



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37663 (13) U

(51) МПК (2006)

C02F 1/00

E02D 19/00

F04D 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИЛУЧЕННЯ РІДКИХ НАФТОПРОДУКТІВ З ПОВЕРХНІ ГРУНТОВИХ ВОД

1

2

(21) u200806375

(22) 13.05.2008

(24) 10.12.2008

(46) 10.12.2008, Бюл.№ 23, 2008 р.

(72) КАРАГОДІН ГРИГОРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,  
СОЛОДОВНИКОВ ЮРІЙ СЕРГІЙОВИЧ, UA, АЛЬО-  
ХІН ВІКТОР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, СОЛДАТЕНКО  
МИХАЙЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-  
ЛЬНІСТЮ "УКРАЇНСЬКИЙ МІЖРЕГІОНАЛЬНИЙ  
ЦЕНТР "ГІДРОТОН ЛТД", UA(57) 1. Спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з  
поверхні ґрунтових вод, відповідно до якого в ме-  
жах плями забруднення бурять щонайменше одну  
свердловину, установлюють у ній тимчасову обса-  
дну колону із труб великого діаметра, у порожнині  
якої розміщують водопідйомну секцію з водопід-  
йомним заглибним електронасосом і нафтопродукту-

ктопідйомну секцію із установленим з меншим за-  
глибленням нафтопідйомним заглибним  
електронасосом, після чого відкачують водопідйом-  
ним електронасосом воду до утворення на пове-  
рхні розділу фаз нафтопродукти-вода депресійної  
вирви й накопичення нафтопродуктів у ній, а потім  
нафтопідйомним електронасосом селективно ви-  
тягають їх, який **відрізняється** тим, що водопід-  
йомну й нафтопродуктопідйомну секції, виконані у  
вигляді автономних фільтрових колон, у нижній  
частині яких розміщені фільтри, обсипають улам-  
ковим фільтруючим матеріалом шляхом запов-  
нення порожнини тимчасової обсадної колони,  
після чого труби обсадної колони витягають зі  
свердловини.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як  
уламки фільтруючого матеріалу використовують  
гравій або щебінь.

Корисна модель, що заявляється, відноситься до екології й призначена для ліквідації техногенних скупчень нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод і запобігання скиданню нафтопродуктів у відкриті водойми й водозабірні горизонти, а також для мінімізації вмісту розчинених нафтопродуктів у зворотних водах систем інженерного захисту на території підприємств нафтопромислового комплексу.

Відомий спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод [див. авт.свід. СРСР №1657624, М.кл. E21B43/00, опубл. 23.06.1991]. Зазначений спосіб включає локалізацію забруднення шляхом створення в зоні забруднення вирв депресії, створюваних у шарі нафтопродукту на поверхні ґрунтових вод шляхом його відбору з нижнього рівня на межі розділу фаз: нафтопродукти-вода у кожній з видобувних свердловин, обладнаних забірним пристроєм, що представляє собою тонкостінний циліндр із днищем, що підвішується точно на межі розділу фаз.

Недоліками відомого технічного рішення є складність реалізації через необхідність викорис-

тання спеціального забірного пристрою й трудомісткості процесу настроювання для точного його розташування у видобувній свердловині. При недотриманні обґрунтованої розрахунком точності підвіски забірний пристрій або заповнюватиметься водою, що призводить до вторинного забруднення ґрунтових вод, або, при розташуванні забірного пристрою з певним допуском вище рівня розділу фаз, технічне рішення принципово непрацездатне для тонкошарових скупчень, товщина яких знаходиться в межах границь зазначеного допуску. Разом із тим, у відомому способі відсутня можливість автоматичного контролю динаміки зміни гідродинамічних умов накопичення води й рідких нафтопродуктів у свердловині й адаптивній реакції на зміни, що відбуваються, що приводить до зниження продуктивності відомого технічного рішення й зниженню ступеня очищення ґрунтових вод, що вилучають, від нафтопродуктів.

Відомий спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод [див. патент України №29967, М.кл. C02F1/00, опубл. 16.04.2001], що характеризується вилученням нафтопродуктів і

(13) U

(11) 37663

(19) UA

води з окремих свердловин. Відповідно до відомого способу в межах плями забруднення бурять, щонайменше, дві свердловини, у кожній з яких розміщують або водопідйомний, або нафтопідйомний заглибний електронасос, після чого відкачують водопідйомним електронасосом воду до утворення депресійної вирви й накопичення нафтопродуктів у вирві, а потім нафтопідйомним електронасосом вилучають їх. Виконання способу характеризується просторовим роз'єднанням точок відбору води й нафтопродуктів, що призводить до зниження вмісту розчинених нафтопродуктів у зворотних водах. Зазначена система інженерного захисту потребує буріння, як мінімум, двох свердловин, що пов'язано з додатковими капітальними витратами. Розміщення свердловин здійснюється за індивідуальними схемами, що потребує додаткових геодезичних вишукувань, тому використання відомої системи інженерного захисту доцільно на великих об'єктах при широкомасштабних забрудненнях.

Відомий спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод, прийнятий як прототип до корисної моделі, що заявляється [див. патент України №30715, М.кл. C02F1/00, опубл. 15.05.2001].

Відповідно до відомого способу за зазначеним патентом, у межах плями забруднення бурять, щонайменше, одну свердловину, встановлюють у ній тимчасову обсадну колону із труб великого діаметра, у порожнині якої розміщують водопідйомну секцію з водопідйомним заглибним електронасосом і нафтопродуктопідйомну секцію із установленим з меншим заглибленням нафтопідйомним заглибним електронасосом, після чого відкачують водопідйомним електронасосом воду до утворення на поверхні розділу фаз: нафтопродукти-вода депресійної вирви й накопичення нафтопродуктів у ній, а потім нафтопідйомним електронасосом селективно вилучають їх.

Селективне вилучення рідин забезпечується за рахунок автоматичного включення обох електронасосів у той період, коли водопідйомний електронасос знаходиться нижче поверхні рівня розділу фаз: нафтопродукти-вода, створюючи депресійну вирву, у якій накопичуються нафтопродукти, а нафтопідйомний електронасос знаходиться вище рівня розділу фаз.

Недоліком відомого способу є виникнення зони емульгування поблизу межі розділу фаз при включенні кожного з електронасосів. Диференціація рідин і зникнення зони емульгування відбуваються швидко, але при цьому за рахунок збовтування частина нафтопродуктів переходить у форму дійсного водяного розчину, що спричиняє необхідність додаткового очищення зворотних вод і, відповідно, знижує економічні показники процесу санації, підвищуючи енергоємність відомого способу.

Задачею корисної моделі є розробка способу вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод, що забезпечує високий ступінь очищення ґрунтових вод, які вилучають, від нафтопродуктів, за рахунок мінімізації вторинного

забруднення ґрунтових вод рідкими нафтопродуктами.

Рішення поставленої задачі забезпечується тим, що у відомому способі вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод, відповідно до якого в межах плями забруднення бурять, щонайменше, одну свердловину, встановлюють у ній тимчасову обсадну колону із труб великого діаметра, у порожнині якої розміщують водопідйомну секцію з водопідйомним заглибним електронасосом і нафтопродуктопідйомну секцію з установленою з меншим заглибленням нафтопідйомним заглибним електронасосом, після чого відкачують водопідйомним електронасосом воду до утворення на поверхні розділу фаз: нафтопродукти-вода депресійної вирви й накопичення нафтопродуктів у ній, а потім нафтопідйомним електронасосом селективно витягають їх, відповідно до корисної моделі, водопідйомну й нафтопродуктопідйомну секції, виконані у вигляді автономних фільтрових колон, у нижній частині яких розміщені фільтри, обсипають уламковим фільтруючим матеріалом шляхом заповнення порожнини тимчасової обсадної колони, після чого труби обсадної колони витягають зі свердловини. Заповнення свердловини уламковим фільтруючим матеріалом дозволяє запобігти виникненню зони емульгування поблизу межі розділу фаз при включенні кожного з електронасосів і одержати технічний результат, який полягає у досягненні високого ступеня очищення ґрунтових вод, що вилучають, від нафтопродуктів.

У окремому варіанті реалізації заявленого способу в якості уламкового фільтруючого матеріалу використовують гравій або щебінь.

Розв'язувана корисною моделлю, що заявляється, проблема пов'язана з особливостями експлуатації малодебітних свердловин для вилучення рідких нафтопродуктів, продуктивність яких мала й повинна бути узгоджена із продуктивністю насосного обладнання при екологічному очищенні забруднених територій. Тому відкачку нафтопродуктів з таких свердловин доводиться періодично припиняти з метою необхідного їх накопичення в свердловині за рахунок притоку пластової рідини, у тому числі води, що надходить до свердловини. У зв'язку із цим виникає потреба в узгодженні взаємного розміщення заглибних електронасосів і фільтрів водопідйомної й нафтопродуктопідйомної секцій, розташованих у свердловині, що забезпечує селективне вилучення води й нафтопродуктів з досягненням ефекту демпфірування перемішування. При цьому, у результаті рознесення по висоті фільтрів водопідйомної й нафтопродуктопідйомної секцій і, відповідно, водопідйомного й нафтопідйомного заглибних електронасосів, а також заповнення свердловини фільтруючим обсипанням, забезпечується зниження гідродинамічних впливів на межі розділу фаз: нафтопродукти-вода, що перешкоджає перемішуванню нафтопродуктів з водою й переходу рідких нафтопродуктів у стан ширших розчинів.

На Фіг.1 зображена система інженерного захисту, призначена для здійснення заявленого способу вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод.

Спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод, відповідно до заявленої корисної моделі, здійснювали в такий спосіб.

У межах плями забруднення бурили свердловину, потім установлювали в ній тимчасову обсадну колону 1 із труб, у порожнині якої розміщали водопідйомну секцію 2 і нафтопродуктопідйомну секцію 3, виконані у вигляді автономних фільтрових колон і обладнані водопідйомним заглибним електронасосом 4 і встановленим з меншим заглибленням нафтопідйомним заглибним електронасосом 5, відповідно. Водопідйомна секція 2 оснащена фільтром 6, при цьому голову 7 фільтра 6 розміщали на глибині, що відповідає рівню розділу фаз: нафтопродукти-вода. Нафтопродуктопідйомна секція 3 оснащена фільтром 8, башмак 9 якого розміщали вище зазначеного рівня. Потім порожнину тимчасової обсадної колони 1 засипали уламковим фільтруючим матеріалом, зокрема гравієм або щебенем, після чого труби обсадної колони 1 витягали зі свердловини. Потім відкачували водопідйомним електронасосом 4 воду до утворення депресійної вирви, накопичували нафтопродукти у воронці, а потім нафтопідйомним електронасосом 5 селективне витягали їх. Наявність уламкового фільтруючого матеріалу в свердловині, а також рознесення фільтрів 6 і 8 по висоті дозволило запобігти виникненню зони емульгування поблизу межі розділу фаз при включенні кожного з електронасосів 4, 5 і забезпечити високий ступінь очищення ґрунтових вод, що вилучають, від нафтопродуктів.

Водопідйомна секція 2 виконана у вигляді фільтрової колони, у нижній частині якої встановлений фільтр 6, голова 7 якого розміщена на рівні розділу фаз: нафтопродукти-вода. При цьому величину заглиблення голови 7 фільтра 6 щодо поверхні землі визначали за наступною залежністю:

$$h_b > H_b + m_{\text{емв}} \quad (1)$$

де

$h_b$  - величина заглиблення голови 7 фільтра 6 водопідйомної секції 2, м;

$H_b$  - розрахункове положення рівня розділу фаз, м;

$m_{\text{емв}}$  - потужність зони емульгування у водопідйомній секції при одночасній роботі водопідйомного й нафтопідйомного електронасосів у свердловині, м.

Нафтопродуктопідйомна секція 3 виконана у вигляді фільтрової колони, у нижній частині якої змонтований фільтр 8. Фільтр 8 розміщений вище рівня розділу фаз, при цьому величину заглиблення башмака 9 щодо поверхні землі визначають за наступною залежністю:

$$H_{\text{нп}} + m_{\text{нп}} y_{\text{нп}} / y_b < h_{\text{нп}} < H_{\text{нп}} + m_{\text{нп}} y_{\text{нп}} / y_b + m_{\text{емн}} \quad (2)$$

де

$h_{\text{нп}}$  - величина заглиблення башмака 9 фільтра 8, м;

$H_{\text{нп}}$  - розрахункова глибина залягання поверхні шару нафтопродуктів, м;

$m_{\text{нп}}$  - потужність шару нафтопродуктів, м;

$y_{\text{нп}}$  - щільність нафтопродуктів, т/м<sup>3</sup>;

$y_b$  - щільність води, т/м<sup>3</sup>;

$m_{\text{емн}}$  - потужність зони емульгування в нафтопродуктопідйомній секції при одночасній роботі

водопідйомного й нафтопідйомного електронасосів у свердловині, м.

Для здійснення заявленого способу виконували наступну технологічну підготовку.

Спочатку визначали величину  $H_b$  - розрахункове положення рівня розділу фаз:

нафтопродукти-вода щодо поверхні землі. Цю величину визначали за даними гідрологічних вишукувань.

Потім розраховували величину  $m_{\text{емв}}$  - потужність зони емульгування у водопідйомній секції при одночасній роботі водопідйомного й нафтопідйомного електронасосів у свердловині. За отриманими даними, на підставі залежності (1) визначали показник  $h_b$  - величину заглиблення голови 7 фільтра 6 водопідйомної секції 2.

Потім, за даними вишукувань, визначали  $H_{\text{нп}}$  - розрахункову глибину залягання поверхні шару нафтопродуктів.

Розраховували величину  $m_{\text{нп}}$  - потужність шару нафтопродуктів, а також визначали  $y_{\text{нп}}$  - щільність нафтопродуктів і  $y_b$  - щільність води.

Потім розраховували величину  $m_{\text{емн}}$  - потужність зони емульгування в нафтопродуктопідйомній секції при одночасній роботі водопідйомного й нафтопідйомного електронасосів у свердловині.

За отриманими даними, на підставі залежності (2), визначали  $h_{\text{нп}}$  - величину заглиблення башмака 9 фільтра 8.

Відповідно до вибраних показників, здійснювалася монтаж системи інженерного захисту, для чого водопідйомна секція 2 і нафтопродуктопідйомна секція 3 встановлювалися в тимчасовій обсадній колоні 1 з урахуванням обраної висоти розміщення фільтрів 6 і 8. Потім свердловина заповнювалася уламковим фільтруючим матеріалом, після чого труби обсадної колони 1 витягали зі свердловини.

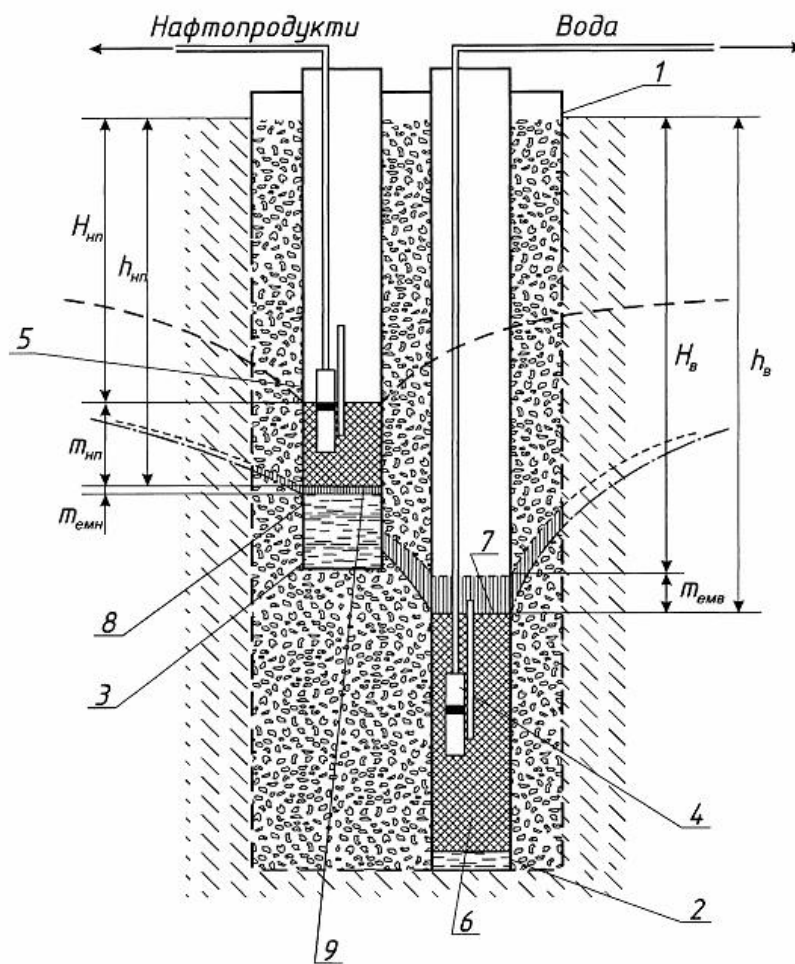
При роботі системи інженерного захисту оцінювали дебіт нафтопродуктів і води в свердловині й, шляхом зміни співвідношення зазначених дебітів, установлювали глибину придушення дзеркала води такою, щоб забезпечити безперервну роботу електронасоса 4 у робочому циклі.

За умови, що величина зниження не перевищує 20% товщини водоносного горизонту, при постійному дебіті відкачки води, у свердловині встановлювали постійний динамічний рівень і формували депресійну вирву, у результаті чого відбувалося активне залучення в свердловину води разом з рідкими нафтопродуктами.

При накопиченні шару нафтопродуктів певної потужності за допомогою системи керування (на кресленні не показана) вироблявся сигнал на включення заглибного нафтопідйомного електронасоса 5 для вилучення нафтопродуктів. У процесі роботи електронасоса 5 товщина шару нафтопродуктів у свердловині зменшувалася. При зменшенні товщини шару нафтопродуктів активізується приплив води в свердловину, у результаті чого відбувається підйом рівня розділу фаз, що приводить до виробітку сигналу на відключення електронасоса 5. Після відключення нафтопідйомного електронасоса 5 приток нафтопродуктів і накопичення їх у свердловині триває, й цикл відновлюється.

Пропонована корисна модель дозволяє з меншими витратами матеріальних і трудових ресурсів видаляти скупчення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод. При цьому, у результаті рознесення по висоті водопідйомного й нафтопідйомного заглибних електронасосів відповідно до залежностей (1), (2), забезпечується селективне

вилучення води й нафтопродуктів з досягненням ефекту демпфірування перемішування, за рахунок зниження гідродинамічних впливів на межі розділу фаз: нафтопродукти-вода, що перешкоджає перемішуванню нафтопродуктів з водою й дозволяє забезпечити високий ступінь очищення води, що добувається, від нафтопродуктів.



Фіг.