



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162608** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
G01N 21/85 (2006.01)
F15D 1/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2025 04189	(72) Винахідник(и):	Ярошевський Владислав Петрович (UA), Ясинський Сергій Петрович (NO), Осипенко Тетяна Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	29.08.2025	(73) Володілець (володільці):	ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ "БІОТЕХНІКА" НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Маяцька дорога, 26, сел. Хлібодарське, Одеський р-н, Одеська обл., 67667 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	09.04.2026		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	08.04.2026, Бюл.№ 14		

(54) СПОСІБ ОПТИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ КАРТИНИ ТЕЧІЇ У ГІДРАВЛІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

(57) Реферат:

Спосіб оптичної візуалізації картини течій у гідравлічному обладнанні включає визначення та виготовлення моделей характерних перерізів гідравлічного обладнання з пластин оргскла, пропускання крізь моделі реоскопічної рідини у розрахунковому режимі руху та відеозйомку цього процесу, аналіз картини течії за покадрового аналізу відеозаписів. При цьому як реоскопічну рідину застосовують хімічно неактивну водну суспензію стеаринової кислоти (20:1 за масою), завдяки чому в установці для оптичної візуалізації використовують стандартну арматуру, насос та вимірювальні пристрої; циркуляція реоскопічної рідини в установці відбувається замкненим контуром, що не створює обмежень у часі проведення експериментів; освітлення моделі відбувається у площині, паралельній площині руху рідини; аналіз картини течії проводиться по інвертованих зображеннях послідовних кадрів відеозапису.

UA 162608 U

Корисна модель стосується досліджень потоків текучих середовищ у пневмогідравлічних системах за допомогою оптичних засобів, а саме належить до способів оптичної візуалізації картин течій у гідравлічному обладнанні за застосування реоскопічних рідин.

Відомий аналог способу оптичної візуалізації (Patent № 5838587 USA, date of patent 17.11.1998), що застосовується для визначення оптимальної конфігурації проточних частин гідравлічного обладнання, зокрема труб і каналів. Спосіб реалізується наступним чином: робоча рідина у розрахунковому режимі пропускається крізь тонку модель (до 5 мм), що імітує переріз проточної частини гідравлічного обладнання, встановлену між двох пластин з оптично прозорого матеріалу (оргскла). Рух рідини у моделі освітлюється поляризованим світлом у площині, перпендикулярній руху рідини. Картина течії робочої рідини фотографується або знімається на відео і потім вивчається за фотознімками та відеозаписами.

Недоліком способу є застосування як робочої рідини водного колоїду пентаоксиду ванадію, що має високу коагуляцію часточок при контакті з металевими поверхнями. Це висуває додаткові вимоги до вибору матеріалів, які контактують з робочою рідиною, та способу приведення рідини у рух. В установці для візуалізації картини течії неможливо застосовувати стандартну металеву арматуру та датчики, а також насоси з металевими конструктивними елементами. Для нагнітання рідини використовується система пневмотранспортування робочої рідини з одної накопичувальної ємності до іншої. Таким чином, тривалість дослідів обмежена місткістю накопичувальної ємності.

Іншим недоліком способу є те, що картина течії стає оптично видимою лише у поляризованому світлі. Це ускладнює спостереження картини течій у моделі. А створення світлового потоку потребує застосування додаткового обладнання: потужного джерела освітлення та двох світлофільтрів-поляроїдів.

В основу корисної моделі поставлено задачу розроблення способу оптичної візуалізації картини течій у гідравлічному обладнанні із врахуванням наведених недоліків аналога, спрощенням конструкції установки та процесу проведення досліджень.

Поставлена задача вирішується шляхом застосування як робочої рідини водної суспензії стеаринової кислоти (20:1 за масою) замість водного колоїду пентаоксиду ванадію. Ця реоскопічна рідина має порівняні з аналогом оптичні та реологічні характеристики, однак є хімічно неактивною, що спрощує вимоги до матеріалів, з яких виготовляється установка, зокрема дозволяє використовувати стандартну запірну і регулюючу арматуру, вимірювальні пристрої та насоси, в конструкції яких наявні металеві елементи. Процес приготування водної суспензії стеаринової кислоти не вимагає дотримання спеціальних умов, пов'язаних з безпекою, адже ця реоскопічна рідина нетоксична, на відміну від водного колоїду пентаоксиду ванадію. Процес проведення дослідів з оптичної візуалізації не потребує спеціальних умов освітлення руху реоскопічної рідини у моделі на відміну від аналогу, що спрощує спостереження картини течій і методику експериментів в цілому.

Таким чином у способі оптичної візуалізації картини течій у гідравлічному обладнанні, що включає визначення та виготовлення моделей характерних перерізів гідравлічного обладнання з пластин оргскла, пропускання крізь моделі реоскопічної рідини у розрахунковому режимі руху та відеозйомку цього процесу, аналіз картини течії за покадрового аналізу відеозаписів, згідно з корисною моделлю, як реоскопічну рідину застосовують хімічно неактивну водну суспензію стеаринової кислоти (20:1 за масою), завдяки чому в установці для оптичної візуалізації використовуються стандартна арматура, насос та вимірювальні пристрої; циркуляція реоскопічної рідини в установці відбувається замкненим контуром, що не створює обмежень у часі проведення експериментів; освітлення моделі відбувається у площині паралельній площині руху рідини, аналіз картини течії проводиться по інвертованих зображеннях послідовних кадрів відеозапису.

Спосіб здійснюється наступним чином:

Визначаються характерні перерізи гідравлічного обладнання (поздовжні та/або поперечні), рух рідини у яких є визначальним для нормального функціонування цього обладнання. У масштабі виготовляються геометрично подібні моделі характерних перерізів з пластин оргскла або пластмаси товщиною не більше 5 мм. Модель перерізу 1 встановлюється між покривними плитами з оргскла 2, 3, що мають товщину не менше 10 мм. У покривній плиті 3 наявні канали для підведення і відведення реоскопічної рідини до моделі 1, а зовні до неї приєднані штуцери під гнучкі шлагги. Модель 1 разом з покривними плитами 2, 3 формує модельну ділянку 1-3. Покривна плита 2, що знаходиться між моделлю 1 і спостерігачем (або цифровим фотоапаратом 10) має бути оптично прозорою. Плита 3 - оптично непрозора чорного кольору.

Модельна ділянка 1-3 встановлюється в установку для оптичної візуалізації картини течії, що мінімально має включати резервуар для накопичення реоскопічної рідини 5, насос 6, засоби вимірювання витрати 7 та напору 9, регулюючий клапан 8 для дроселювання потоку.

В процесі візуалізації реоскопічна рідина, що є водною суспензією стеаринової кислоти (20:1 за масою), пропускається у розрахунковому режимі руху крізь модельну ділянку 1-3. Режим налаштовується регулюванням обертів насосу 6 та/або дроселюванням потоку клапаном 8. Модель 1 освітлюється LED-стрічкою 4, встановленою по периметру оптично прозорої покривної плити 2. Світловий потік, таким чином, розповсюджується паралельно площині моделі 1. В такий спосіб досягається рівномірне освітлення потоку реоскопічної рідини всередині моделі 1 без відблисків від покривних плит 2, 3.

При протіканні крізь модель характерного перерізу гідравлічного обладнання 1 картина течії реоскопічної рідини стає оптично видимою. Процес протікання реоскопічної рідини крізь модель фіксується за допомогою цифрового фотоапарату (відеокамери) 10.

Картина течії реоскопічної рідини у моделі перерізу гідравлічного обладнання відображає картину течії у самому перерізі за умов гідродинамічної подібності. Аналіз картини течії проводиться по інвертованих зображеннях послідовних кадрів відеозапису за застосування спеціалізованих комп'ютерних програм (фоторедакторів, відеоредакторів). Поєднання картин течій, отриманих у моделях кількох перерізів гідравлічного обладнання дозволяє побудувати просторову модель руху рідини у обладнанні.

Технічним рішенням корисної моделі є спосіб оптичної візуалізації картини течій у гідравлічному обладнанні, який дозволяє спостерігати та аналізувати картину руху реоскопічної рідини у моделях характерних перерізів гідравлічного обладнання. Застосована реоскопічна рідина - водна суспензія стеаринової кислоти (20:1 за масою), є хімічно неактивною, стійкою до коагуляції часточок та не потребує освітлення поляризованим світлом. Це спрощує конструкцію установки для моделювання та сам процес отримання чітких зображень картини течії у моделі. Аналіз картини течії за інвертованими зображеннями послідовних кадрів відеозапису дозволяє вивчати динаміку змін у течії та локалізувати у просторі і часі стійкі гідродинамічні утворення - зони відриву, циркуляції, вихроутворення, застою тощо. Поєднання картин течій, отриманих у моделях кількох перерізів гідравлічного обладнання дозволяє побудувати просторову модель руху рідини в обладнанні.

Перелік фігур креслення:

фіг. 1. Модельна ділянка: 1 - модель характерного перерізу гідравлічного обладнання, 2 - покривна плита з прозорого оргскла, 3 - покривна плита з непрозорого оргскла чорного кольору з каналами та штуцерами для підведення і відведення реоскопічної рідини, 4 - система освітлення (LED-стрічка);

фіг. 2. Розміщення цифрового фотоапарата (відеокамери) відносно модельної ділянки для спостереження картини течії у моделі характерного перерізу гідравлічного обладнання: 1 - модель характерного перерізу гідравлічного обладнання, 2 - покривна плита з прозорого оргскла, 3 - покривна плита з непрозорого оргскла чорного кольору з каналами та штуцерами для підведення і відведення реоскопічної рідини, 4 - система освітлення (LED-стрічка), 10 - цифровий фотоапарат (відеокамера);

фіг. 3. Установка для оптичної візуалізації картини течії у характерних перерізах гідравлічного обладнання: 1-3 - модельна ділянка, 4 - система освітлення (LED-стрічка), 5 - резервуар для накопичення реоскопічної рідини, 6 - насос, 7 - витратомір, 8 - регулюючий клапан, 9 - манометр, 10 - цифровий фотоапарат (відеокамера).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб оптичної візуалізації картини течій у гідравлічному обладнанні, що включає визначення та виготовлення моделей характерних перерізів гідравлічного обладнання з пластин оргскла, пропускання крізь моделі реоскопічної рідини у розрахунковому режимі руху та відеозйомку цього процесу, аналіз картини течії за покадрового аналізу відеозаписів, який **відрізняється** тим, що як реоскопічну рідину застосовують хімічно неактивну водну суспензію стеаринової кислоти (20:1 за масою), завдяки чому в установці для оптичної візуалізації використовують стандартну арматуру, насос та вимірювальні пристрої; циркуляція реоскопічної рідини в установці відбувається замкненим контуром, що не створює обмежень у часі проведення експериментів; освітлення моделі відбувається у площині, паралельній площині руху рідини; аналіз картини течії проводиться по інвертованих зображеннях послідовних кадрів відеозапису.

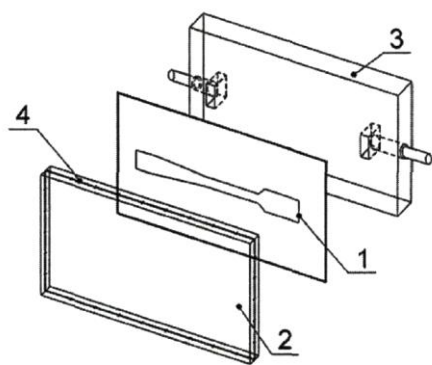


Fig. 1

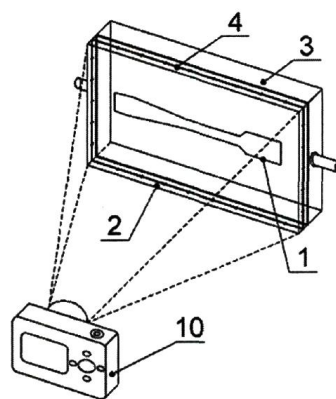


Fig. 2

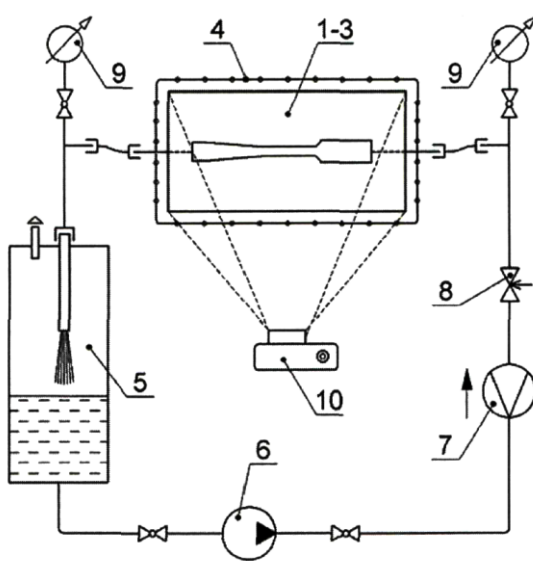


Fig. 3