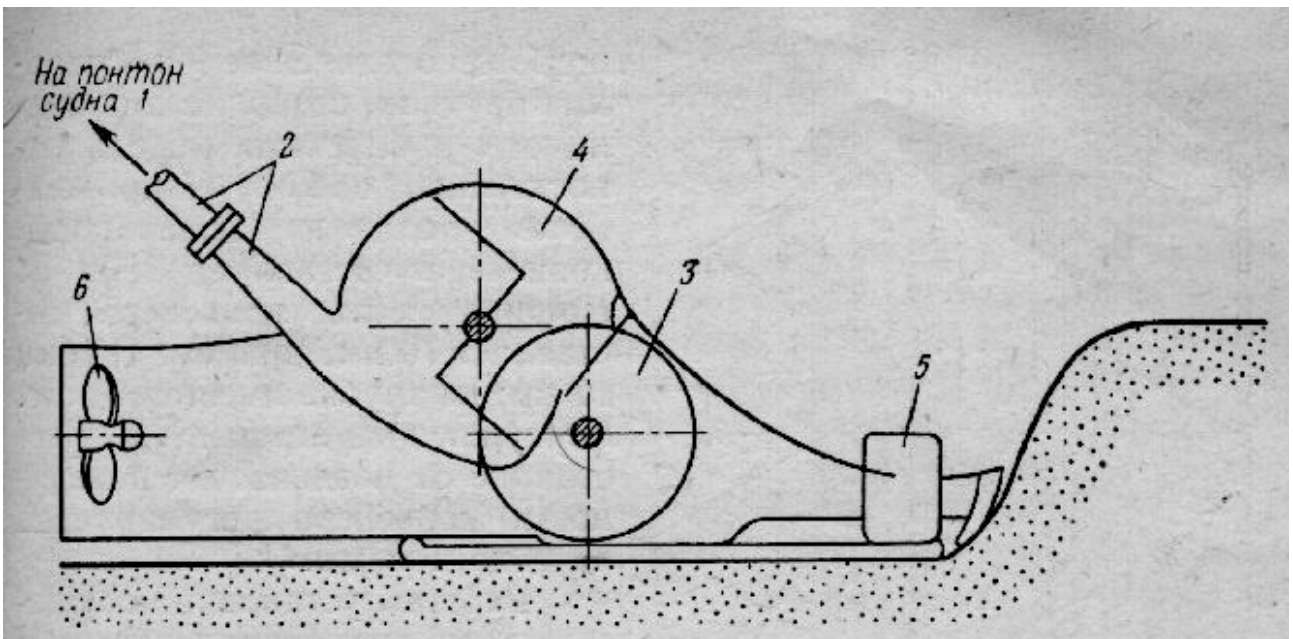
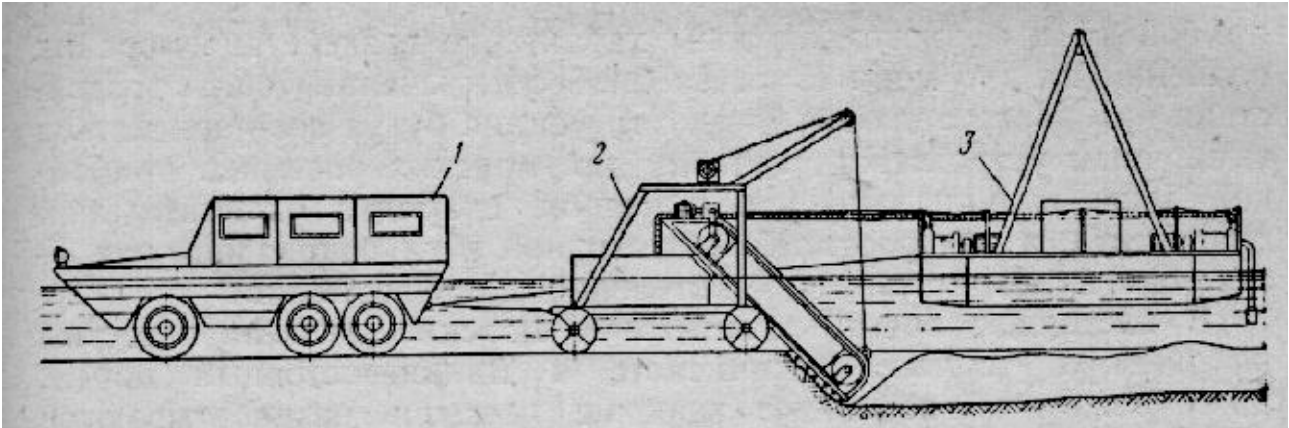


Рис. 4. Схема драги з обертовою магнітною системою

У майстернях Балабановського дослідно-промислового кар'єру був розроблений і виготовлений дослідний зразок гідромагнітного пристрою для траншейного способу розробки розсипної корисної копалини (рис. 5). Технологічна схема складається з таких вузлів: автомобіль-амфібія 1 для переміщення видобувного пристрою в заданому напрямку і з заданою швидкістю, гідромагнітний видобувний пристрій 2, понтон з обладнанням 3.



3.

Рис. 5. Схема дослідного зразка гідромагнітного видобувного пристрою

Перевірка працездатності дослідного зразка проводилася в Новгородській бухті Японського моря. Вона показала, що пропонується конструкція працездатна і забезпечує одержання задовільних показників з розмиву і збагачення.

Список літератури

1. Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов/ Под. ред. В.В. Ржевского, Г.А. Нурока. – М.: Недра, 1979 . – 381 с.
2. Нурок Г.А. Гидромеханизация открытых разработок. – М.: Недра, 1970 . – 584 с

Бондаренко Андрій Олексійович

**ІНЖИНІРИНГ ГІРНИЧИХ МАШИН ТА КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ
ПІДВОДНОГО ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**«Обладнання для підводного видобутку корисних копалин з придонним
збагаченням»**

для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування

В редакції автора

НТУ «Дніпровська політехніка»

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.