

Галузь техніки, якої стосується винахід

Винахід стосується способу утворення піни із рідинної фази й газової фази, способу приведення піни у циркуляцію в устаткованні й способу очищення устаткування шляхом приведення піни у циркуляцію.

Винахід стосується також пристрою для утворення піни і пристрою для утворення й приведення у циркуляцію піни в устаткованні.

Спосіб за даним винаходом може застосовуватися, наприклад, в процесах очищення і/або знезаражування устаткувань за допомогою піни. На практиці процеси очищення і/або знезаражування в рідинній фазі устаткувань великого об'єму і до того ж, наприклад, зі складною внутрішньою геометрією пов'язані з утворенням значних об'ємів рідких відходів. Використання піни, що містить численні реактиви для очищення і/або знезаражування, дозволяє суттєво зменшити об'єми утворюваних відходів. Очищення і/або знезаражування того чи іншого устаткування здійснюється шляхом введення піни усередину устаткування й, інколи, приведенням піни у циркуляцію в ньому.

Спосіб за даним винаходом є особливо ефективним при очищенні і/або знезаражуванні устаткувань, що працюють в умовах розрідження, таких, наприклад, як мережі пневматичного транспортування призначених до аналізу зразків, вентиляційні системи або трубопроводи, що зазнають радіоактивного забруднення.

Відомий рівень техніки

Піну утворюють, головним чином, шляхом механічного перемішування рідини, раптового зниження тиску газу, розчинного в рідині, або інжекції газу і рідини під тиском у вхідну частину статичного пористого середовища.

В патентній заявці EP-A-0526305 вперше описано спосіб приготування піни, який полягає у тому, що газ під тиском перепускають крізь спечену пластину при наявності розчину, де розчин і газ є підходящими для того, щоб утворювати піну.

У цьому документі описано також спосіб очищення устаткування, в якому піну проштовхують всередину устаткування під тиском газу, що використовується для утворення цієї піни. Витрату газу і рідини встановлюють такими, щоб утворювати піну на вході устаткування, що піддається очищенню, незалежно від характеристик останнього. Спосіб приготування піни й очищення устаткування, описаний у цьому документі, не відповідає умовам очищення чутливих устаткувань і, зокрема, устаткувань, для яких забороняється тиск вище атмосферного.

В заявці DE-A-1781104 описаний спосіб утворення піни з використанням пористого заповнення шляхом інжекції газу і рідини під тиском у вхідну частину статичного пористого заповнення. В зазначеній заявці також описується пристрій для здійснення цього способу, який містить корпус з принаймні одним вхідним отвором і принаймні з одним вихідним отвором; пористе заповнення, яке розміщене між вхідним і вихідним отворами корпусу та засоби для введення в корпус під тиском рідинної фази й газової фази крізь згаданий вхідний отвір.

Таким чином, існує потреба в системі утворення і приведення у циркуляцію піни, що працює під тиском не вище атмосферного.

Сутність винаходу

Метою даного винаходу є спосіб утворення піни із рідинної фази й газової фази, який би дозволяв утворювати однорідну піну, в котрій було б мало або не було зовсім повітряних мішків.

Спосіб за даним винаходом відрізняється тим, що він включає у себе стадію утворення піни шляхом усмоктування рідинної фази й газової фази крізь пористе внутрішнє заповнення.

Сутність нового способу полягає в тому, щоб рідинна й газова фази більше не інjektувались під тиском у пористе внутрішнє заповнення, як раніше, а усмоктувались крізь пори або проміжки заповнення, за рахунок того, що нижче нього за потоком встановлювалось постійне розрідження.

Газова фаза й рідинна фаза тут усмоктовуються одночасно крізь вищезгадане заповнення під дією цього розрідження. Пористе заповнення при цьому діє як контактний фільтр між газовою та рідинною фазами.

Перемішування газової й рідинної фаз здійснюється в пористому заповненні, в якому, таким чином, утворюються поверхні поділу, а отже й піна. Енергія, потрібна для цього перемішування й утворення поверхонь поділу, постачається потоком рідинної й газової фаз в заповненні під дією розрідження.

Для отримання піни постійної якості на виході пористого заповнення потрібно контролювати різноманітні змінні параметри даного способу утворення піни. Цими параметрами є такі: хімічний склад рідинної фази, яка зветься також піноутворювальним розчином; витрата рідинної фази, що входить у контакт з пористим заповненням; витрата газової фази, що приводиться в рух усмоктуванням; геометрія пористого заповнення, поміщеного в корпус, і геометрія цього корпусу.

Хімічний склад піноутворювального розчину вибирається залежно від того, до чого призначається утворювана піна. Це може бути піна, наприклад, для очищення і/або для знезаражування устаткувань, і/або знежирювання, піна для промивання, піна для обробки плівки з різноманітними властивостями, наприклад, поверхнево-активними або бактерицидними.

Якість піни може бути визначена, наприклад, через її довговічність, вміст вологи або збільшення об'єму. Довговічність піни може бути визначена як час, необхідний для повного перетворення даного її об'єму на рідину й газ. Вміст вологи в піні може визначатися як відношення об'єму рідинної фази до об'єму піни. Збільшення F об'єму піни визначається при нормальних температурі й тиску таким відношенням: $V + V_v$

$$F = \frac{V_{\text{gaz}} + V_{\text{liquide}}}{V_{\text{liquide}}} = \frac{V_{\text{mousse}}}{V_{\text{liquide}}}$$

де:

- F: збільшення об'єму в відповідних одиницях;

- V_{gaz} : об'єм газової фази в піні;

- V_{liquide} : об'єм рідинної фази в піні;

- V_{mousse} : об'єм піни.

Піна постійної якості буде мати й постійне збільшення об'єму. У загальному випадку піна, приготована у

відомий спосіб, характеризується збільшенням об'єму порядку 10-15. Збільшення об'єму дає уяву також про порядок величини зменшення об'єму потоків рідких відходів, що утворюються, наприклад, коли використовуються для очищення устаткування.

Збільшення об'єму дозволяє також оцінити кількість повітряних мішків, наявних в піні, і, таким чином, оцінити якість піни.

Якщо піна призначена для очищення і/або знезаражування, і/або знежирювання у спосіб, запропонований даним винаходом, рідинна фаза її може містити, окрім того, такі компоненти: принаймні один поверхнево-активний піноутворювальний агент, який зазвичай використовується для утворення піни; принаймні один агент стабілізації або дестабілізації піни, який би дозволяв змінювати довговічність піни і вміст в ній вологи; і/або принаймні один агент очищення; і/або принаймні один агент знезаражування; і/або принаймні один агент знежирювання устаткування.

Якщо піна призначається для промивання устаткування, то її рідинною фазою може бути водний розчин принаймні одного поверхнево-активного агента і принаймні агента дестабілізації піни.

В складі піни, яка може використовуватися для здійснення способу за даним винаходом, компоненти рідинної фази і, зокрема, агент дестабілізації піни, та їхні кількості вибирають так, щоб довговічність піни складала від 15 до 30 хвилин, а вміст в ній вологи - від 2 до 20%.

В патентній заявці EP-A-0526305 описано приклади рідинних фаз, підходящих для застосування у способі за даним винаходом.

Агентом дестабілізації піни може бути органічна сполука, яка дестабілізує піну, впливаючи на динамічний поверхневий натяг, такий, наприклад, як спирт з температурою кипіння, трохи вищою, ніж у води, наприклад, в межах 110-130°C. Кращим тут є вторинний спирт із C₅ або C₆, такий, як пентанол-2.

У загальному випадку кількість агентів дестабілізації складає від 0,2 до 1% (мас.) від кількості рідинної фази.

В рідинній фазі піни знезаражувальний реактив може складатися із реактивів, які зазвичай використовуються при знезаражувальній обробці у мокрий спосіб. У тому випадку, коли об'єкти, що піддаються очищенню, є металевими, використовують, зокрема, реактиви на базі неорганічних чи органічних кислот або основ. У якості кислотних реактивів при цьому застосовуються соляна кислота, азотна кислота, сірчана кислота і фосфорна кислота як поодиночі, так і в комбінаціях між собою. Можна застосовувати також органічні реактиви, такі, як лимонна і щавлева кислоти.

Серед застосовуваних тут основних реактивів можна назвати NaOH, KOH, та їхні суміші, до яких можна додати, наприклад, оксиданти, такі, як H₂O₂ або іон перманганату.

Кислотні реактиви можуть використовуватися в рідинній фазі в концентраціях, наприклад, до 10 моль, л⁻¹, а основні реактиви - у концентраціях, наприклад, до 5 моль, л⁻¹.

При використанні кислотного реактиву, наприклад, H₂SO₄ у концентрації вище 3 моль, л⁻¹ у рідинну фазу бажано добавляти сполуку, що підвищує в'язкість, таку, як поліетиленгліколь, наприклад, поліетиленгліколь із середньою молекулярною масою 6000. Дійсно, сірчана кислота прискорює процес прямої декантації рідинної фази крізь поверхню поділу між бульбочками газу в піні, але прискорення це може гальмуватися сполукою, що підвищує в'язкість.

У загальному випадку концентрація сполуки, що підвищує в'язкість, у рідинній фазі не перевищує 1% (мас.).

Рідинна фаза піни містить також принаймні один поверхнево-активний агент, що сприяє утворенню піни; при цьому краще застосовувати два поверхнево-активних агенти, одним з яких є бетаїн і, зокрема, сульфобетаїн, а другим - алкіловий ефір олігосахариду.

Такий об'єднаний поверхнево-активний агент має ту перевагу, що він зберігає свої поверхнево-активні властивості незалежно від pH середовища і є прийнятним для застосування як у нейтральному середовищі, наприклад, для промивання устаткування, так і в кислому або основному середовищі, тобто зі знезаражувальними кислотними або основними реактивами.

У загальному випадку концентрація бетаїну складає від 0,2 до 0,5% (мас.), а концентрація алкілового ефіру олігосахариду - від 0,3 до 1% (мас.).

Можна застосовувати, наприклад, сульфобетаїн, що випускається у продаж фірмою SEPPIC під комерційною назвою AMONYL (зареєстрований товарний знак).

У якості прикладу алкілового ефіру олігосахариду, що може використовуватися як другий поверхнево-активний агент, можна назвати продукт фірми SEPPIC, відомий під комерційною назвою ORAMIX CG110 (зареєстрований товарний знак) і продукт фірми ROHM et MASS під комерційною назвою TRITON CG60 (зареєстрований товарний знак).

Як було показано вище, кількість поверхнево-активних агентів і/або агентів стабілізації чи дестабілізації вибирають залежно від бажаної довговічності піни. Якщо піна призначається для очищення і/або знезаражування устаткування, то вміст реактивів для знезаражування і/або очищення вибирають залежно від природи оброблюваних об'єктів, а також від типу і бажаного ступеня знезаражування і/або очищення.

Наприклад, рідинна фаза піни, призначеної для промивання у спосіб за даним винаходом, може являти собою водний розчин такого складу:

- від 0,2 до 0,5% (мас.) бетаїну;
- від 0,3 до 1% (мас.) алкілового ефіру олігосахариду; і, якщо потрібно,
- від 0,2 до 1% (мас.) агента дестабілізації.

У якості іншого прикладу можна навести рідинну фазу піни для знезаражування у запропонований даним винаходом спосіб, яка являє собою водний розчин такого складу:

- від 3 до 6 моль, л⁻¹ сірчаної кислоти;
- від 0,1 до 1% (мас.) сполуки, що підвищує в'язкість;
- від 0,2 до 0,5% (мас.) бетаїну;
- від 0,3 до 1% (мас.) алкілового ефіру олігосахариду; і, якщо потрібно,

- від 0,2 до 1% (мас.) агента дестабілізації.

Ще одним прикладом може служити рідинна фаза піни для знежирювання у спосіб за даним винаходом, яка являє собою водний розчин такого складу:

- від 3 до 5 моль, л⁻¹ NaOH;
- від 0,1 до 1% (мас.) сполуки, що підвищує в'язкість;
- від 0,2 до 0,5% (мас.) бетаїну;
- від 0,3 до 1% (мас.) алкілового ефіру олігосахариду; і, якщо потрібно,
- від 0,2 до 1% (мас.) агента дестабілізації.

Іншим змінним параметром, що впливає на якість піни, утворюваної у запропонований спосіб, є витрата рідинної фази, що входить у контакт із пористим заповненням. Ця витрата може встановлюватися за допомогою дозувального насоса. Залежно від бажаної якості піни витрата рідинної фази регулюється відповідно до витрати газової фази й усмоктування рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення. Витрата рідинної фази повинна також враховувати характеристики пористого заповнення і, зокрема, розмір його пор.

Якість піни може також залежати від того, яким чином рідина входить у контакт із пористим заповненням. Дійсно, сприянням утворенню грубої піни, починаючи від уведення в контакт із пористим заповненням, поліпшують якість цієї піни. Таким чином, має місце вплив способу зрошування рідиною поверхні пористого заповнення, завдяки чому можна, крім того, досягти більш-менш однорідного розподілу цієї рідини. Уведення рідинної фази у контакт із пористим заповненням може здійснюватися, наприклад, за допомогою зрошувальної насадки або уведенням решітки між входом рідинної фази в корпус і пористим заповненням, тобто над пористим заповненням.

Ще одним змінним параметром, що впливає на якість утворюваної піни, є розрідження нижче за потоком від пористого заповнення, причому під дією цього розрідження здійснюється усмоктування рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення. Крім того, функцією цього розрідження над пористим заповненням є витрата піни. На практиці ступінь розрідження встановлюють з урахуванням втрати тиску у пористому заповненні. У зв'язку з цим, можна контролювати витрату піни на виході пористого заповнення за допомогою витратоміра, і величину цієї витрати можна приводити у відповідність за допомогою пристрою для регулювання розрідження.

Іншим змінним параметром, що впливає на якість піни, утворюваної у запропонований спосіб, є також природа пористого заповнення, що використовується в цьому способі. Таким заповненням може бути будь-яке середовище, що забезпечує прохід для перетікання рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення для їхнього перемішування. Краще, якщо отвори пор розподілені по об'єму такого заповнення рівномірно і мають невеликі розміри, наприклад, від 100 мікрон до кількох міліметрів, з тим, щоб сприяти перемішуванню газової й рідинної фаз і запобігти утворенню повітряних мішків у піні. При цьому занадто малі пори можуть викликати значні втрати тиску.

Наприклад, пористе заповнення може бути утворене накладеними одна на одну металевими решітками, синтетичною трикотажною тканиною FORAFLOX (зареєстрований товарний знак), піском, діатомітами або перлітами, твердотілими каліброваними кульками або будь-яким іншим матеріалом з проміжками, підходящими для піноутворення.

Краще, якщо у способі за даним винаходом використовуються калібровані кульки, наприклад, зі скла. Дійсно, втрату тиску у пористому середовищі можна, таким чином, точно і з великою повторюваністю контролювати товщиною шару кульок і діаметром кульок. Якщо цей шар утворений каліброваними скляними кульками, то можна у першому наближенні виходити з двох класичних співвідношень, прийнятих для нестисних, однорідних ньютонівських рідин.

З одного боку це співвідношення Дарсі (DARCY):

$$U = \frac{\Delta P}{\mu z},$$

яке об'єднує витрату U рідинної фази або швидкість руху рідинної фази (м/с), в'язкість μ рідинної фази (Па·с), товщину z пористого заповнення (м), крізь який проходить рідинна і газова фази, і різницю ΔP (Па) величин тиску P_1 вище за потоком від пористого заповнення і P_2 нижче за потоком від пористого заповнення, тобто $\Delta P = P_1 - P_2$, де $P_1 > P_2$.

Коефіцієнт B , виражений в м², зветься проникністю. Цей коефіцієнт є характеристикою пористого середовища і залежить від його геометрії.

З іншого боку модель Козені-Кармана (KOZENY-CARMAN) дозволяє обчислити проникність B пористого середовища, що складається із каліброваних сфер. Математичний вираз цієї моделі тут докладно не розглядається. Нагадаємо лише про те, що для ньютонівської нестисненої рідини він віддзеркалює обернено пропорційну залежність проникності від квадрата діаметра сфер, що утворюють шар наповнювача.

Наприклад, для витрати рідинної фази до 100 л/год., краще, якщо від 5 до 50 л/год., що проходить крізь пористе заповнення завтовшки 0,08 м, який складається зі скляних кульок діаметром 1,6 мм, розрідження нижче за потоком від пористого заповнення може становити від 5 до 80 10³ Па і краще - від 30 до 60 10³ Па.

До змінних параметрів, що впливають на якість утворюваної піни, належить також форма корпусу, в якому розміщене пористе заповнення. Наприклад, для збагачення суміші газом можна вдаватися до збільшення поверхні вільного перерізу цього корпусу при постійній товщині заповнення, постійній витраті рідинної фази і постійному розрідженню. Корпус можна також закрити накривкою принаймні з одним отвором, який би дозволяв вводити газ, що використовується для утворення піни. Він може бути залишений і відкритим у тому випадку, коли у якості робочого газу використовується навколишнє повітря. Витрата піни на виході пористого заповнення є, таким чином, функцією також геометрії корпусу.

Спосіб за даним винаходом дозволяє утворювати піну зі збільшенням об'єму від 5 до 40.

Згідно з даним винаходом газовою фазою для здійснення запропонованого способу може бути повітря, азот, кисень, нейтральний газ, такий, як аргон або гелій, які можуть використовуватися поодиночі або у комбінації між собою.

Винахід стосується також способу приведення у циркуляцію піни в устаткованні, в якому піну утворюють

усмоктуванням відповідних рідинної фази й газової фази крізь пористе заповнення на рівні першого кінця устатковання таким чином, щоб утворювана піна проходила в це устаткування і циркулювала крізь нього до другого його кінця, де усмоктування здійснюють, створюючи розрідження в цьому устаткуванні, починаючи від згаданого другого кінця.

Згідно з даним способом, розрідження, створене у устаткуванні від другого його кінця, лежить в основі усмоктування рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення і далі приведення у циркуляцію піни в устаткуванні.

Згідно з винаходом цей спосіб приведення у циркуляцію піни в устаткуванні може застосовуватися в процесах очищення устаткувань очищувальною піною. Рідинна фаза у цьому разі містить численні очищувальні агенти.

Якщо очищення включає у себе також знежирювання, то рідинна фаза може, крім того, містити знежирювальний агент.

Згідно з даним винаходом очищувальна піна може бути, крім того, знезаражувальною піною і містити при цьому один або множини знезаражувальних агентів.

Такими знезаражувальними агентами можуть бути, наприклад, агенти знезаражування від радіації або бактерій, залежно від об'єкту очищення.

При цьому застосовуються такі самі очищувальні і знезаражувальні агенти, що й загальноприйняті в таких процесах.

Згідно з першим шляхом здійснення способу за даним винаходом піну можна поміщувати до приймального резервуара з другого кінця корпусу і у природний, хімічний і/або механічний спосіб дестабілізувати. Природна дестабілізація здійснюється при використанні піни з обмеженою довговічністю, хімічна дестабілізація - додаванням в піну, тобто в її приймальний резервуар, вищезгаданого агента дестабілізації, а механічна дестабілізація може бути виконана, наприклад, за допомогою ультразвукового генератора, центрифуги або лопаткової турбіни.

Згідно з другим шляхом здійснення способу приведення піни у циркуляцію в устаткуванні запропонований спосіб може включати у себе, крім того, стадії, які полягають у тому, що піну збирають з другого кінця устаткування, зібрану піну дестабілізують таким чином, щоб отримати з неї рідину, і принаймні частину цієї рідини використовують у якості рідинної фази для утворення піни, що приводиться у циркуляцію в даному устаткуванні.

Цей шлях здійснення запропонованого способу може бути названий також рециркуляційним.

Згідно з кращим варіантом вищеописаного другого шляху здійснення винаходу рідина перед тим, як її використовувати в якості рідинної фази для утворення піни, може бути очищена. Метою такого очищення може бути, наприклад, видалення з неї відходів, що утворилися внаслідок циркуляції піни в підданому очищенню устаткуванні. Таке очищення може здійснюватись, наприклад, за допомогою відповідних фільтрів.

Винахід стосується також пристрою для утворення піни, що використовується у способі за даним винаходом. Цей пристрій містить:

- корпус, який має принаймні один вхідний отвір і принаймні один вихідний отвір;
- пористе заповнення, розміщене між вхідним і вихідним отворами корпусу;
- засоби введення в корпус рідинної фази і газової фази крізь принаймні один вхідний отвір;
- засоби усмоктування рідинної фази і газової фази крізь пористе заповнення, причому утворювана піна виводиться із корпусу цими засобами усмоктування крізь вищезгаданий принаймні один вихідний отвір.

Корпус може мати будь-яку форму, наприклад круглу, і бути виконаним із матеріалу, що відповідає застосуванню пористому заповненню, рідинній фазі і газовій фазі, а також розрідженню, прикладеному для утворення піни. Краще, якщо корпус є герметично закритим.

Якщо газом, що використовується, є навколишнє повітря, то корпус може вільно сполучатися з навколишньою атмосферою. Підходяще для застосування пористе заповнення описане вище.

Засоби введення рідинної фази в корпус крізь вхідний отвір можуть містити, наприклад, відповідний дозувальний насос, обладнаний у засіб вимірювання витрати цієї рідинної фази, наприклад, витратомір. Цей насос може бути сполучений з баком для приготування і зберігання рідинної фази.

Для однорідного розподілу рідинної фази по пористому заповненню можна застосовувати зрошувальну насадку або решітку, і краще, якщо зрошувальну насадку. Ця насадка або решітка, забезпечуючи добрий розподіл рідини, дозволяє від самого входу рідинної фази на пористе заповнення сприяти утворенню грубої піни над цим заповненням, поліпшуючи тим самим якість утворюваної піни.

Засоби, що дозволяють вводити в корпус газову фазу, можуть містити засоби регулювання тиску введення газу в цей корпус і, у разі необхідності, резервуар цього газу.

Якщо у якості газової фази використовується навколишнє повітря, то при усмоктуванні рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення усмоктується це навколишнє повітря. У зв'язку з цим, в корпусі, вище за потоком від пористого заповнення, може бути передбачений принаймні один вхідний отвір атмосферного повітря, у разі необхідності обладнаний у витратомір.

Засобом усмоктування рідинної фази і газової фази крізь пористе заповнення, тобто засобом створення розрідження може бути, наприклад, вакуумний насос, у разі необхідності обладнаний уловлювачем конденсату і такий, що дозволяє здійснювати відведення утворюваної піни із корпусу.

Запропонований пристрій може бути обладнаний затвором або електрозатвором, який би дозволяв встановлювати і регулювати розрідження вище за потоком від заповнення в корпусі. Пристрій за даним винаходом може бути також обладнаний засобами вимірювання розрідження в цьому корпусі.

Винахід стосується також пристрою приведення у циркуляцію піни в устаткуванні, такому, що має перший кінець і другий кінець, де перший і другий кінці обмежують принаймні частину устаткування, в котрій піна повинна приводитись у циркуляцію; причому цей пристрій містить:

- пристрій для утворення піни, такий, як описано вище, і
- герметичні засоби сполучення між вищезгаданим, принаймні одним вихідним отвором корпусу і першим

кінцем устаткування,

причому засоби усмоктування рідинної фази і газової фази крізь пористе заповнення розміщені на рівні другого кінця устаткування так, щоб створювати розрідження в згаданій вище частині устаткування, в котрій піна повинна приводитись у циркуляцію.

Даний пристрій приведення піни у циркуляцію в устаткованні є особливо підходящим для очищення і/або знезаражування цього устаткування.

Корпус, заповнення, засоби введення в корпус рідинної фази і засоби введення в корпус газової фази можуть бути такими, як описано вище. Герметичними засобами сполучення можуть бути, наприклад, герметичні з'єднувачі, розраховані на те, щоб бути спроможними протистояти хімічному складу утворюваної піни і розрідженню, потрібному для утворення цієї піни шляхом усмоктування рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення.

Засоби усмоктування рідинної й газової фаз крізь пористе заповнення і створення розрідження в тій частині устаткування, в котрій повинна циркулювати піна, можуть бути такими, як описано вище, і містити, крім того, уловлювач конденсату. Даний пристрій може також містити описані вище засоби регулювання й вимірювання.

Запропонований пристрій для утворення піни і приведення піни у циркуляцію в устаткованні може також містити витратомір піни, розміщений нижче за потоком від пористого заповнення так, щоб мати можливість вимірювати кількість утворюваної піни і регулювати розрідження в устаткованні і витрату на вході газової й рідинної фаз в корпус.

Цей пристрій може містити також резервуар для приймання піни, розміщений на рівні другого кінця устаткування. Він може також містити давач тиску, зливний або рекуперативний затвори рідинної фази, утвореної внаслідок дестабілізації даної піни.

Згідно з даним винаходом цей пристрій може містити, крім того, засоби повернення рідкого продукту дестабілізації піни до бака приймання піни і засоби для помпування цієї рідини до засобів введення рідинної фази в корпус пристрою для утворення піни.

Цей пристрій може також містити розділові затвори, систему помпування рідини із резервуара приймання піни до бака приготування і зберігання рідинної фази, що використовується для утворення піни. Ця рідина потім може бути передана засобами введення рідинної фази до корпусу з пористим заповненням, наприклад, за допомогою дозувального насоса із бака приготування і зберігання рідинної фази.

Таким чином, згідно з винаходом даний пристрій може працювати в режимі простого перепускання або в режимі повторного використання.

Якщо запропонований пристрій працює в режимі простого перепускання, то піна приймається і зберігається у приймальному резервуарі, який може містити засоби дестабілізації піни з метою прискорити її повернення у рідинну форму. Дестабілізація може відбуватися природним шляхом або прискорюватися, наприклад, за допомогою механічного пристрою, такого, як описано вище, і/або хімічним шляхом за допомогою добавки, наприклад, агента дестабілізації, такого, як спирт. Спорожнення резервуара можна здійснювати за допомогою затвора безперервно або періодично.

В режимі повторного використання, який зветься також режимом рециркуляції, рідина, що утворилась внаслідок природної або прискореної дестабілізації піни, після першого перепускання в устаткування, що піддається, наприклад, знезаражуванню і/або очищенню, періодично або безперервно повертається до приймального резервуара за допомогою рекуперативного насоса або рециркуляційного насоса і повторно вводиться у бак приготування і зберігання рідинної фази, сполучений з дозувальним насосом рідинної фази.

Згідно з даним винаходом режим рециркуляції є при цьому особливо прийнятним для промислового застосування запропонованої системи знезаражування.

Згідно з даним винаходом при використанні режиму рециркуляції може бути застосований засіб очищення поверненої для повторного використання рідини, розміщений нижче за потоком від резервуара приймання піни і вище за потоком від засобів введення рідинної фази в корпус пристрою для утворення піни, наприклад, бака для приготування і зберігання рідинної фази.

Подальші переваги й особливості даного винаходу буде роз'яснено у наданому нижче виключно з метою ілюстрації й такому, що не передбачає жодних обмежень, докладному його описі з посиланням на додані рисунки.

Скорочений опис рисунків

Фіг.1: вид у поперечному перерізі пристрою для утворення піни в одному з варіантів здійснення даного винаходу.

Фіг.2: схема, що ілюструє один з варіантів здійснення пристрою очищення устаткування шляхом приведення у циркуляцію піни при використанні пристрою для утворення піни, схематично зображеного на Фіг.1.

Фіг.3: графік, що ілюструє вплив товщини шару кульок пористого заповнення на швидкість циркуляції піни на виході запропонованого піноутворювача при постійному розрідженні.

Фіг.4: графік, що ілюструє вплив діаметра кульок пористого заповнення на швидкість циркуляції піни, утворюваної у запропонований спосіб на виході запропонованого піноутворювача при постійному розрідженні.

Фіг.5: графік, що ілюструє вплив витрати рідинної фази на збільшення об'єму піни при постійному розрідженні для двох діаметрів кульок пористого заповнення.

Фіг.6: графік, що ілюструє вплив розрідження нижче за потоком від пористого заповнення на швидкість циркуляції піни, утворюваної у спосіб за даним винаходом.

Опис варіантів здійснення винаходу

На Фіг.1 схематично ілюстрований варіант здійснення запропонованого пристрою 1 утворення піни, який містить корпус 3, розміщене в корпусі 3 пористе заповнення 5, засоби 9 і 11 для введення в цей корпус підходящих для утворення піни рідинної фази і газової фази відповідно і засоби 15 усмоктування рідинної фази і газової фази крізь пористе заповнення 5, де утворювана піна відводиться із корпусу 3 засобами 15

усмоктування.

Пористе заповнення 5 складається із каліброваних скляних кульок з проміжками 7, крізь які проходить рідинна фаза.

Засоби 9 і 11 дозволяють уводити в корпус рідинну фазу і газову фазу, відповідно, причому засіб 9 уведення рідинної фази в корпус містить засіб 13 зрощування рідинної фази в корпусі на пористе заповнення.

На Фіг.2 схематично показаний пристрій очищення устаткування 20 піною, де устаткування 20 має першій кінець 20a і другий кінець 20b, причому першій кінець 20a і другий кінець 20b обмежують частину устаткування 20, призначену для очищення піною.

Очищувальний пристрій містить описаний вище пристрій 1 утворення піни, герметичні засоби сполучення між пристроєм 1 утворення піни і устаткуванням, що піддається очищенню, і засоби 30, 32 і 34 для створення розрідження в цьому устаткуванні. Засобами 30, 32 і 34 є, відповідно, давач тиску, затвор для розділення і для регулювання тиску і вакуумний насос для створення розрідження в устаткуванні 20 і пристрої 1.

Очищувальний пристрій містить також резервуар 44 для приготування і зберігання рідинної фази. Дозувальний насос 48 дозволяє за допомогою низхідного трубопроводу 46 відбирати рідинну фазу в резервуарі 44 і передавати її до пристрою 1 утворення піни. Вище за потоком від пристрою утворення піни розміщений витратомір 50 з метою контролю витрати рідинної фази, введеної у пристрій 1.

Цей очищувальний пристрій обладнаний також у розділовий затвор 24, розміщений між пристроєм 1 і устаткуванням 20, витратомір 22 піни, розміщений між клапаном 24 і устаткуванням 20, і резервуар 26 приймання піни на рівні другого кінця 20b устаткування 20.

Резервуар 26 приймання піни має затвор 36 приведення устаткування до атмосферного тиску.

Піна після утворення в пристрої 1 усмоктуванням відповідних рідинної і газової фаз крізь поруває облицювання за допомогою вакуумного насоса 34, проходить крізь устаткування 20 із першого кінця 20a і далі із другого кінця 20b передається за допомогою трубопроводу 28, зануреного до приймального резервуара 26.

Згідно з першим шляхом здійснення винаходу піна може зберігатися в приймальному резервуарі 26 і дестабілізуватися хімічним агентом і/або механічним пристроєм дестабілізації, таким, як описано вище, для прискорення її зворотного перетворення на рідинну форму. Спорожнення цього резервуара може здійснюватися за допомогою затвора 38.

Згідно з другим шляхом здійснення винаходу піна дестабілізується хімічним і/або механічним засобом у приймальному резервуарі 26 з утворенням рідини, яка за допомогою вищезгаданих засобів рециркуляції або повторного використання знову передається на засіб 9 усмоктування, причому ця рідина знову утворює рідинну фазу піни.

Згадані засоби рециркуляції містять, наприклад, затвор 38, рециркуляційний насос 42 і трубопроводи 40, по яких рідина передається до бака 44 приготування і зберігання рідинної фази, яка через низхідний трубопровід 46, дозувальний насос 48 і витратомір 50 повинна бути передана до пристрою 1.

Вищерозглянутий другий шлях здійснення даного винаходу або шлях рециркуляції є особливо прийнятним для промислового застосування системи знезаражування і/або очищення за даним винаходом.

Згідно з одним із варіантів другого шляху здійснення винаходу запропонований пристрій може містити, крім того, пристрій 52 очищення потоку рідини, що виходить із приймального резервуара 26, крізь який ця рідина проходить, для його очищення від відходів очищення і/або знезаражування перед тим, як він досягне бака 44 зберігання. Входом і виходом цього потоку рідини в очищувальний пристрій 52 можна керувати, наприклад, за допомогою затворів 53.

Приклади функціонування пристрою для приведення у циркуляцію в устаткуванні піни, утвореної пристроєм 1 за даним винаходом

В нижченаведених Прикладах рідинна фаза, що використовується, являє собою водний розчин, який містить:

- 0,8% (мас.) ORAMIX CG110 (зареєстрований товарний знак);
- 0,3% (мас.) AMONYL (зареєстрований товарний знак);
- 0,25% (мас.) пентанолу-2; а газовою фазою є повітря.

Корпус, застосований в цих Прикладах для утворення піни, має внутрішній діаметр 30мм, а устаткування являє собою циліндричний трубопровід з внутрішнім діаметром, практично таким самим, як у цього корпуса.

Приклад 1

Вплив товщини шару пористого заповнення на швидкість циркуляції піни при постійному розрідженні

В цьому Прикладі пористе заповнення являло собою шар скляних сферичних кульок діаметром 1,6мм, а циліндричний трубопровід мав довжину 4м. Випробування проводили з двома товщинами з шару кульок - 0,05м і 0,08м - при постійному тиску $15 \cdot 10^3$ Па.

У кожному випробуванні вимірювали швидкість циркуляції піни $V_m \cdot c^{-1}$ як функцію витрати рідинної фази QI (л/год.), що проходила крізь пористе заповнення.

Одержані в цьому Прикладі результати наведені в Табл.1.

Таблиця 1

Випробування	60 _a	60 _b	60 _c	62 _a	62 _b	62 _c
Товщина заповнювача z, м	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08
Витрата рідини QI , л/год.	5	10	15	5	10	15
Швидкість руху піни V_m , м/с	0,054	0,051	0,053	0,021	0,027	0,030

На Фіг.3 показаний графік, що ілюструє ці результати. Тут стовпчики 60_a, 60_b, 60_c, 62_a, 62_b, 62_c представляють випробування з такими самими позначеннями, V_m - швидкість циркуляції піни, в м/с, і z - товщина шару кульок, в м.

Ці результати свідчать про те, що швидкість циркуляції піни є обернено пропорційною товщині пористого

заповнення.

Приклад 2

Вплив діаметра кульок пористого заповнення на швидкість циркуляції піни при постійному розрідженні

В цьому Прикладі скляні кульки пористого заповнення мали діаметр в одному випадку 3 мм, а в другому - 1,6мм, товщина шару заповнення складала 0,08м, розрідження витримувалось на постійному рівні $15 \cdot 10^3$ Па, а циліндричний трубопровід мав довжину 4м.

Вимірювали швидкість V_m (м/с) циркуляції піни в циліндричному трубопроводі.

Застосовані рідинна і газова фази були такими самими, що й в Прикладі 1.

Було проведено декілька випробувань з різними величинами витрати рідинної фази Q_l (л/год.), що проходила крізь пористе заповнення. Одержані тут результати наведені в Табл.2.

Таблиця 2

Випробування	70 _a	70 _b	70 _c	70 _d	62 _a	62 _b	62 _c
Діаметр кульок поруватого наповнювача мм	3	3	3	3	1,6	1,6	1,6
Товщина шару z, м	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Q_l , л/год.	5	10	15	20	5	10	15
V_m , м/с	0,15	0,14	0,14	0,17	0,021	0,027	0,030

На Фіг.4 показаний графік, що ілюструє ці результати. На ньому позначення 70_{a-d} і 72_{a-c} відповідають позначенням, даним в Табл.2.

Ці результати свідчать про те, що швидкість циркуляції піни є тим більшою, чим більшим є діаметр кульок пористого заповнення.

Приклад 3

Вплив витрати рідинної фази на збільшення об'єму піни

У цьому Прикладі використовувались такі самі рідинна й газова фази, що й у попередніх Прикладах, а довжина циліндричного трубопроводу складала 4м.

Випробування проводились з двома товщинами пористого заповнення - 0,08м (випробування 80) і 0,11 (випробування 82). Діаметр кульок пористого заповнення становив 0,003м в усіх цих випробуваннях, а розрідження було постійним $15 \cdot 10^3$ Па.

Швидкість циркуляції піни у кожній групі випробувань витримувалась на постійному рівні і складала 0,15 /с у випробуванні 80 і 0,12м/с у випробуванні 82.

Збільшення F об'єму піни вимірювали на виході контуру як функцію витрати Q_l (л/год.) рідинної фази.

Одержані в цьому Прикладі результати наведені в Табл.3.

Таблиця 3

Випробування 80 z=0,08м $V_m=0,15$ м/с	Q_l , л/год.	3,6	9	14,4	18,8
	F	51	26	17	15
Випробування 82 z=0,11м $V_m=0,12$ м/с	Q_l , л/год.	3,6	9	14,4	18,8
	F	54	22	13	11

На Фіг.5 показаний графік, що ілюструє результати, наведені в Табл.3, а використані на ньому позначення 80 і 82 відповідають випробуванням 80 і 82.

Ці результати свідчать про те, що при постійному розрідженні збільшення F об'єму піни зменшується, коли витрата Q_l рідинної фази зростає. Таким чином, регулюючи витрату рідинної фази, можна підтримувати постійну якість піни.

Приклад 4

Вплив розрідження на швидкість циркуляції піни

В цьому Прикладі використовувались рідинна й газова фази Прикладу 1, циліндричний трубопровід мав довжину 15м, діаметр кульок складав 0,003м, а товщина пористого заповнення дорівнювала 0,08м.

У випробуваннях вимірювали швидкість циркуляції піни як функцію створеного розрідження в контурі.

Одержані результати наведені в Табл.4.

Таблиця 4

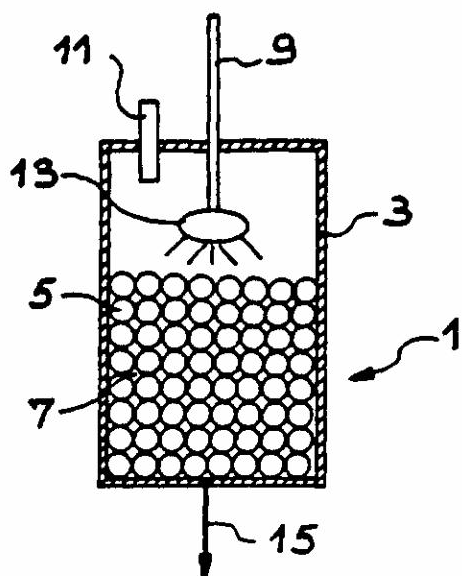
Розрідження в контурі, $\times 10^2$ Па	150	200	300	350	400	450
V_m , м/с	0,08	0,16	0,23	0,26	0,32	0,35

На Фіг.6 показаний графік по результатах, наведених в Табл.4.

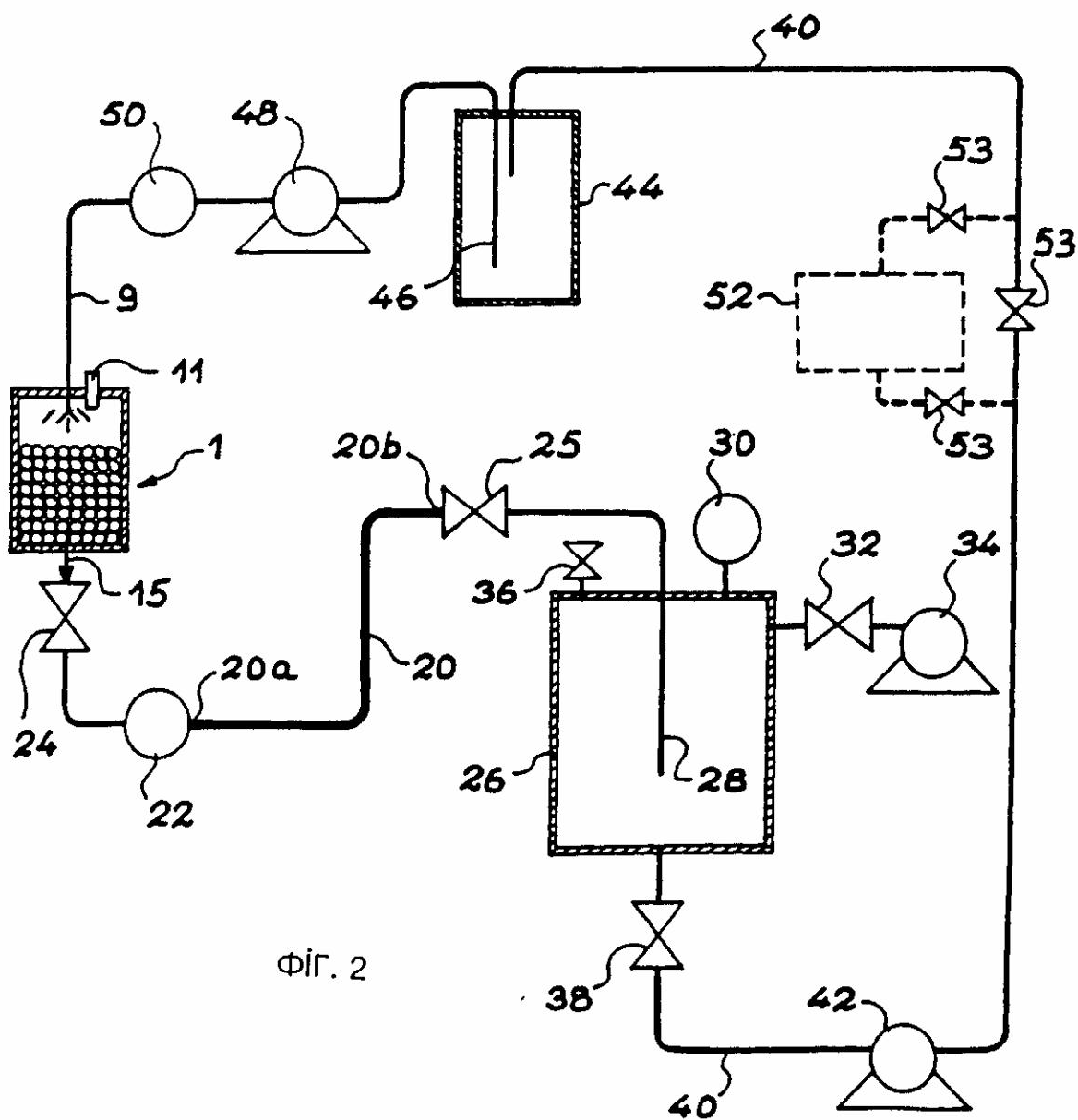
На цьому графіку точка А була отримана лінійною екстраполяцією кривої 95.

Точка А відповідає мінімальному розрідженню ΔP в контурі, виміряному відносно атмосферного тиску, починаючи від якого піна виказує реологічні характеристики ньютонівського типу. В умовах цього типу $\Delta P = 43 \times 10^2$ Па.

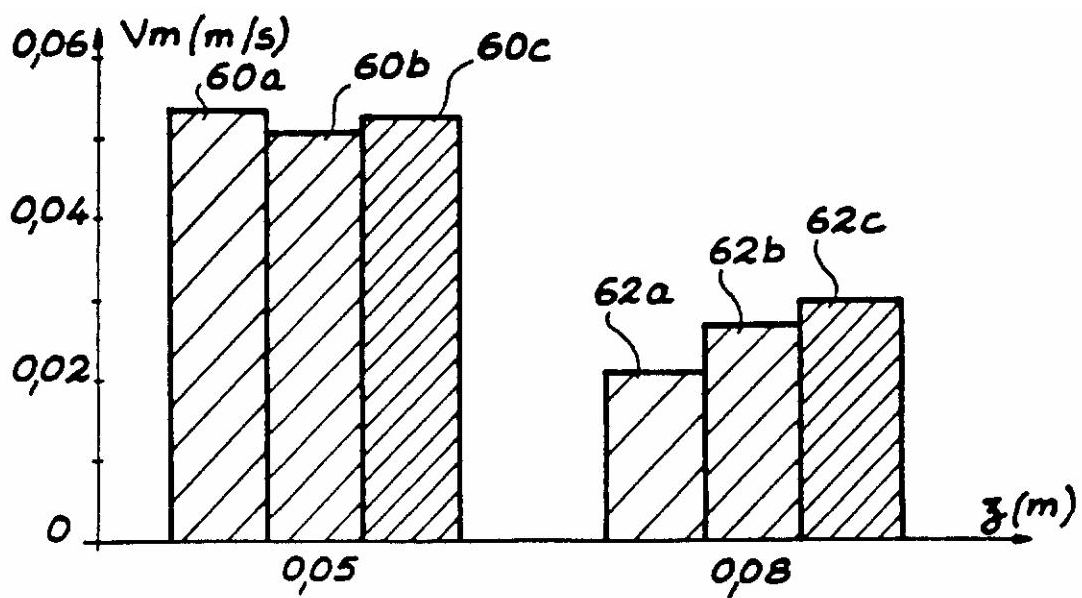
Представлені результати свідчать про те, що при постійних характеристиках пристрою утворення піни (діаметрі кульок і товщині поруватого облицювання) швидкість циркуляції піни є лінійною функцією розрідження.



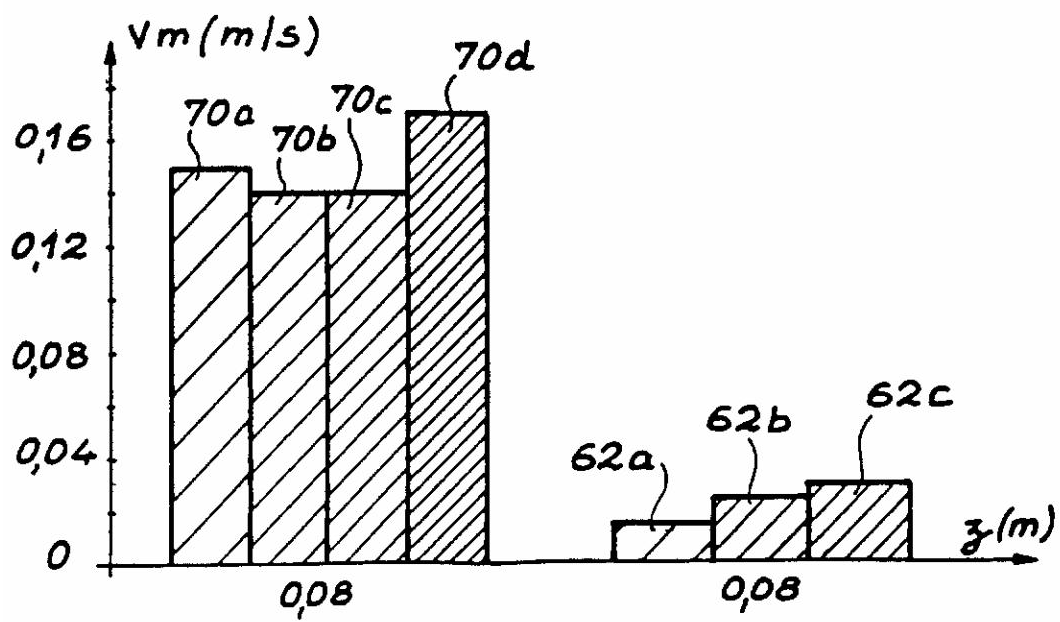
Фиг. 1



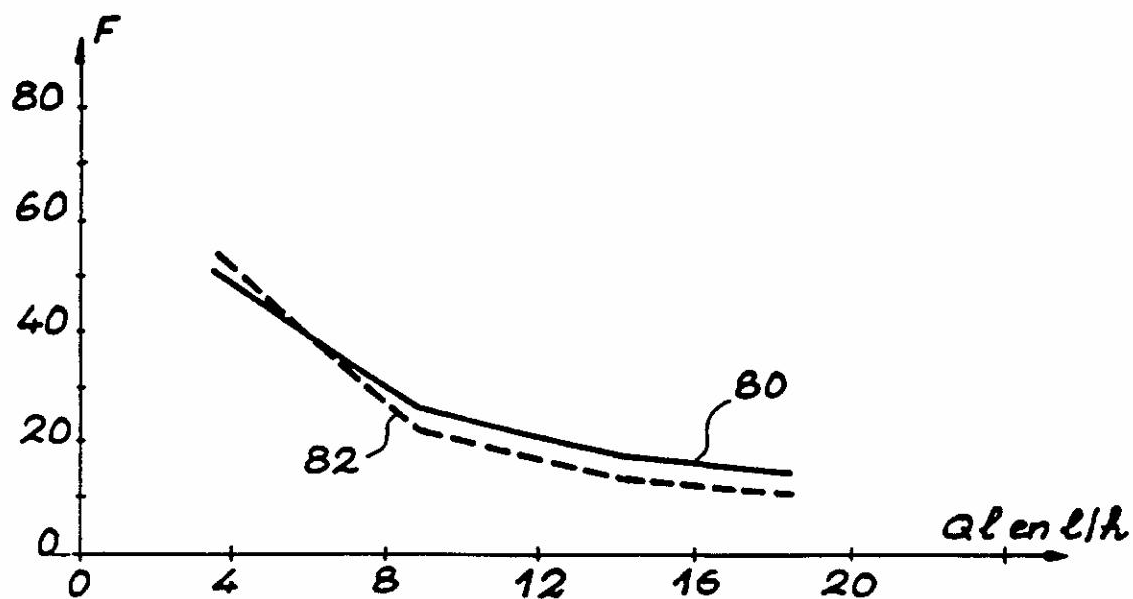
Фиг. 2



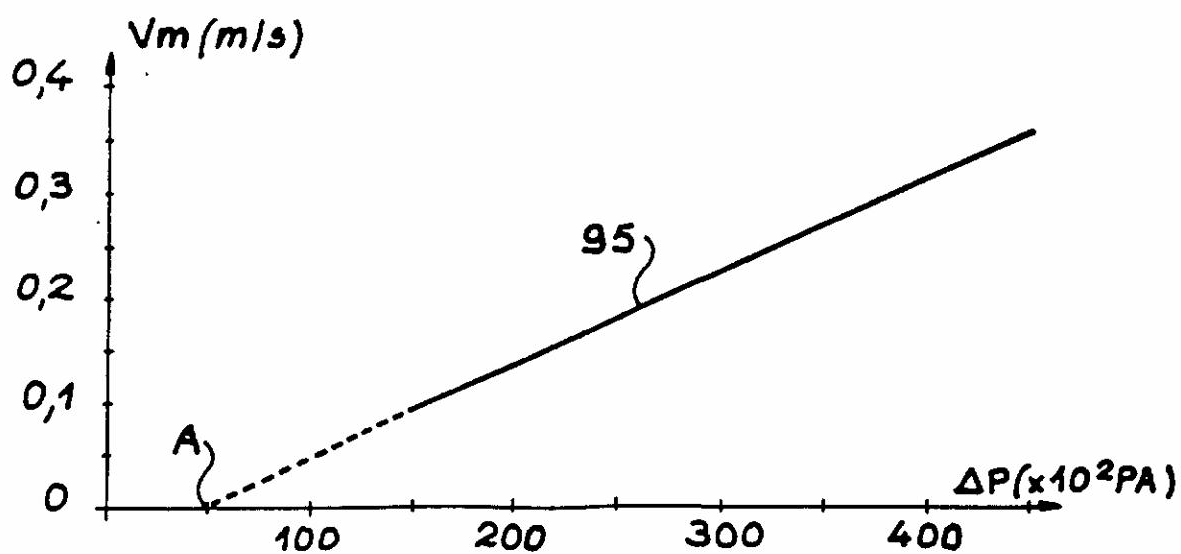
Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6