



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 95479

(13) U

(51) МПК

G01N 15/08 (2006.01)

G01N 21/45 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: u 2014 07569	(72) Винахідник(и): Кесарійський Олександр Георгійович (UA), Кондращенко Олена Володимирівна (UA), Єрохіна Анна Вікторівна (UA), Кондращенко Валерій Іванович (RU), Гусіва Алла Юріївна (RU), Кудрявцева Вікторія Давідтбегівна (RU)
(22) Дата подання заявки: 07.07.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2014, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): Кесарійський Олександр Георгійович, вул. Нова, 18, кв. 8, м. Павлоград, Дніпропетровська обл., 51413 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**(57)** Реферат:

Спосіб визначення водонепроникності будівельних матеріалів включає гідроізоляцію бічних поверхонь зразка, установку зразка на фіксовані опори, реєстрацію серії голографічних інтерферограм поверхні зразка, що не змочується в процесі його водонасичення, визначення положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи шляхом порівняння зміни поля переміщень реєстрованої поверхні, отриманого за інтерферограмами, з розрахунковим полем переміщень геометрично подібного зразка. Ємність для випробувань встановлюють і частково заповнюють водою так, щоб при монтажі зразка поверхня, яка буде змочуватися, не контактувала з водою, шарнірно закріплюють зразок по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка, а перед випробуваннями повертають ємність до забезпечення повного контакту змочуваної поверхні зразка з водою, фіксують ємність в повернутому положенні, навантажують зразок тиском води або іншої рідини і реєструють її витрати синхронно із записом голографічних інтерферограм.

UA 95479 U

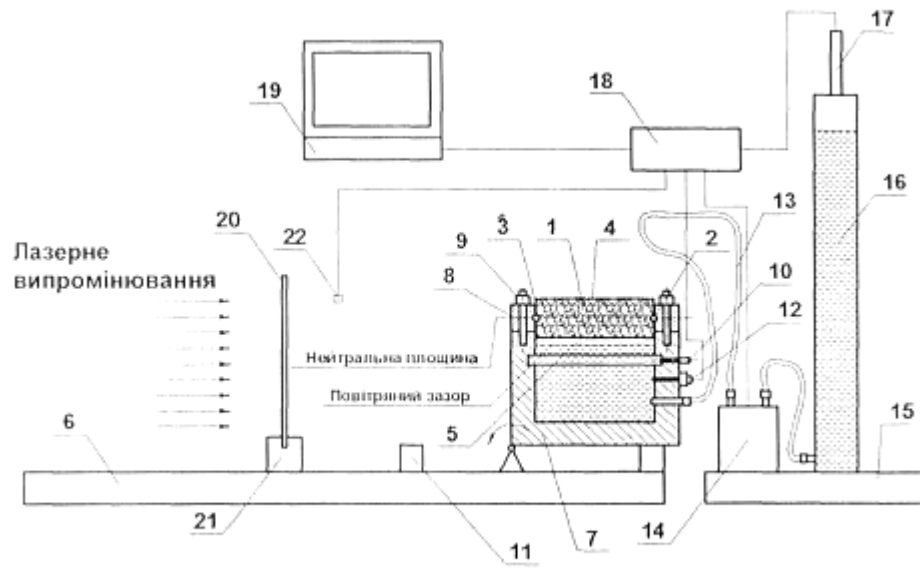


Fig. 1

Корисна модель належить до області розробки і виробництва будівельних матеріалів, а саме до контролю якості бетонів, розчинів, цементного каменю та інших будівельних матеріалів.

Відомий спосіб визначення водонепроникності бетону "за мокрою плямою". Суть цього способу полягає в тому, що зразки циліндричної форми кріплять і герметизують у спеціальних
 5 обоймах, а на одну з торцевих поверхонь зразка подають воду під тиском, збільшуючи його ступенями по 0,2 МПа. На кожному ступені витримують тиск протягом заданого часу до появи на протилежній торцевій поверхні зразка ознак фільтрації води у вигляді крапель або мокрої плями (див., наприклад, ГОСТ 12730.5. Бетони. Методи визначення водонепроникності. Розділ 2.).

Недоліками цього способу є складність забезпечення надійної герметизації зразків, що призводить до зростання похибки вимірювань, або до необхідності проведення повторних випробувань. Трудомісткість цього способу дуже значна, а ступеневе збільшення тиску призводить до додаткової систематичної похибки, що досягає 15-30 %. Необхідність витримки зразка під тиском протягом 16 годин на кожному ступені навантаження створює значні часові
 10 витрати на випробування, що суттєво ускладнює підготовку експерименту.

Відомий спосіб визначення водонепроникності цементних матеріалів, що включає висушування зразка до постійної маси, гідроізоляцію його бічних поверхонь, водонасичення та розрахунок водонепроникності (див., наприклад, Рекомендації МІ 300.5-94 "Безнапірний метод визначення показників водонепроникності бетону і розчину для середньо- і низьконапірних споруд" (введені в дію 01.01.1995 р.).

Недоліком цього способу є велика похибка, що досягає 30 %, викликана тим, що водонепроникність залежить від капілярної проникності, а не від загальної пористості матеріалу. Цей спосіб має підвищену тривалість його реалізації, що складає 5 діб. Крім того, він не дозволяє визначити наявність дефектів зразка, що впливають на поширення вологи, і визначити
 25 положення, швидкість і прискорення фронту переміщення вологи в процесі просочення.

Найбільш близьким з відомих технічних рішень до запропонованого, є спосіб визначення водонепроникності цементних матеріалів, що включає гідроізоляцію бічних поверхонь зразка, установку зразка на фіксовані опори всередині ємності для водонасичення, заповнення ємності для забезпечення рівномірного контакту нижньої поверхні зразка з водою, реєстрацію серії
 30 голографічних інтерферограм поверхні зразка, що не змочується в процесі водонасичення, визначення положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи шляхом порівняння зміни поля переміщень реєстрованої поверхні, отриманого за інтерферограмами, з розрахунковим полем переміщень геометрично подібного зразка. (Патент RU 2487351 С1, опубліковано 10.07.2013 р., Бюл. № 19 - прототип).

Зазначений спосіб дозволяє оцінювати механічну цілісність зразка (відсутність тріщин, розшарувань, порушень суцільності та інших аномалій, що істотно впливають на проникнення вологи), рівномірність проникнення вологи по перерізу зразка, динаміку розповсюдження водяного фронту і порівняльний аналіз водонепроникності різних будівельних матеріалів.

Недоліком вказаного способу є неможливість проведення випробування водонепроникності при підвищеному тиску, а також його застосування для визначення водонепроникності тільки цементних матеріалів, що істотно знижує діапазон застосування способу.

Задачею корисної моделі є розробка способу визначення водонепроникності будівельних матеріалів, який полягає у реєстрації поля деформації зразка в процесі водонасичення за допомогою лазерно-інтерференційних методів. Зразок закріплюють так, щоб поле деформації
 45 максимально інформативно відображувало переміщення фронту вологи по товщині зразка.

Застосування корисної моделі дозволяє істотно підвищити точність і достовірність дослідження процесу проникнення вологи в будівельні матеріали і вимірювання їх водонепроникності. Спосіб може бути використаний для оцінки водонепроникності існуючих будівельних матеріалів, а також при розробці нових складів і технологій їх виготовлення.

Технічний результат корисної моделі полягає в тому, що при здійсненні заявленого винаходу забезпечується можливість реєстрації положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи в умовах впливу на зразок надлишкового тиску при одночасній синхронній
 50 реєстрації поля деформації та обсягу вологи, що поглинута.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення водонепроникності будівельних матеріалів, що включає гідроізоляцію бічних поверхонь зразка, установку зразка на фіксовані опори, реєстрацію серії голографічних інтерферограм поверхні зразка, що не змочується в процесі його водонасичення, визначення положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи шляхом порівняння зміни поля переміщень реєстрованої поверхні, отриманого за інтерферограмами з розрахунковим полем переміщень геометрично подібного зразка, згідно з корисною моделлю, що заявляється, ємність для випробувань встановлюють і
 60

частково заповнюють водою так, щоб при монтажі зразка поверхня, яка буде змочуватися не контактувала з водою, шарнірно закріплюють зразок по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка, а перед випробуваннями повертають ємність до забезпечення повного контакту змочуваної поверхні зразка з водою, фіксують ємність у поверненому положенні, навантажують зразок тиском води або іншої рідини і реєструють її витрати синхронно із записом голографічних інтерферограм.

Корисна модель має наступні відмінності від прототипу:

- при підготовці до визначення водонепроникності, ємність для випробувань встановлюють і частково заповнюють водою так, щоб при монтажі зразка поверхня, що буде змочена, не контактувала з водою.

Установка ємності для випробувань і часткове заповнення водою так, щоб при монтажі зразка змочувана поверхня не контактувала з водою, дозволяє уникнути похибок випробувань, пов'язаних з нерівномірним водонасиченням зразка в процесі його закріплення у випробувальному оснащенні, а також при заповненні ємності водою.

Застосування методів голографічної інтерферометрії для контролю полів переміщень вимагає ретельного закріплення всіх елементів оснащення, що може зайняти тривалий час. При цьому контакт зразка з водою в процесі монтажу неприпустимий. Водночас ємність для випробувань повинна містити достатню кількість води для одночасного змочування всієї поверхні зразка при початку випробувань;

- шарнірно закріплюють зразок по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка.

Закріплення зразка саме по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка, дозволяє мінімізувати вплив оснащення на характер деформування зразка при тестовому навантаженні, що сприяє усуненню похибки при проведенні випробувань;

- в процесі випробувань повертають ємність до забезпечення повного контакту поверхні, яку змочують, з водою, фіксують ємність у повернутому положенні.

Поворот ємності в процесі випробувань до забезпечення повного контакту змочуваної поверхні зразка з водою дозволяє за дуже короткий інтервал часу забезпечити рівномірний доступ води по всій змочуваній поверхні зразка. Особливо це актуально для пористих матеріалів, де процес водопоглинання може бути інтенсивним і швидким.

Фіксування ємності в повернутому положенні необхідно для забезпечення високої стабільності оснащення в процесі реєстрації голографічних інтерферограм;

- навантажують зразок тиском і реєструють витрати води чи іншої рідини синхронно із записом голографічних інтерферограм.

Навантаження зразка тиском дозволяє інтенсифікувати процес водонасичення зразка, скоротити час випробувань і проводити випробування в умовах, максимально наближених до експлуатаційних.

Реєстрація витрат води синхронно із записом голографічних інтерферограм в процесі випробувань дозволяє визначити водонасичення матеріалу, встановити ступінь кінетики водонасичення, а також визначити показники вологопереносу матеріалу. У поєднанні з даними про динаміку переміщення фронту вологи це дозволяє отримати не тільки відносні дані про водонепроникність різних матеріалів, але й визначити значення шуканої водонепроникності в величинах, прийнятих за ГОСТ 12730.5-84.

На фіг. 1 зображена схема установки для проведення випробувань за способом визначення водонепроникності будівельних матеріалів, що пропонується. Відображено етап підготовки установки до проведення випробувань.

На фіг. 2 - теж саме, етап проведення випробувань.

Заявлений спосіб включає гідроізоляцію бічних поверхонь зразка 1 (зразок 1 виготовляють в циліндричній опалубці, із заздалегідь встановленим в ньому тороїдальним кільцем шарніра 2 по його нейтральній площині. Після затвердіння розчину і витримки зразка 1 протягом заданого часу, зразок 1 витягують з опалубки і піддають сушінню. Висушений до постійної маси зразок 1 герметизують по циліндричній поверхні 3, наприклад, наносячи на неї 2-3 шари епоксидної смоли. Торцевій поверхні 4 зразка 1 забезпечують умови незмочування, а торцева поверхня 5 зразка 1 призначена для водонасичення при проведенні випробувань). Здійснюють установку зразка 1 на фіксовані опори (на віброзахисній платформі голографічної установки 6 розміщена поворотна ємність для водонасичення 7, в якій за допомогою роз'ємного фланця 8 кріпиться досліджуваний зразок 1 на шарнірі 2. Фланець 8 фіксується на ємності 7 за допомогою групового різьбового з'єднання 9. Клапан 10 призначений для швидкого відведення повітря при повороті ємності 7 для водонасичення). Реєструють серії голографічних інтерферограм поверхні зразка 1, що не змочується в процесі його водонасичення, визначення положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи шляхом порівняння зміни поля

переміщень реєстрованої поверхні, отриманого за інтерферограмами, з розрахунковим полем переміщень геометрично подібного зразка. Ємність для випробувань 7 встановлюють і частково заповнюють водою так, щоб при монтажі зразка 1 поверхня, яка буде змочуватися не контактувала з водою, шарнірно закріплюють зразок 1 по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка, а перед випробуваннями повертають ємність 7 до забезпечення повного контакту змочуваної поверхні зразка 1 з водою, фіксують ємність 7 в повернутому положенні (для надійного фіксування положення ємності 7 використовується фіксатор 11, наприклад, магніт). Навантажують зразок тиском води або іншої рідини (датчик 12 забезпечує контроль тиску в процесі випробування. Тиск в ємності для водонасичення 7 забезпечується шляхом подачі води по шлангу 13 від насоса 14, розміщеного на допоміжній платформі 15, яка розташована поза платформи 6. Вода до насоса 14 надходить з мірної посудини 16, яка знаходиться на платформі 15). Реєструють витрати рідини синхронно із записом голографічних інтерферограм за допомогою датчика рівня 17, який з'єднаний з аналогово-цифровим і цифро-аналоговим (АЦП- ЦАП) перетворювачем 18, дані від якого надходять для реєстрації на комп'ютер 19. Для запису голографічних інтерферограм, наприклад, за схемою Ю.Н. Денисюка, використовують прозорі фотопластини 20, закріплені в утримувачі 21. Датчик лазерного випромінювання 22 формує сигнали синхронізації, що надходять на комп'ютер 19 через АЦП-ЦАП 18.

Підготовлений зразок 1 розміщують в роз'ємному фланці 8 і позиціонують по тороїдальному кільцю, що утворює з проточною фланця 8 шарнірне з'єднання 2. Для забезпечення герметичності в процесі випробувань зазори шарніра 2 і порожнину між фланцем 8 і зразком 1 заповнюють еластичним герметиком. Ємність 7 встановлюють так, щоб її вісь розташовувалася вертикально і заповнюють водою до рівня, що забезпечує монтаж фланця 8 без контакту поверхні 5 зразка 1 з поверхнею води. Після встановлення зразка 1 з фланцем 8 на ємність 7 і затяжки кріплення 9 приміщення лабораторії переводять у режим неактивного освітлення, встановлюють фотопластинку 20 в утримувач 21.

Вмикають АЦП-ЦАП 18 і комп'ютер 19 з програмою управління експериментом. Ємність 7 з фланцем 8 і зразком 1 максимально швидко повертають у горизонтальне положення і закріплюють фіксатором 11. Експонують фотопластинку 20 лазерним випромінюванням оптичного квантового генератора, сформованим у вигляді плоскопаралельного світлового потоку, що освітлює по нормалі поверхню 4 зразка 1, яка не змочується. Програмно, за допомогою АЦП-ЦАП, вмикають насос 14. Піднімають тиск у випробувальній ємності 7 до заданого рівня, видаляючи надлишок повітря клапаном 10. При досягненні в ємності 7 заданого рівня тиску вдруге експонують фотопластинку 20, після чого відправляють її в обробку, а в утримувач 21 встановлюють нову фотопластинку. Потім проводять експонування цієї фотопластинки з мінімально можливою тривалістю експозиції, що забезпечує одержання якісної голограми. Через інтервал часу, який визначається експериментально, проводять повторне експонування тієї ж фотопластинки і відправляють її в обробку, яку виконують згідно з інструкцією заводу-виробника. При цьому за допомогою датчика 22 реєструється час виконання першої та другої експозицій.

Встановлюють нову фотопластинку і повторюють цикл реєстрації, аналогічно наведеному вище. Процес реєстрації серії інтерферограм ведуть, наприклад, доти, поки на інтерферограмі досліджуваної поверхні виявляється не більше однієї інтерференційної смуги за значний інтервал часу між експозиціями, наприклад, більше однієї години.

Одночасно із записом інтерферограм реєструють зміну рівня води в мірному посуді 16 шляхом оцифровки сигналів датчика 17 і запису даних в комп'ютер 19. У процесі поглинання вологи зразком 1 за сигналами датчика тиску 12, за допомогою комп'ютера 19 і АЦП-ЦАП 18, насос 14 нагнітає воду в ємність 7, підтримуючи тим самим стабільність величини тиску води під час випробувань. Відомі геометричні характеристики мірної посудини 16 дозволяють визначити витрати води по зміні рівня відносно до часу експерименту і, відповідно, до моментів реєстрації інтерферограм.

Перша інтерферограма серії містить інформацію про деформацію зразка 1 під впливом тестуючого тиску. За цією інтерферограмою можна виявити механічні дефекти зразка 1, пори, тріщини, порушення суцільності. Інтерферограма дозволяє виявити аномалії механічного контакту зразка 1 і оснащення, а також слугує для верифікації математичної моделі зразка 1, що досліджується.

Усі наступні інтерферограми містять інформацію про деформації зразка при його насиченні водою. Ці інтерферограми обробляють і порівнюють отримані поля переміщень з розрахунковими даними, наприклад, отриманими із застосуванням методу кінцевих елементів, в

результаті чого визначають залежність швидкості і прискорення поширення вологи по товщі зразка 1.

Отримані дані дозволяють виміряти водонепроникність будівельних матеріалів як через водопоглинання, за допомогою визначення еквівалентного капілярного тиску в матеріалі і показника ступеня кінетики водонасичення матеріалу, так і шляхом порівняння динаміки поширення фронту вологи по товщині ряду зразків, виконаних з різних матеріалів, за різними технологіями. При необхідності, на основі отриманих даних, марка бетону по водонепроникності може бути визначена, наприклад, за відомою методикою, викладеною у ГОСТ 12730.5-84.

Реалізація способу передбачає використання відомих і доступних засобів експериментального дослідження. Для підвищення оперативності досліджень і зменшення трудомісткості експериментальних робіт, реалізація запропонованого способу може бути виконана із застосуванням методів електронної кореляційної спекл-інтерферометрії для визначення полів переміщень.

Застосування корисної моделі дозволяє істотно підвищити точність і достовірність дослідження процесу проникнення вологи в будівельні матеріали і вимірювання їх водонепроникності, оскільки в процесі вимірювань контролюється:

- механічна цілісність зразка (наявність тріщин, розшарувань, порушень суцільності та інших аномалій, що істотно впливають на проникнення вологи);

- характеристики міцності матеріалу зразка під впливом надлишкового тиску;

- рівномірність проникнення вологи по перерізу зразка, що дозволяє виявити наявність зон локальної підвищеної провідності вологи, які спотворюють результати вимірювань при використанні традиційних методів;

- проникнення вологи шляхом оцінки деформаційної характеристики зразка, що визначає працездатність конструкцій і споруд з цього матеріалу;

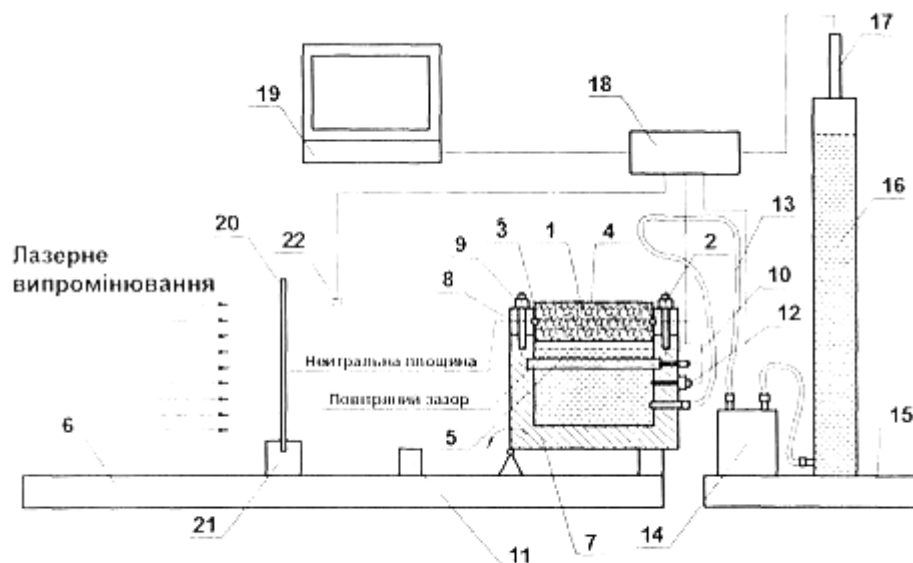
- проникнення вологи під впливом рідкого середовища у широкому діапазоні тисків (від нульового перепаду до гранично-припустимого);

- кількість рідини, що поглинута при просочуванні, за час випробування, синхронно із зміною поля переміщень зразка.

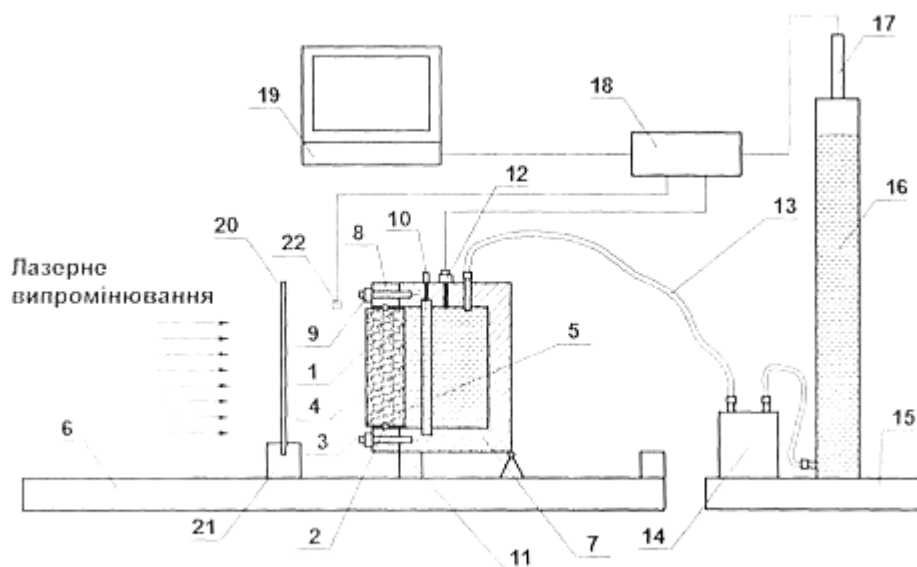
Запропонований спосіб може бути використаний не тільки для дослідження водонепроникності цементних матеріалів, а й для інших складно структурованих будівельних і конструкційних матеріалів. При цьому може визначатися непроникність матеріалу під впливом не тільки води, а і розчинів мінеральних солей, та інших просочуючих рідин.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення водонепроникності будівельних матеріалів, що включає гідроізоляцію бічних поверхонь зразка, установку зразка на фіксовані опори, реєстрацію серії голографічних інтерферограм поверхні зразка, що не змочується в процесі його водонасичення, визначення положення, швидкості і прискорення фронту переміщення вологи шляхом порівняння зміни поля переміщень реєстрованої поверхні, отриманого за інтерферограмами, з розрахунковим полем переміщень геометрично подібного зразка, який **відрізняється** тим, що ємність для випробувань встановлюють і частково заповнюють водою так, щоб при монтажі зразка поверхня, яка буде змочуватися, не контактувала з водою, шарнірно закріплюють зразок по нейтральній площині, спрямованій посередині зразка, а перед випробуваннями повертають ємність до забезпечення повного контакту змочуваної поверхні зразка з водою, фіксують ємність в повернутому положенні, навантажують зразок тиском води або іншої рідини і реєструють її витрати синхронно із записом голографічних інтерферограм.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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