



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **97667** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
F42D 99/00
E02B 15/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

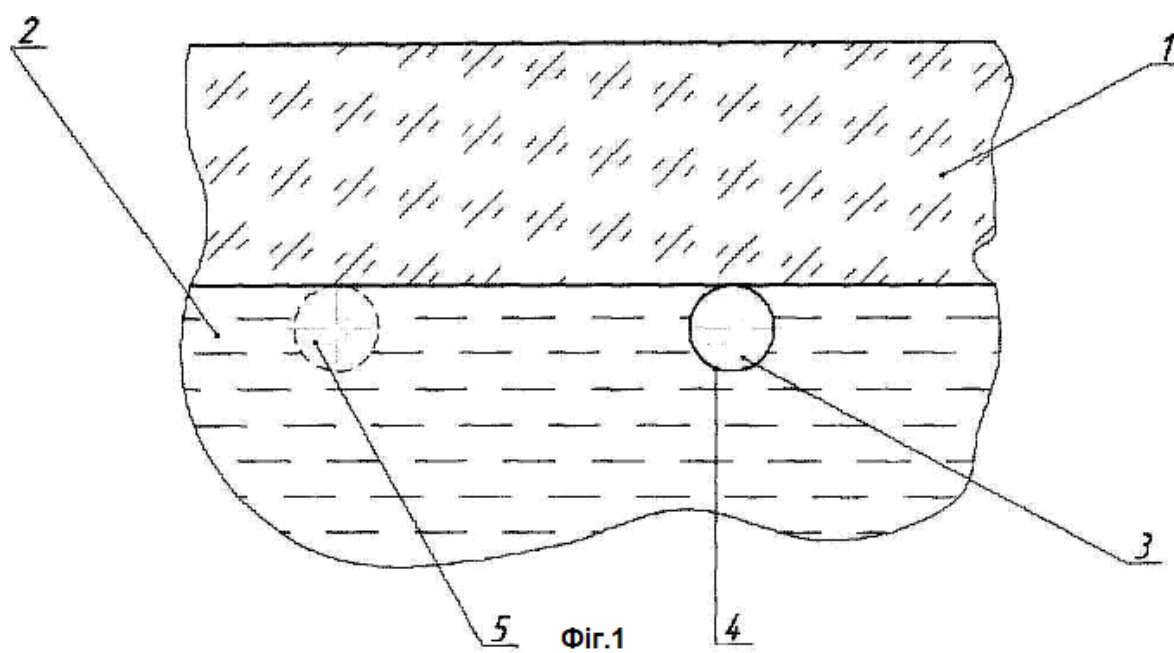
(21) Номер заявки:	а 2009 12926	(72) Винахідник(и): Пономаренко Володимир Степанович (UA), Савченко Микола Федорович (UA), Воліков Володимир Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	14.12.2009	(73) Власник(и): Пономаренко Володимир Степанович, вул.Гребенюківська, 72, м.Харків (UA), Савченко Микола Федорович, вул.Академіка Павлова, 311, кв.200, м.Харків, 61168 (UA), Воліков Володимир Володимирович, вул.Новгородська, 4, кв.85, м.Харків, 61000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	12.03.2012	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2180094 C1, 27.02.2002. RU 2193750 C2, 27.11.2002. RU 2252939 C1, 20.05.2005. RU 2306386 C1, 20.09.2007. RU 2322548 C2, 20.04.2008. Дроговейко И.З. Разрушение мерзлых грунтов взрывом. М.: Недра, 1981, с. 13. Вовк О.О. Вибух. - К.:Наукова думка, 1973. - С. 101, мал. 12. Богородский В.В., Гаврило В.П., Недошивин О.А. Разрушение льда. Методы, технические средства. - Л.: Гидрометеиздат. 1983. - С. 105.
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.06.2011, Бюл.№ 12	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	12.03.2012, Бюл.№ 5	

(54) СПОСІБ РУЙНУВАННЯ КРИГИ У ВОДОЙМИЩІ

(57) Реферат:

Спосіб руйнування криги на водоймищі, згідно з яким під кригою у водоймищі розміщують один або декілька зарядів вибухової речовини, а руйнування криги здійснюють після ініціювання вибуху або вибухів під дією вибухових та вигинально-гравітаційних хвиль, для чого під кригою як вибухову речовину використовують газовий заряд, наприклад стехіометричну суміш пропану та кисню, розміщену у еластичній оболонці безпосередньо під кригою. Для підвищення ефективності застосування енергії одного або декількох зарядів до оболонки для газового заряду додатково прикріплюють один або декілька термітних зарядів, наприклад з оксидів алюмінію та заліза, та здійснюють їх підпал для випаровування води та криги. Ініціювання вибуху або вибухів газового заряду здійснюють у режимі газової детонації за допомогою газодетонаційного пристрою, утворюючи під кригою після проведення вибуху або вибухів газовий прошарок.

UA 97667 C2



Винахід належить до вибухових робіт по руйнуванню криги у водоймищі і може бути застосованим для запобігання екологічно небезпечним наслідкам, наприклад руйнуванню криги під час льодоходу, з метою попередження повені, загибелі риби від нестачі кисню, для покращення судноплавства.

5 Відомий спосіб руйнування криги у водоймищі (Вовк О.О. Вибух. - К.: Наукова думка, 1973. - с. 101, мал. 12), згідно з яким руйнування льоду здійснюють вибухом одного або декількох зарядів вибухової речовини, попередньо змонтованих в отворі у водонепроникній оболонці під кригою. Руйнування криги здійснюється інтенсивним навантаженням ударними хвилями, від дії яких уламки криги відокремлюються від крижаного поля.

10 Недоліком цього способу є необхідність застосування великих за масою зарядів вибухових речовин, а також значні негативні для фауни наслідки - загибель риби - через розповсюдження ударних хвиль на значну відстань (100 м і більше). При цьому здійснення способу обмежується складністю і небезпекою розміщення вибухових зарядів на відстані від берега водоймища через невизначеність товщини і малі механічні властивості льоду особливо під час відлиги.

15 Відомий спосіб руйнування криги у водоймищі (А. с. СССР 1820188, F42D 7/00), згідно з яким руйнування льоду здійснюють вибухом декількох зарядів вибухової речовини, попередньо змонтованих під кригою у водонепроникній оболонці, який передбачає розміщення під кригою на певній відстані один від одного декількох зарядів вибухової речовини і їх по чергові підривання з інтервалом часу, рівним часу проходження вершини вигинисто-гравітаційної хвилі від місця підриву попереднього заряду до місця розташування наступного підривного заряду.

20 Недоліком відомого способу руйнування криги у водоймищі є низька ефективність через використання зосереджених вибухів порівняно з руйнуванням криги скерованими вибухами через складність урахування переміщення водяних потоків під кригою, для яких зона руйнування криги на 50-70 % більша, ніж від вибуху зосередженого заряду (Богородский В.В., Гаврило В.П., Недошивин О.А. Разрушение льда. Методы, технические средства. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - с. 105).

Відомий спосіб руйнування криги у водоймищі (Патент РФ № 2180094 F42D7/00, E02B15/02), який вважаємо прототипом, згідно з яким під кригою розміщують один або декілька зарядів вибухової речовини, після чого під кригою до проведення вибуху або вибухів створюють газовий прошарок, а руйнування криги здійснюють після ініціювання вибуху або вибухів під дією ударних хвиль та вигинально-гравітаційних хвиль.

Недоліком відомого способу руйнування криги у водоймищі є низька ефективність через високу собівартість робіт, що обумовлено необхідністю створення газового прошарку на великих крижаних площинах через його плинність, що потребує великих енергетичних витрат та ускладнює створення певної товщини газового прошарку під кригою і збільшує масу зарядів вибухової речовини.

Технічною задачею запропонованого способу руйнування криги у водоймищі є підвищення ефективності застосування енергії одного або декількох зарядів вибухової речовини завдяки можливості додатково утворювати під кригою зони низького тиску, використовуючи гідрогазові потоки після вибуху або вибухів зарядів вибухової речовини.

40 Для цього під кригою розміщують один або декілька зарядів вибухової речовини, а руйнування криги здійснюють після ініціювання вибуху або вибухів під дією ударних хвиль та вигинально-гравітаційних хвиль. При цьому як вибухову речовину використовують газовий заряд, наприклад стехіометричну суміш пропану та кисню, розміщену безпосередньо під кригою у еластичній оболонці, а ініціювання вибуху здійснюють у режимі газової детонації за допомогою газодетонаційного пристрою, утворюючи під кригою після проведення вибуху або вибухів газовий прошарок. До оболонки для газового заряду додатково прикріплюють один або декілька термітних зарядів, наприклад брикет з суміші алюмінію та оксидів заліза, запалення яких здійснюють після вибуху газового заряду. Термітний або термітні заряди, які прикріплені до оболонки для газового заряду, змонтовані на поплавку або поплавках, та сполучені трубкою або трубками з газовим зарядом або зарядами. Термітний або термітні заряди, які змонтовані на поплавку або поплавках під кригою, підпалюються, наприклад, за допомогою електрозапального пристрою, до вибуху газового заряду або зарядів.

Принцип дії запропонованого способу руйнування криги у водоймищі пояснюється за допомогою фіг. 1-6, де зображена схема розташування заряду або зарядів вибухової речовини перед застосуванням, поперечний переріз;

на фіг. 2 - приклад розміщення газодетонаційного пристрою з еластичною оболонкою, згорнутою як багатошаровий пакет, повздовжній розріз;

на фіг. 3 - приклад створення вибухового заряду під кригою після заповнення газодетонаційного пристрою з еластичною оболонкою газовою вибуховою сумішшю, повздовжній розріз,

на фіг. 4 - схема виникнення тріщин після вибуху газового заряду вибухової речовини;

на фіг. 5 - схема процесу початку руйнування криги внаслідок дії гравітаційних сил та атмосферного тиску,

на фіг. 6 - схема застосування термітних зарядів, поперечний переріз.

Спосіб руйнування криги у водоймищі здійснюється таким чином. Безпосередньо під кригою 1 (фіг. 1) у водоймищі розміщують у воді 2 заряд вибухової речовини 3 у еластичній оболонці 4, яка виконана з водонепроникного матеріалу, наприклад поліетилену. Як вибухову речовину використовують газову стехіометричну суміш, наприклад ацетилену та кисню (або повітря), водню та кисню (що екологічно бездоганно, але більш вартісне) або, що більш простіше, але з меншими енергетичними можливостями, пропану та кисню. Суміші створюються безпосередньо перед здійсненням вибуху або вибухів поданням кожного газу з окремого балона (умовно не показані) або у спеціальному газогенераторі (у газодетонаційному пристрої (фіг. 2, 3), наприклад, як згідно з патентом України № 72357). При потребі (значна товщина криги, більша ніж 0,5 м, або підвищення продуктивності праці і допустимості для фауни) під кригою розміщують додатковий заряд вибухової речовини 5. Діаметр еластичної оболонки, яку найпростіше виконувати циліндричною, газового заряду вибирають з енергетичних міркувань (приблизно 0,2...0,5 середньої товщини криги та необхідної довжини уламку криги після вибуху) - забезпечення після вибуху витиснення прошарку води з-під криги і прогину криги під створеною газовою порожниною, з урахуванням збільшення розмірів оболонки на 2...5 % після подання внутрішнього тиску (в межах 0,2...0,4 МПа) та необхідності стабільного забезпечення виникнення тріщин типу 6 (фіг. 4) або А (фіг. 5). Величина діаметра залежить від міцності, товщини матеріалу оболонки і начального тиску газової суміші, але він не менший, наприклад для оболонки з поліетилену, ніж 0,02...0,04 м - за умовою забезпечення стабільної детонації газової суміші. Повздовжні розміри оболонки для газового заряду можуть, як показують розрахунки і досліди, більш ніж у 100 разів перевершувати товщину криги, і визначатись, в першому наближенні, за умови, що виникнення тріщин 6 (фіг. 4, на верхній частині криги) або А (фіг. 5, на нижній частині криги), які призведуть кригу до початку руйнування, визначиться досягненням руйнівної напруги σ :

$$\sigma \leq k \frac{M}{W} \leq [\sigma] \approx E \cdot \delta_m,$$

де відповідно k , M , W коефіцієнт, який залежить від стану криги (може мінятись приблизно за дослідними оцінками від 1 до 2), вигинальний момент, для рівномірно розподіленого

навантаження $I = \frac{ql^2}{4}$ та момент опору при вигинанні балки $W = \frac{bh^2}{6}$;

q - інтенсивність зовнішніх навантажень, визначається дією гравітаційно-вигинальних та вибухових хвиль (перша фаза руйнування, фіг. 4) та масою криги і різницею атмосферного та тиску під кригою (друга фаза руйнування, фіг. 5);

l - довжина газового заряду (або газового прошарку);

b - ширина створеного газового прошарку під кригою, створеного після вибуху газового заряду або зарядів;

h - товщина криги;

$[\sigma]$ - граничне (руйнівне) напруження для криги;

E - модуль пружності криги, $E \approx 90 \cdot 10^2$ МПа (Дроговейко И.З. Разрушение мерзлых грунтов взрывом. - М.: Недра, 1981. - с. 13.);

δ_m - максимальна пружна деформація (приймаємо рівною 2 %).

Тоді, урахувавши, що метання води під кригою і створення газового прошарку після вибуху газового заряду доцільно передбачити на відстань 30...50 діаметрів газового заряду - за умовами максимальної безпеки для фауни водоймища, можна визначити (наприклад, вважаючи, що ширина створеного газового прошарку $b=1$ м достатня для виникнення руйнівних тріщин у кризі) такі межі співвідношення довжини оболонки газового заряду та товщини криги:

$$\frac{l}{h} \approx (0,5...0,8) \sqrt{\frac{E \delta_m b}{q}} \approx (150...300) h.$$

Для руйнування криги і здійснення вибуху розміщують газодетонаційний пристрій 7 з блоком підпалу газової суміші 8, які вводять у воду через отвір у кризі 9, разом з перехідником 10 і прикріпленим до нього згорнутим багат шаровим пакетом 11 (фіг. 2, показано умовно) з еластичної оболонки, забезпечуючи їх необхідне спрямування і майже контактне розміщення

пристрою під кригою. При цьому кріплення і необхідні розміри оболонки забезпечуються перехідником 10 (фіг. 2), який змонтовано до газодетонаційного пристрою і виконано з матеріалу (найпоширеніший матеріал - сталь), акустичний опір якого, як і газодетонаційного пристрою, значно більший ніж матеріалу еластичної оболонки для газового заряду. Це забезпечує стабільність виникнення газової детонації безпосередньо у газодетонаційному пристрої і еластичній оболонці.

Для зменшення об'єму газової суміші, збільшення вірогідності руйнування криги в місцях її максимальної товщини і підвищення безпечності для фауни додатково закріплюються на поверхні еластичної оболонки 4 або на поверхні спеціально передбаченою ємності (циліндричної або шароподібної), яка виконує функцію поплавка 14, термітний або декілька термітних зарядів 12, 13 (фіг. 6). Для покращення підпалу термітного заряду 13 поплавков сполучається трубкою 15 з еластичною оболонкою 4. Це дозволяє збільшити ефективну дію газового заряду після його вибуху, що визначиться локальним збільшенням температури під кригою після підпалу термітного заряду високотемпературним газовим потоком. Для збільшення відстані розташування під кригою термітного заряду відносно газового заряду (наприклад, для розміщення термітного заряду за зоною газового прошарку b) безпосередньо подання горючої газової суміші може здійснюватись у порожнину поплавка через еластичну трубку 16 з легкоруйнівного матеріалу (наприклад, поліетилену або полістиролу та інш.).

Приготування до вибуху здійснюють у такій послідовності. Спочатку проводять заповнення порожнини газодетонаційного пристрою з еластичною оболонкою газовою вибуховою сумішшю 3 (фіг. 3), подаючи її під робочим тиском (0,2...0,3 МПа) та одночасно розгортаючи еластичну оболонку для створення під кригою необхідного вибухового заряду стехіометричної газової суміші (згідно з загальними умовами забезпечення повного згоряння горючого газу) приблизно в межах визначених довжиною еластичною оболонки, її перерізом та тиском газу, наприклад об'ємом 200...300 літрів (уточнюється дослідом). Менші значення газової суміші збільшують кількість вибухів та трудомісткість робіт по руйнуванню криги (наприклад, можуть обумовити створення отворів для розміщення газодетонаційного пристрою далеко від берега водоймища через зменшення, наприклад довжини еластичної оболонки). Більші об'єми газової суміші обмежені збільшенням енергетичної потужності вибуху і можуть за певними обставинами негативно вплинути на берегові укріплення.

Після завершення робіт по розгортанню еластичної оболонки (декілька хвилин) здійснюють вибух газового заряду 3, використовуючи блок підпалу 8 для підпалу газової суміші, наприклад електричним пристроєм (умовно не показаним). Завдяки особливостям конструкції газодетонаційного пристрою (трубчата форма довжиною у 30...50 разів більшою, ніж діаметр отвору пристрою) швидкість горіння збільшується - прискорюється до переходу у детонаційний режим зі швидкістю розповсюдження детонаційних хвиль, які перевищують швидкість звуку у воді і досягають 2...2,5 км/год. перед перехідником 10. При цьому тиск порівняно з початковим збільшується у 30...50 разів, а температура може локально досягати 1500...2000 °C. Завдяки великій швидкості розповсюдження фронту газової детонації, інерційності переміщення стінок еластичної оболонки і збільшенню їх жорсткості (завдяки стисненню водою і кригою) газовий заряд 3 у еластичній оболонці 4 детонує до початку її руйнування. Детонація заряду здійснюється спочатку при безпосередньому контакті газової суміші в еластичній оболонці із фронтом газодетонаційної хвилі на межі між перехідником 10 газодетонаційного пристрою і еластичною оболонкою та з подальшим розповсюдженням по її ділянках у порожнині еластичної оболонки (також трубчатої форми, що забезпечує стабільні умови детонування усієї газової суміші 3). Після цього поступово, з запізненням (в межах від 0,001 до 0,1 с, що залежить від міцності стінок еластичної оболонки і спротиву води) розпочинається деформування і руйнування еластичної оболонки 4 та витиснення води з оточуючого оболонку середовища і виникнення газового прошарку шириною b. Під кригою на всій довжині еластичної оболонки майже синхронно з проходженням детонаційної хвилі виникає зона підвищеного тиску від вибухових хвиль та пульсуючого разом з коливаннями води безпосередньо під кригою газового прошарку. Це збільшує тривалість коливань середовища і покращує умови хвильового деформування криги та виникнення тріщин типу 6 (фіг. 4). Імпульсні навантаження, які супроводжують інтенсивні коливання водневого середовища, призводять до хвилеподібного переміщенню криги від вигинально-гравітаційних хвиль, що виникають у кризі, та появи додаткових руйнівних навантажень через утворення під кригою зони зменшеного тиску (через охолодження газового прошарку та кінетичного метання води) і виникнення тріщин типу А (фіг. 5). Коливання криги призводять до змикання тріщин і руйнування криги на довжину не меншу, ніж довжина еластичної оболонки (майже по принципу від берега до берега).

Для збільшення зони руйнування під кригою здійснюють підпал термітного заряду або зарядів, який або які ізолюються від поплавка термопрокладкою або термопрокладками (умовно не показані) для запобігання передчасному руйнуванню поплавка. При використанні термітного заряду або зарядів 12 газовий потік після вибуху газового заряду безпосередньо здійснює підпал термітного заряду, вдаваючи його в товщу криги. Хімічна реакція, яка супроводжує горіння термітного заряду (наприклад, брикет з суміші алюмінію і оксиду заліза), приводить до виділення великої кількості теплоти, необхідної для пропалення криги, що збільшує зону або полегшує подальше руйнування криги. При використанні термітних зарядів 13, розташованих за допомогою поплавка 14 (заповненого також вибуховою легкозапалюваною сумішшю через трубку 16, показано умовно) для збільшення зон руйнування за межами виникнення тріщин підпал термітного заряду здійснюється через трубку 15. При цьому спочатку здійснюється підпал суміші у поплавку 14, яка, згораючи, збільшує температуру і покращує умови запалення термітного заряду 13. Це дозволяє збільшити зону руйнування криги - довершити змикання тріщин у кризі, яка коливається або зміщується у вигляді уламків, та полегшити виникнення нових при наступних вибухах.

Для зменшення вибухового заряду або зарядів (їх кількості) запалення термітного заряду 13 або зарядів (кількість визначається економічними розрахунками у залежності від товщини криги, її міцності, умов безпеки) може здійснюватись попередньо, до вибуху газового заряду або зарядів. При цьому для збільшення тривалості контакту термітного заряду або зарядів з кригою вони можуть утримуватись за допомогою додаткових поплавків (умовно не показані). Запалення термітного заряду найбільш просто здійснити за допомогою електромагістралі та електрозапального пристрою (умовно не показані). Після запалення термітного заряду і його вигорання проводять вибухи одного або декількох газових зарядів

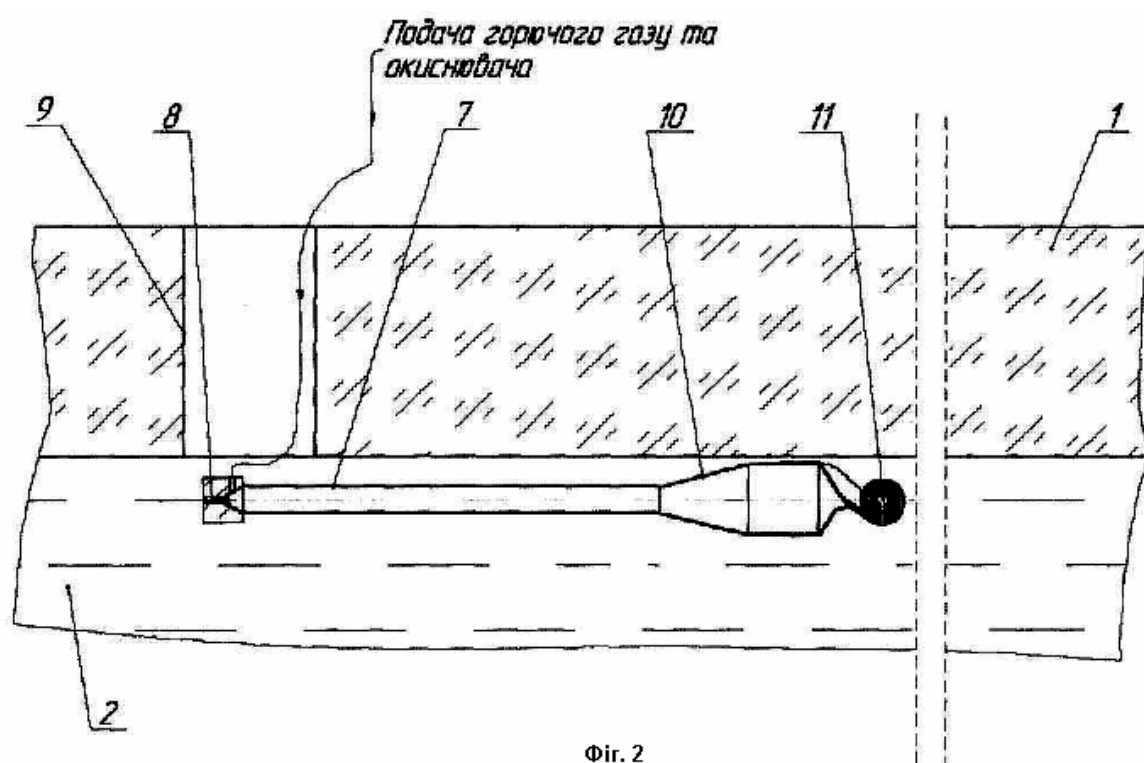
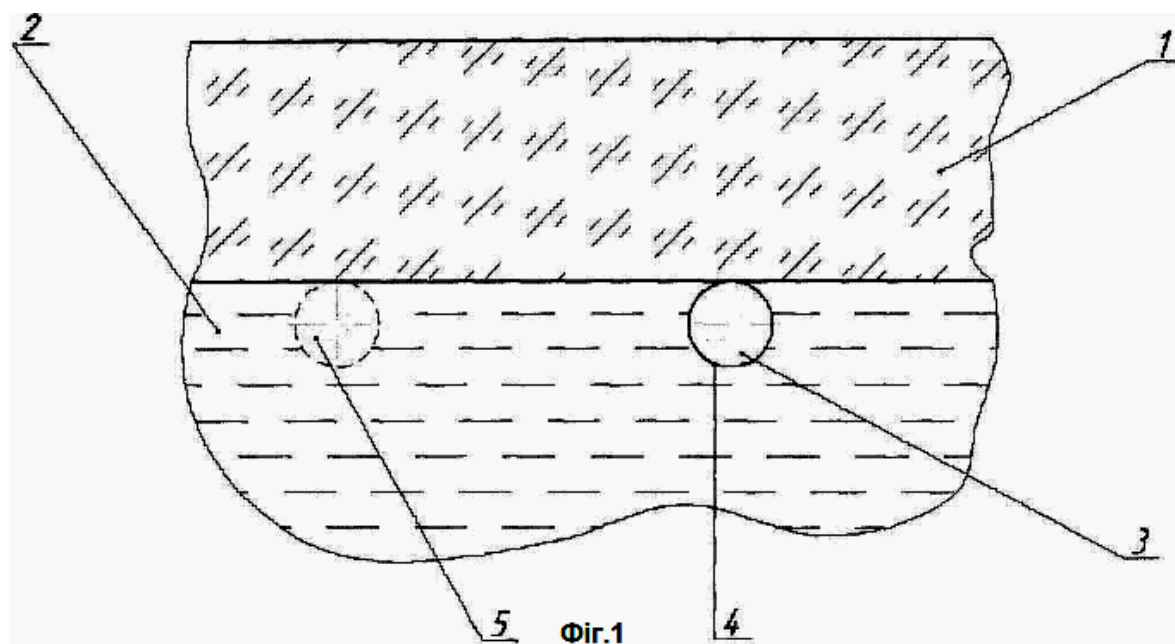
Таким чином, використання запропонованого способу порівняно з використанням традиційних вибухових речовин значно безпечніше не лише для операторів-зривників, а й для фауни, тому що може здійснюватись безпосередньо з берега (наприклад, виконання отвору у кризі та проведення подальших операцій) і у більшій мірі здійснюється з більш інтенсивними коливаннями водневого середовища та застосуванням теплозбагачених речовин (газовий і термітний заряди).

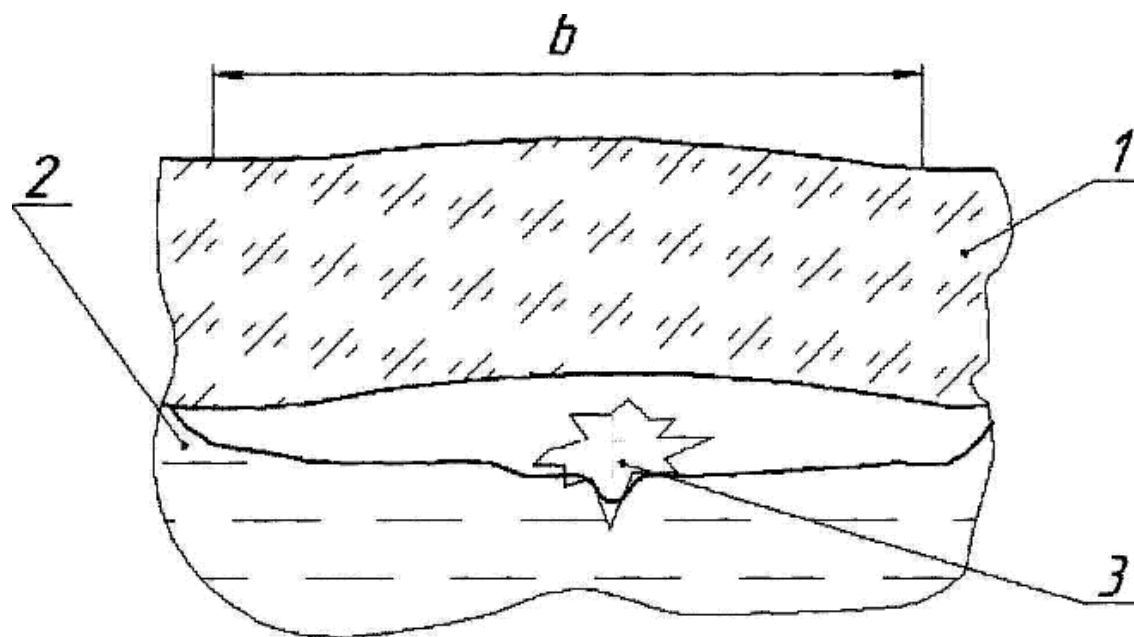
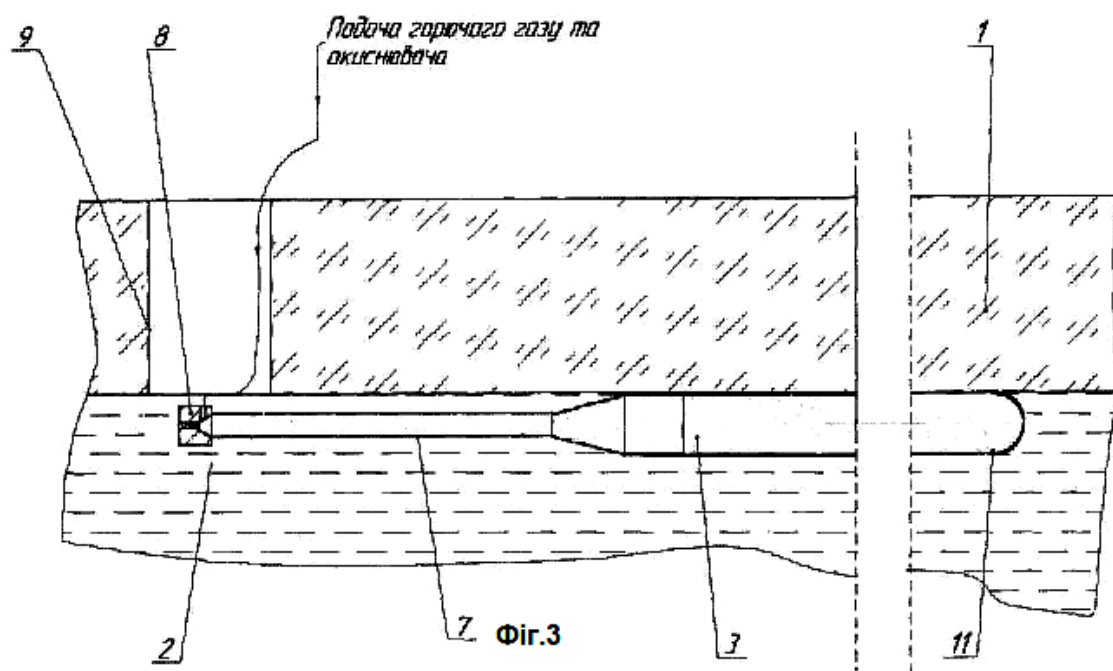
ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Спосіб руйнування криги на водоймищі, згідно з яким під кригою у водоймищі розміщують один або декілька зарядів вибухової речовини, а руйнування криги здійснюють після ініціювання вибуху або вибухів під дією вибухових та вигинально-гравітаційних хвиль, для чого під кригою як вибухову речовину використовують газовий заряд, наприклад стехіометричну суміш пропану та кисню, розміщену у еластичній оболонці безпосередньо під кригою, який **відрізняється** тим, що до оболонки для газового заряду додатково прикріплюють один або декілька термітних зарядів, наприклад з оксидів алюмінію та заліза, та здійснюють їх підпал для випаровування води та криги, при цьому ініціювання вибуху або вибухів газового заряду здійснюють у режимі газової детонації за допомогою газодетонаційного пристрою, утворюючи під кригою після проведення вибуху або вибухів газовий прошарок.

2. Спосіб руйнування криги на водоймищі за п. 1, який **відрізняється** тим, що термітний або термітні заряди, які прикріплені до оболонки для газового заряду, змонтовані на поплавок або поплавках, та сполучені трубкою або трубками з газовим зарядом або зарядами.

3. Спосіб руйнування криги на водоймищі за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що термітний або термітні заряди, які змонтовані на поплавок або поплавках під кригою, підпалюються, наприклад за допомогою електрозапального пристрою, до вибуху газового заряду або зарядів.





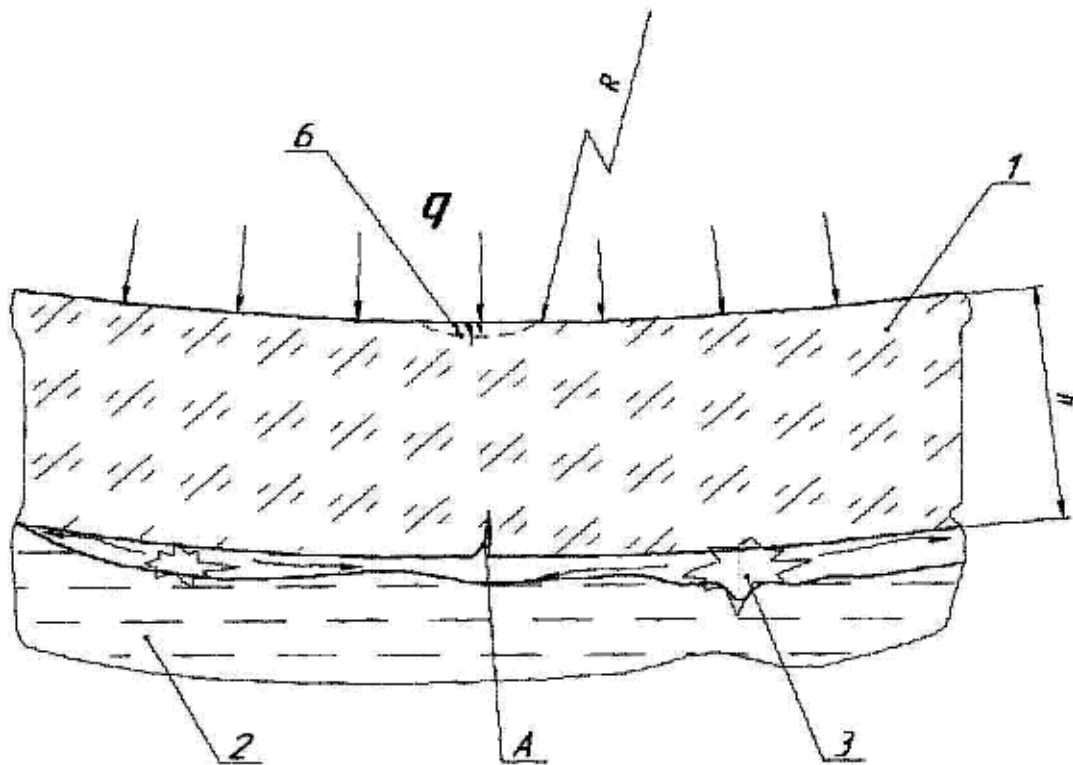


Fig.5

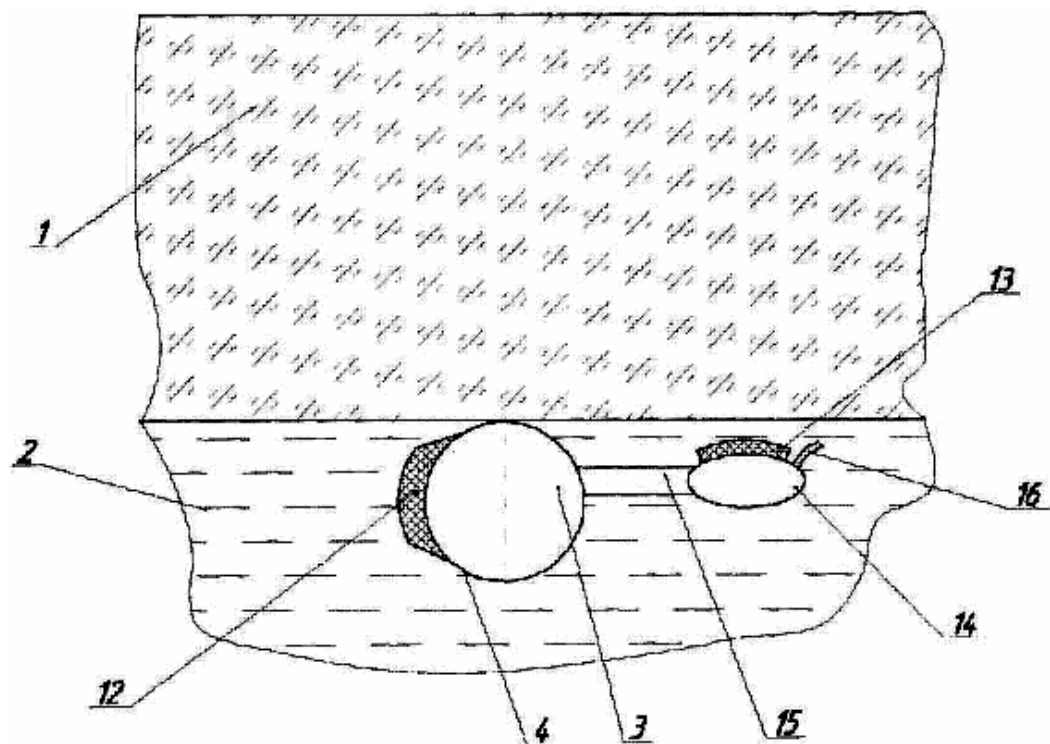


Fig.6

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601