

Експериментальне дослідження перепадів тиску у гідродинамічному повнопотоковому фільтрі з обертовим перфорованим циліндром

¹Браженко В.М., ²Ходченко Ф.С.
науковий керівник: Буцько В.С.
Кафедра гідрогазових систем,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна
¹v_brazhenko@ukr.net, ²Exelord@i.ua

Анотація — робота присвячена розгляду комплексної проблеми гідравлічних втрат, які виникають в повнопотоковому гідродинамічному фільтрі з обертовим перфорованим циліндром. Наведено результати експериментальних досліджень перепаду тиску отриманих за допомогою фізичного експерименту.

Ключові слова — повнопотоковий гідродинамічний фільтр, гідравлічні втрати, експериментальне дослідження, перепад тиску, очищення рідини.

I. ВСТУП

У сучасному гідроприводі існує багато проблем пов'язаних з надійністю їх експлуатації. Одна з них очищення робочих рідин від механічних домішок, яка набула великого розповсюдження у більшості галузей промисловості. Присутність механічних частинок суттєво впливають як на фізико-хімічні властивості рідин, так і на зносостійкість деталей золотникових і плунжерних пар. Металеві частинки домішки є активними каталізаторами окислення робочих мастил, що призводить до корозії деталей гідросистеми, а наявність домішок в потоці робочої рідини може збільшувати сили тертя при попаданні їх в зазори прецизійних пар. Для запобігання таких негативних явищ пропонується використовувати повнопотокові гідродинамічні фільтри з обертовим перфорованим циліндром, які по іншому називають ротаційними фільтрами.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Однак на сьогоднішній день ротаційні фільтри мають низку недоліків, що були досліджені та вирішені в роботах [1-5], і які не дозволяють їм широко використовуватись в різних галузях промисловості. Один з таких недоліків – це гідравлічні втрати при протіканні рідини крізь досліджуваний фільтр. Вони складаються з втрат на вході, виході у фільтр та насамперед втрати на фільтроелементі. В даній статті основна увага прикута до втрат пов'язаних з проникною обертовою перегородкою, яка виступає у якості фільтроелемента.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для дослідження перепадів тиску було проведено фізичний експеримент. Експериментальний стенд функціонує наступним чином (Рис. 1): рідина АМГ-10, з ємності 3 за допомогою насоса 5 подається через вхідний патрубок у досліджуваний фільтр 6. Основна частина рідини фільтрується і по лінії очищеної рідини повертається в ємність 3. Витрата регулюється за допомогою крана 4. Тиск рідини до і після фільтра замірюється за допомогою манометрів 2.

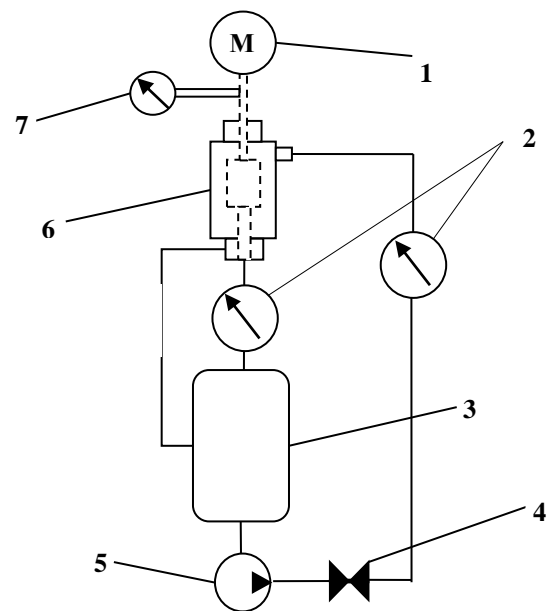


Рис. 1. Гідравлічна схема експериментального стенду:
1 - гідромотор; 2 - манометри; 3 - бак; 4 - кран керування витратою; 5 - насос; 6 - експериментальна модель; 7 – тахометр

Для витрати 0,19 л/с при обертанні проникного фільтроелемента отримано значення перепаду тиску, що приведені в рисунку 2

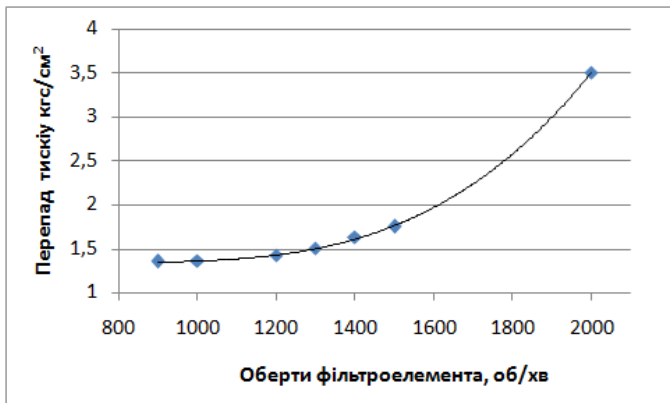


Рис. 2. Перепади тисків в ротаційному фільтрі

IV. ВИСНОВКИ

В статті представлені результати експериментального дослідження перепадів тиску при протіканні рідини крізь повнопотоковий фільтр з обертовим перфорованим циліндром. Показано, що перепад тиску практично експоненціально зростає зі збільшенням обертів проникного фільтроелемента, що

призводить до збільшення втрат. Також зроблено висновки, що в подальших дослідженнях слід врахувати інші чинники пов'язані з втратами на місцевих опорах при вході і виході рідини з фільтра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Мочалин, Е.В. Проблемы промышленной очистки жидкостей от механических загрязнений и применение ротационных фильтров / Е.В. Мочалин, А.А. Халатов // Промышленная теплотехника.- 2009.- Т. 31, №2.- С. 57 – 69.
- [2] Мочалин, С.В. Аналіз руху твердих завислих часток у ротаційному фільтрі очищення рідин з накопичувальним бункером / С.В. Мочалин, В.М. Браженко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2015. – № 1 – С. 3– 9.
- [3] Мочалин, С.В. Вплив конструкції бункера у повнопотоковому гідродинамічному фільтрі на рух частинок домішок / С.В. Мочалин, В.М. Браженко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2015. – № 4 – С. 15– 20.
- [4] Мочалин Е.В. Эффективность оседания частиц в полнопоточном гидродинамическом фильтре при изменении размера бункера / Е.В. Мочалин, В.Н. Браженко // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2016. – Том 10. Выпуск № 2 – С. 91– 99.
- [5] Браженко, В. Н. Теоретическое исследование эффективности механической чистки жидкости ротационным фильтром / В. Н. Браженко // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2017. – Том 12(28). Выпуск № 2 – С. 17 – 22.

Система автоматичного керування енергозберігаючого гідравлічного приводу

Карпенко Микола

науковий керівник: проф. Марійонас Богдвявічус
Кафедра мобільних машин та залізничного транспорту,
Факультет транспортно-машинобудування,
Вільнюський технічний університет ім. Гедемінаса,
Вільнюс, Литва
mykola.karpenko@vgtu.lt

Анотація — робота присвячена розгляду проблеми енергозбереження та підвищення ефективності гідравлічного приводу за рахунок використання системи автоматичного керування. В роботі розглянута пропонується схема енергозберігаючого гідравлічного приводу та принцип роботи блоку управління, а також представлений математичний метод, який реалізує розрахунок керуючого впливу на енергоефективність шляхом підвищення точності та чутливості роботи гідравлічної системи.

Ключові слова — гідропривід, енергозбереження, керування, слідкуюча система, чутливість системи.

I. ВСТУП

В ряді різних машин та механізмів, від транспортної до авіаційної галузі, використовують гідропривід як силовий агрегат між джерелом енергії та виконавчими органами. Широке поширення гідроприводу та його висока енергоємність, яка споживає часом всю потужність двигуна, і невисоке значення коефіцієнта корисної дії 60...80%, робить актуальним і необхідним проведення досліджень в напрямку підвищення ефективності та надійності роботи гідроприводу. На сучасній техніці управління розподіленням робочої рідини в гідравлічних системах здійснюється за допомогою операторів (людський фактор) в парі з системами автоматичного керування (САК).

II ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні гідроприводи складні та розгалужені, внаслідок чого, робочі органи, які паралельно працюють, живляться від одного джерела (гідронаосу), тому можливе виникання недостачі або навпаки надлишку тиску, подачі рідини на робочих органах. Так, збільшення надлишкових напорів і зростання витрат робочої рідини може призвести до збільшення енергетичних витрат насосу та зносу компонентів устаткування, а також до некоректної роботи пристроїв [1].

Гідропривід, для максимального енергозбереження, повинен споживати мінімум енергії, а це означає, що насос повинен видавати подачу по фактичній потребі гідросистеми (запитом управління), не більше не менше. Згідно з дослідженнями представленими в [2] одним з основних та результативним способом енергозбереження і

підвищення ефективності використання гідроприводу являється адаптивне автоматичне керування.

Основною же проблемою при проектуванні сучасних САК являється адаптаційні можливості системи під частотні зміни робочих процесів гідроприводу, для рішення даної проблеми пропонується схема системи автоматичного керування гідравлічного приводу з ціллю енергозбереження.

III ОСНОВНА ЧАСТИНА

Існує два основних типи систем автоматичного керування гідроприводів на основі слідкуючих систем за допомогою яких виконуючий орган («вихід» – гідромотори та ін.) відтворює переміщення згідно з елементом впливу системи («входом» – гідронаоси):

– Із розімкнутим контуром, на рис. 1а, де вихід пов'язаний з регулятором через контрольний параметр.

– Із замкнутим контуром, на рис. 1б, де вихід пов'язаний з входом зворотнім зв'язком через контрольний параметр.

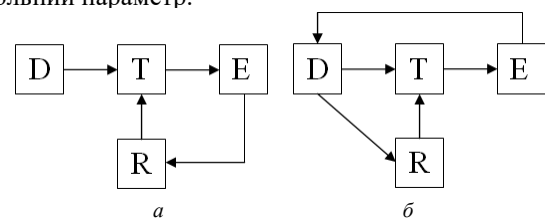


Рис. 3. Типи систем автоматичного керування гідроприводом: а – із розімкнутим контуром; б – із замкнутим контуром

Рис. 3. Типи систем автоматичного керування гідроприводом: а – із розімкнутим контуром; б – із замкнутим контуром

Необхідної характеристики керування, згідно з метою дослідження, можливо досягти за допомогою замкнутого ланцюга керування, в якому результат роботи системи, надходить по лінії зворотного зв'язку, порівнюється із сигналом керування (програмою), а отримуване неузгодження викликає дію, яка автоматично компенсує це неузгодження, як зі сторони регулятора так і зі сторони чутливого елемента.

На основі досліджень була спроектована схема автоматичного керування гідроприводом для енергозбереження, наведено на рис. 2 [3].

Схема системи автоматичного керування слідкуючого енергозберігаючого гідроприводу складається основних

вузлів: виконавчих органу (гідромоторів) 1, вузла збору та вводу інформації 2, регулятора (дроселі) 3, чутливого елемента (гідронасос) 4, та блоку управління 5.

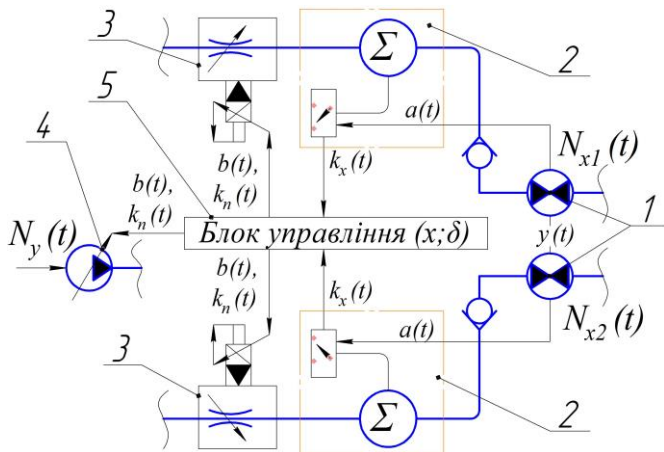


Рис. 4. Схема автоматичної системи керування енергозберігаючим гідравлічним приводом

Сенсор робочого органу (слідкуючий елемент) формує сигнал, який надходить у дорівнюючий пристрій при вузлі збору інформації, після чого, порівнюються сигнали перший вхідний та другий вхідний, що надходять ланцюгами зв'язку до блоку управління. При неузгодженні цих сигналів, сигнал, що є пропорційним похибці δ , надходить далі до чутливого елемента та регулятора де і відпрацьовується до повного зникнення.

Таким чином, сукупність двох регулюючих параметрів — забезпечує стабільний потік в лініях гідроприводу та оптимізує роботу насосу.

Точність системи визначається похибкою, з якою виконавчий орган (вихід) відтворює переміщення чутливого елемента (входу) та регулятора у часі.

На основі [4], до даної моделі можливо застосувати спрощену залежність визначення похибки δ :

$$\int_0^t \delta = |x - y| \quad (1)$$

де, x – очікуване значення; y – істинне значення.

Якщо система реагує на зміни, при цьому похибка постійно прямує до нуля після зміни параметрів – система вважається точною.

Чутливість системи визначається здатністю виконавчого органу реагувати на переміщення чутливого елемента і визначається системою рівнянь [5]:

$$\begin{cases} a(t) = k_x \cdot b(t); \\ N_y(t) = k_n(t) \cdot N_x(t). \end{cases} \quad (2)$$

де, a – переміщення вихідної ланки приводу (робочого органу); k_x – передаточний коефіцієнт слідкуючого приводу; b – вхідний управляючий вплив; N_x , N_y – потужність вихідна та вхідна відповідно; k_n – коефіцієнт підсилення потужності.

Перше рівняння описує зміну положення робочого органу, друге зміну потужності приводу.

Згідно з паралельним дослідженнями приставлених в роботі [6, 7], наведено графік, на рис. 3, зміни затраченої

потужності на гідравлічному насосі з використанням автоматизованої системи управління.

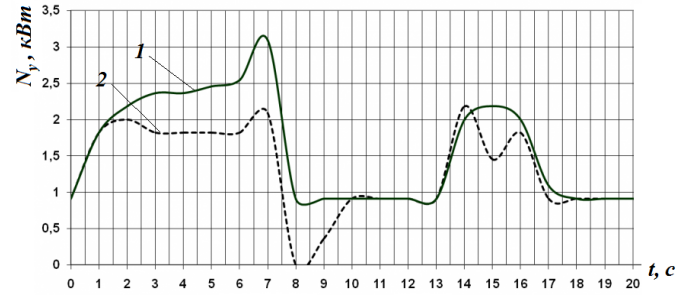


Рис. 5. Графік зміни затраченої потужності на гідравлічному насосі: 1–стандартне управління; 2–із системою автоматизованого управління

IV ВИСНОВКИ

В статті запропонована модель автоматизовано управління, яка забезпечує раціональний процес роботи гідравлічним приводом, шляхом зміни керуючого впливу в часі. Завдяки зворотному зв'язку забезпечується, з певною точністю, відповідність входу і виходу. Автоматизована система управління гідроприводом володіє точністю так як похибка постійно прямує до нуля після зміни параметрів системи; чутливістю, що призводить до оптимізації роботи гідро-обладнання. Завдяки цьому, робочі органи працюють без різких динамічних змін, та не відбувається перевантаження гідравлічного насосу, внаслідок чого зменшується енергоємність роботи приводу в цілому і збільшується продуктивність машини чи механізму на долю затраченої енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Л.Е. Пелевін, М.М. Карпенко, В.В. Чемерис “Метод нечіткого визначення границь повної керованості гідроприводу будівельних машин за рахунок власних ресурсів в умовах його планового розвитку”. Всеукраїнський збірник наукових праць. «Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини», вип. 86, с. 27-33, Київ, 2015, (ISSN 2312-6590).
- [2] M. Karpenko, M. Bogdevicius. “Review of energy-saving technologies in modern hydraulic drives”. *Science – Future of Lithuania*. Vol. 9(5), p. 553-558, 2017 (ISSN 2029-2341, eISSN 2029-2252).
- [3] Л.Е. Пелевін, М.М. Карпенко, В.В. Чемерис. “Гідравлічний стабілізатор”. Патент України на корисну модель № 111930. МПК (2016.01) E02F 9/20 (2006.01); МПК F15B 19/00 (2006.01); Бюл. № 22, від 25.11.2016
- [4] Zhao, K.; Liu, Z.; Yu, S.; Li, X.; Huang, H.; Li, B. Analytical energy dissipation in large and medium-sized hydraulic press. *Journal of Cleaner Production* 103: 908–915, 2015.
- [5] Tianliang, L.; Weiping, H.; Haoling, R.; Shengjie, F.; Qiang, L.. New compound energy regeneration system and control strategy for hybrid hydraulic excavators, *Automation in Construction* 68: p. 11–20, 2016.
- [6] М.М. Карпенко, М. Богдявічус. “Визначення параметрів автоматизовано-слідкуючого гідравлічного стабілізатору”. Міжнародна конференція «Актуальні проблеми автоматизації та управління». ст. 151–157, Луцьк, 2016.
- [7] М.М. Карпенко, Л.Е. Пелевін, М. Богдявічус. “Перспектива використання гідравлічного енергозберігаючого приводу”. *Техніко-технологіческие проблемы сервиса* №3(41), с.7-12, Санкт-Петербург, 2017 (ISSN 2074-1146).

Розробка моделі перфорованого циліндричного фільтроелемента ротаційного фільтра

¹Єременко Р.О., ²Браженко В.М.

науковий керівник: Бадах В.М.

Кафедра гідрогазових систем,

Національний авіаційний університет,

Київ, Україна

¹roal.yr@gmail.com, ²v_brazhenko@ukr.net

Анотація — робота присвячена розгляду можливих шляхів розробки комп'ютерної моделі перфорованого циліндричного фільтроелемента ротаційного фільтра для можливості проведення гідродинамічних розрахунків при незначних затратах комп'ютерних потужностей та часу.

Ключові слова — повнопотоковий гідродинамічний фільтр, гідравлічні втрати, комп'ютерна модель, перепад тиску, очищення рідини.

I. ВСТУП

У сучасному гідроприводі існує багато проблем пов'язаних з надійністю їх експлуатації. Одна з них очищення робочих рідин від механічних домішок, яка набула великого розповсюдження у більшості галузей промисловості. Присутність механічних частинок суттєво впливають як на фізико-хімічні властивості рідин, так і на зносостійкість деталей золотникових і плунжерних пар. Металеві частинки домішки є активними каталізаторами окислення робочих мастил, що призводить до корозії деталей гідросистеми, а наявність домішок в потоці робочої рідини може збільшувати сили тертя при попаданні їх в зазори прецизійних пар. Для запобігання таких негативних явищ пропонується використовувати повнопотокові гідродинамічні фільтри з обертювим перфорованим циліндром, які по іншому називають ротаційними фільтрами.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ротаційні фільтри мають низку недоліків, що були досліджені і вирішені в роботах [1-5], і які не дозволяють їм широко використовуватись в різних галузях промисловості. Один з таких недоліків – це гідравлічні втрати при протіканні рідини крізь досліджуваний фільтр. Вони складаються з втрат на вході, виході у фільтр та, насамперед, втрат при протіканні рідини через фільтроелемент. Так як побудова та проведення симуляції з використанням повноцінної об'ємної моделі фільтроелементу, що включає в себе геометричну побудову всіх отворів, є складною та затратною задачею, пропонується розробити специфічну модель, що дозволить проводити гідродинамічні розрахунки на циліндричній обертювій поверхні без геометричної репрезентації отворів, при цьому задаючи відповідні значення параметрично.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Ротаційний фільтр являє собою повнопотоковий фільтр з перфорованим циліндричним фільтроелементом що обертається (Рис. 1).

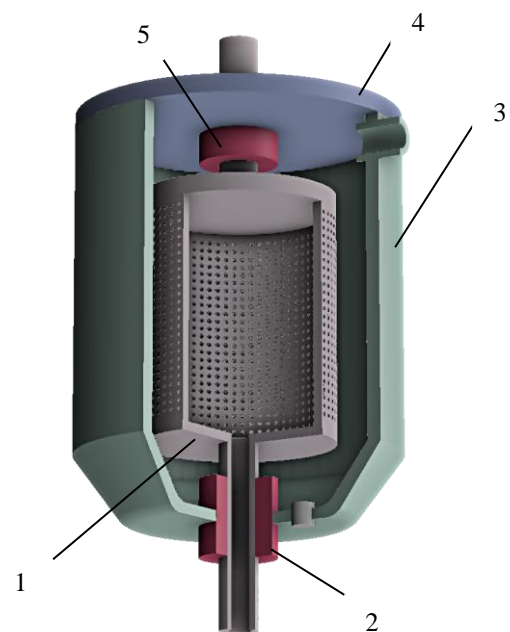


Рис. 6. Конструкція фільтра:

1 - фільтроелемент; 2 - підшипник; 3 - корпус; 4 - кришка; 5 - підшипник;

Гідродинамічні ефекти, що виникають на зовнішній поверхні фільтроелемента, безпосередньо впливають на ступінь очищення робочої рідини. Виходячи з роботи [6], в котрій проводилось моделювання течії в області окремого отвору, можна зробити висновок про складність та ресурсозатратність даного підходу, тому пропонується застосувати метод еквівалентного за опором живого перерізу струменя, спираючись на дані роботи [7].

Сутність методу полягає у визначенні еквівалентного діаметру живого перерізу струменя $d_{екв}$ через окремий отвір умовно нерухомого фільтроелемента (Рис. 2.1) з

втратами тиску, що дорівнюють втратам у випадку, коли фільтроелемент обертається (Рис. 2.2).

Таким чином, зникає необхідність у побудові складної геометрії розрахункової області комп'ютерної моделі фільтру з обертовим фільтроелементом, так як фільтроелемент у даному випадку можна представити у вигляді простої циліндричної проникної поверхні з параметричним регулюванням її характеристик.

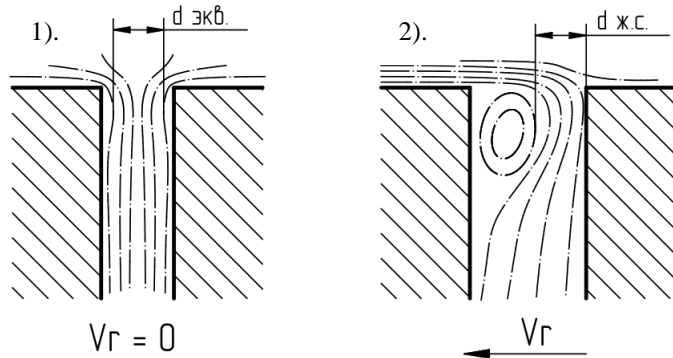


Рис. 7. Ілюстрація течії рідини через окремий отвір фільтроелемента: 1). Отвір еквівалентного нерухомого фільтроелемента; 2). Отвір фільтроелемента що обертається; V_r – колова швидкість фільтроелемента, що обертається; $d_{екв}$ – діаметр еквівалентного живого перерізу струменя; $d_{ж.с.}$ – діаметр живого струменя через отвір фільтроелемента, що обертається.

IV. ВИСНОВКИ

В даній роботі наведено принцип заміщення складної геометрії розрахункової області комп'ютерної моделі ротаційного фільтру простою геометричною поверхнею з параметрично заданими характеристиками. Даний підхід повинен значно спростити процес моделювання та проведення гідродинамічних розрахунків, в тому числі і з

використанням твердих частинок у розрахунках на ефективність очищення робочої рідини, так як взаємодію частинок з поверхнею можна відобразити статистичною моделлю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Мочалин, Е.В. Проблемы промышленной очистки жидкостей от механических загрязнений и применение ротационных фильтров / Е.В. Мочалин, А.А. Халатов // Промышленная теплотехника.- 2009.- Т. 31, №2.- С. 57 – 69.
- [2] Мочалин, С.В. Аналіз руху твердих завислих часток у ротаційному фільтрі очищення рідин з накопичувальним бункером / С.В. Мочалин, В.М. Браженко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2015. – № 1 – С. 3–9.
- [3] Мочалин, С.В. Вплив конструкції бункера у повнопоточному гідродинамічному фільтрі на рух частинок домішок / С.В. Мочалин, В.М. Браженко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2015. – № 4 – С. 15–20.
- [4] Мочалин Е.В. Эффективность оседания частиц в полнопоточном гидродинамическом фильтре при изменении размера бункера / Е.В. Мочалин, В.Н. Браженко // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2016. – Том 10. Випуск № 2 – С. 91–99.
- [5] Браженко, В. Н. Теоретическое исследование эффективности механической очистки жидкости ротационным фильтром / В. Н. Браженко // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2017. – Том 12(28). Випуск № 2 – С. 17 – 22.
- [6] Теоретическое и экспериментальное исследование сепарации механических примесей в ротационном фильтре / Браженко В.Н. // Гідроаеромеханіка в інженерній практиці: XXII міжнар. наук.-техн. конф.: мат. конф., Черкаси, 23 – 26 травня 2017 р. / ЧіПБ, – Черкаси, 2017.
- [7] Гідралічний опір радіальних каналів обертового циліндру ротаційних фільтрів / Ходченко Ф.С. // Всеукраїнський конкурс студентських робіт природничих, технічних і гуманітарних наук 2016 – 2017 н.р.: мат. конф., Суми, 23 березня 2017 р. / СумДУ. – Суми, 2017.

Аналіз схем тепловідведення в системах ротор-статор на основі чисельного моделювання

¹Коноваленко В.О.

науковий керівник: Бадах В.М.
Кафедра гідрогазових систем,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна

¹snowarchdemon@gmail.com

Анотація — В авіакосмічній техніці існує багато пристроїв, які потребують ефективного тепловідведення від обертового циліндра за умов високої надійності та масогабаритних обмежень. Пропонується спосіб підвищення ефективності охолодження роторів електричних і турбомашин без застосування більш складних схем рідинного охолодження.

Ключові слова — тепловідведення, охолодження повітрям, комп'ютерна модель, ротор-статор.

I. ВСТУП

Тепловідведення від роторів електричних машин та валів турбомашин є актуальною технічною задачею, від вирішення якої залежить ефективність сучасного енергетичного обладнання. В більшості практично значимих випадків мова йде про обертання циліндра, що нагрівається (ротора) у обмеженому просторі. Найчастіше має місце циліндрична обмежуюча поверхня (статор).

Найбільш поширеними способами охолодження роторів є продувка зазору між ротором і статором потоком повітря і прокачка рідкого охолоджувача крізь канали у роторі. Повітряне охолодження легко реалізувати технічно, але воно є обмеженим відносно малими величинами теплового потоку. Рідинне охолодження характеризується набагато більшими значеннями коефіцієнта тепловіддачі, але дуже ускладнює конструкцію та технологію виготовлення устаткування, збільшує його габарити та масу.

Нещодавно отримані нові фундаментальні результати для сполученої задачі гідродинаміки та теплообміну у потоці Куета-Гейлора з вимушеним радіальним потоком рідини (газу) крізь проникні поверхні циліндрів [1-7]. Ці результати, зокрема, демонструють можливість отримання більших значень коефіцієнта тепловіддачі від поверхні обертового циліндра при вимушеному радіальному потоці крізь зазор між ротором і статором у порівнянні з вимушеним осьовим потоком. На цій основі стає можливим розгляд питання про ефективність практичного застосування способу охолодження роторів електричних машин, а також інших пристроїв, на основі вимушеного потоку повітря крізь проникні поверхні ротору та статору. Цій науково-технічній проблемі присвячена ця робота.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Основним методом досліджень є чисельне моделювання сполученої задачі гідродинаміки та теплообміну зовні та всередині обертового циліндра із повздовжніми щілинами. Використовується метод скінчених об'ємів [9-11] із застосуванням апроксимаційних схем високого порядку та контролю збіжності, які відповідають сучасним досягненням обчислювальної гідрогазодинаміки [12-13]. Даний підхід дозволить з певним ступенем достовірності провести оцінку тепловідведення в системах ротор-статор.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Вибір SST $k-\omega$ турбулентності для моделювання потоків навколо обертового проникного циліндра базується на дослідженнях і тестуванні, які виконано у роботах [4,8].

Розглянуто три схеми охолодження обертового циліндра при значенні об'ємної щільності джерела тепловиділення $q = 10^6$ Вт/м³ та сумарній потужності тепловиділення $Q = 32$ Вт. Перша схема характеризується протіканням води через повздовжні щілини в роторі у осьовому напрямі, друга – протіканням повітря в осьовому напрямі через кільцевий зазор між непроникними поверхнями ротора і статора, третя – протіканням повітря в радіальному напрямі через перфорований (пористий) статор і повздовжні щілини в роторі.

Середня температура поверхні обертового циліндра при кутовій швидкості $\Omega = 150$ с⁻¹ для варіанта з водяним охолодженням склала $T_m = 325$ К. Для повітряного охолодження с повздовжнім та поперечним потоками крізь зазор маємо $T_m = 450$ К і $T_m = 401$ К відповідно.

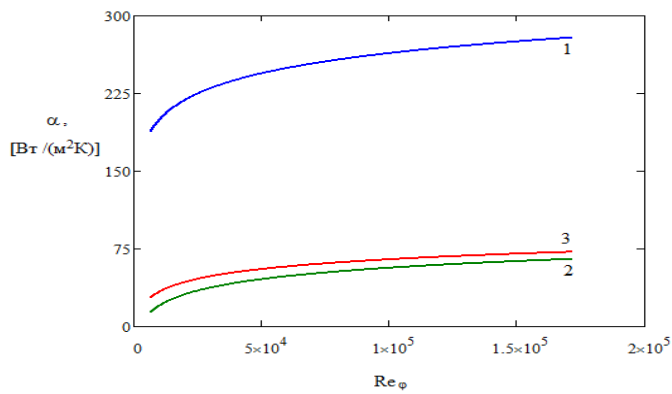


Рис.1 Порівняння схем охолодження за коефіцієнтами тепловіддачі:
1 – водяне охолодження; 2 – повітряне осьове; 3 – повітряне радіальне

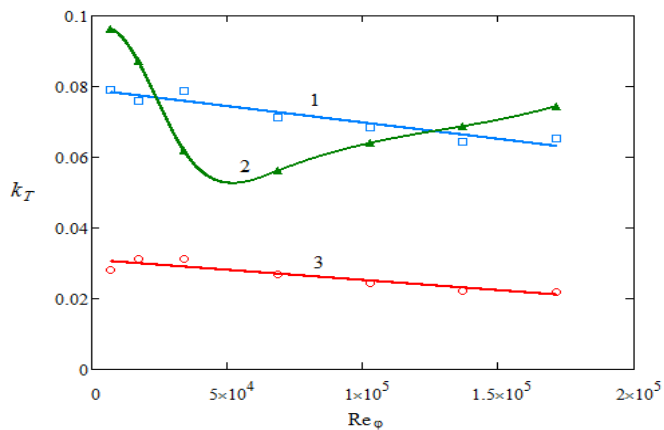


Рис.2 Нерівномірність температури поверхні ротора:
1 – водяне охолодження; 2 – повітряне осьове; 3 – повітряне радіальне

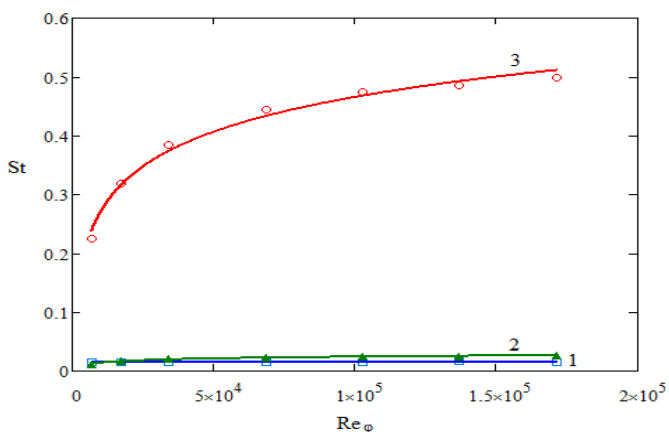


Рис.3 Порівняння безрозмірних коефіцієнтів тепловіддачі
1 – водяне охолодження; 2 – повітряне осьове; 3 – повітряне радіальне

IV. ВИСНОВКИ

Схема з радіальним потоком повітря через кільцевий зазор забезпечує меншу середню температуру ротора, на відміну від схеми з осьовим потоком повітря, найменшу із всіх схем нерівномірність охолодження і найбільше серед всіх значення безрозмірного коефіцієнту тепловіддачі. Ця

схема, на відміну від інших, нечутлива до збільшення довжини ротора. Це дозволяє розширити діапазон застосування повітряного охолодження, яке є більш технологічним в порівнянні з рідинним охолодженням, забезпечує меншу масу і габарити та більший ступінь надійності агрегату, що суттєво для авіаційної промисловості. Виконаним дослідженням обґрунтовано перспективність технічної реалізації нової схеми охолодження роторів електродвигунів в системах обладнання авіакосмічної техніки, а також створення нових конструкцій ротаційних малогабаритних теплообмінників. Застосування схеми з радіальною подачею охолоджувача перспективне для електроприводів управління рульовими поверхнями, оскільки вони зазнають великих навантажень, протидіючи шарнірному моменту при відхиленні рульової поверхні, тож характеризується значним нагрівом ротору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Мочалин Е.В. Особенности моделирования макровихревых течений жидкости вблизи вращающегося пронцаемого цилиндра [Текст] / Е.В. Мочалин // Вісник Східноукраїнського національного університету.– 2007.– №12(118).– С. 146–153.
- [2] Мочалин Е.В. Особенности проявления центробежной неустойчивости снаружи вращающегося цилиндра при протокe жидкости через его поверхность [Текст] / Е.В. Мочалин, И.Г. Мочалина // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.– Харків: НТУ «ХП».– 2010.– №57.– С. 108 – 113.
- [3] Мочалин Е.В. Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных массовых сил [Текст] / Е.В. Мочалин, А.А. Халатов.– Киев: Ин-т техн. теплофизики НАН Украины, 2010.– Т.8: Гидродинамика закрученного потока в ротационных фильтрах.– 428 с.
- [4] Mochalin Ie.V., Khalativ. A.A. Centrifugal instability and turbulence development in Taylor–Couette flow with forced radial throughflow of high intensity / Ie.V. Mochalin, A.A. Khalatov // Physics of Fluids.– 2015.– V. 27, 094102 ; doi: 10.1063/1.4930605.
- [5] Мочалин Е.В., Юрьев С.А. Интенсивность обмена импульсом и теплотой в потоке снаружи вращающегося пронцаемого цилиндра / Е.В. Мочалин, С.А. Юрьев // Промислова гідраліка і пневматика.– 2011.– №4(34).– С. 11 – 14.
- [6] Мочалин Е.В., Мочалина И.Г. Теплообмен и гидравлические потери в потоке между соосными вращающимися цилиндрами при расходном течении жидкости / Е.В. Мочалин, И.Г. Мочалина // Промислова гідраліка і пневматика.– 2013.– №2(40).– С. 41 – 46.
- [7] Мочалин Е.В., Юрьев С.А. Теплообмін і гідравличні втрати в зазорі між обертовими циліндрами / Е.В. Мочалин, С.А. Юрьев // Технологічний аудит та резерви виробництва. Том 3, №1(11)–2013.– с.46–49
- [8] Мочалин Е.В. Выбор модели турбулентности для анализа течения снаружи вращающегося пронцаемого цилиндра / Е.В. Мочалин // Восточно-европейский журнал передовых технологий.– 2007.– № 2/6 (26).– С. 20 – 26.

Особливості гальмівних систем сучасних безпілотних літальних апаратів

Литвин Юрій Олександрович
Тарасенко Тарас Валерійович
ІННАКІ НАУ
Київ, Україна
danylo_graj@ukr.net

Анотація - Проведено аналіз конструкцій і принципів роботи гальмівних систем сучасних літальних апаратів, виділено основні особливості конструкції і застосування гальмівних систем на безпілотних літальних апаратах.

Ключові слова — гальма; керування; безпілотний літальний апарат; конструкція

I. ВСТУП

Гальма літака - пристрої, призначені для скорочення довжини пробігу літака після посадки або перерваного зльоту, полегшення маневрування літака по аеродрому в процесі рулювання, забезпечення його нерухомості при випробуванні двигунів і стоянці.

Після посадки кінетична енергія літака переходить в роботу, що затрачується на подолання сил аеродинамічного опору і сил тертя, що виникають при гальмуванні коліс. Таким чином, основними вихідними даними, які визначають параметри гальмівної системи літального апарату (ЛА) є максимальна злітна маса і максимальна посадкова швидкість.

II. ОСОБЛИВОСТІ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ БПЛА

A. Складові гальмівних систем

На ЛА, як правило, існує основна система гальмування, аварійна система гальмування, стартові і стояночні гальма. Основна система призначена для гальмування при посадці ЛА, а також при русі по аеродрому (рулюванні). Аварійна система гальмування є резервною і працює за спрощеною схемою, ігноруючи протиюзову автоматика; на БПЛА здебільшого не застосовується. Стартові і стояночні гальма можуть бути суміщені. Вони необхідні для загальмування літального апарату на старті для виведення двигунів на злітний режим і при тривалій стоянці на землі.

B. Засоби керування гальмами

В системі гальмування коліс шасі застосовується три типи управління: на більшості легких літаків це ручка гальмування у вигляді важеля, що розташований на ручці управління літаком. На важких пасажирських або вантажних ЛА гальма основних коліс приводяться в дію

натисненням на верхні кромки педалей курсового управління. На більшості сучасних літаків застосовується електродистанційна система управління гальмами (ЕДСУ), яка також представлена і на всіх БПЛА у вигляді блоків трансиверів автопілота і виконавчих органів, а також кабельної або оптоволоконної проводки.

C. Виконавчі органи гальм

За типом виконавчого органу гальмівні системи підрозділяють на: колодкові, камерні та дискові. За типом робочого тіла розрізняють гідравлічні і пневматичні гальмівні системи, окрему групу становлять чисто електромеханічні системи.

На БПЛА застосовуються переважно колодкові і дискові гальма. Пневматичні гальмівні системи застосовуються на легких БПЛА, як правило з колодковими гальмами. На більш важких літаках (злітною масою понад 5 тон) застосовуються гідравлічні гальмівні системи з дисковими гальмами.

На пасажирських і вантажних літаках колодкові і камерні гальма використовувались до 50-х рр. XX ст., пізніше їм на зміну прийшли дискові гальма, які в даний час застосовуються на всіх ЛА, окрім надлегких.

D. Антиюзова автоматика

Найбільша ефективність гальмування досягається при забезпеченні граничного коефіцієнта тертя, якому б відповідало певне відносне проковзування колеса. Збільшення гальмівного моменту призводить до збільшення відносного проковзування, зменшенню коефіцієнта тертя і до подальшого повного блокування колеса - юзу, що, в свою чергу, може викликати руйнування пневматика. Щоб досягти максимальної ефективності гальмування і виключити юз, на багатоколісних шасі застосовується автоматичне регулювання гальмівного моменту. Як правило, всі гальмівні колеса обладнані автоматом розгальмування - антиюзовою автоматикою, яка запобігає повному загальмуванню колеса, зберігаючи керуваність, і що найголовніше, цілісність коліс шасі.

На машинах старих випусків (наприклад, Іл-18, Ан-24) на кожному гальмівному колесі встановлений інерційний

електричний датчик, який видає сигнал в гальмівну систему при блокуванні колеса на його розгальмовування, або інерційний гідравтомат розгальмовування (напр., на Ту-154), що безпосередньо скидає тиск в гальмівному супорті юзуючого колеса.

Не всі БПЛА обладнують автоматами розгальмовування через надлишкове ускладнення конструкції гальм і їх системи управління. На більшості важких БПЛА (Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk, General Atomics MQ-1 Predator і MQ-9 Reaper, і ін.) Застосовується антиюзова автоматика з оптоелектронними датчиками кутової швидкості і швидкодіючими електрогідравлічними клапанами розгальмовування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] И. И. Зверев, С.С. Коконин «Проектирование авиационных колес и тормозных систем.
- [2] James C. Dalton. Aviation complex planning and design criteria for unmanned aircraft systems (UAS)
- [3] J Technical Manual 1Q-4(R) A-2-DB-1, 22 April 2008, Version 07.12.001, RAC#7, Global Hawk Technical Orders, 303d AESG/LG, WPAFB, OH 45433.
- [4] В.Н. Зайцев, Г.Н. Ночевкин, В.Л. Рудаков, Ж.С. Черненко. «Конструкция и прочность самолетов».

Малогабаритний механізм повороту посадкового шасі літального апарату

¹Пушкін М. А.

науковий керівник: Тарасенко Т. В.
Кафедра гідрогазових систем,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна
demarko779@gmail.com

Анотація — винахід відноситься до галузі літакобудування, більш конкретно до механізму повороту посадкового шасі літального апарату. Технічний результат полягає в зменшенні габаритних розмірів механізму повороту шасі.

Ключові слова — шасі, механізм повороту, гідроциліндри, зубчаста рейка, габаритні розміри.

I. ВСТУП

Даний винахід стосується малогабаритного механізму повороту посадкового шасі літального апарату. Механізм повороту посадкового шасі літака зазвичай включає в себе гідроциліндри, розташовані перпендикулярно по відношенню до стійки посадкового шасі і впливають на орієнтацію передньої стійки посадкового шасі.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Технічною задачею винаходу є зменшення габаритних розмірів рухомого механізму повороту посадкового шасі літального апарату, зокрема, зменшити габаритні розміри переднього посадкового шасі, для зменшення розмірів гнізда посадкового шасі. Для цього в цьому винаході пропонується використовувати такий механізм повороту посадкового шасі літального апарату, який би містив, щонайменше, один розташований уздовж стійки посадкового шасі засіб повороту коліс посадкового шасі.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Механізм містить засіб повороту коліс (6) посадкового шасі, розташоване вздовж стійки (13) посадкового шасі, що включає гідроциліндр (2, 3, 4) і зубчасту рейку (5). Гідроциліндр впливає на зубчасту рейку (5), яка в свою чергу приводить в обертання за допомогою кутових шестерень (9, 10) зворотного ходу обертає коронну шестерню (8), що приводить в обертання кулісу (22b), яка несе на собі колеса (6) посадкового шасі. Гідроциліндр розташований уздовж верхньої труби (7) і паралельно цій трубі. Кутові шестерні (9, 10) зворотного ходу містяться перші конічне зубчасте колесо (9) з віссю (15), перпендикулярній осі стійки посадкового шасі, що знаходиться в зубчастому зачепленні з другим конічним

зубчастим колесом (10), розташованим коаксіально з коронною шестернею (8)

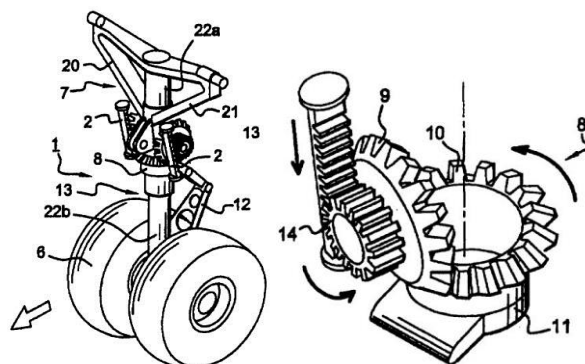


Рис. 1. Схема малогабаритного механізму повороту посадкового шасі літального апарату

IV. ВИСНОВКИ

Згідно варіанту реалізації запропонованого винаходу коронна обертова шестерня встановлена коаксіально по відношенню до стійки посадкового шасі і призводить колеса в обертання за допомогою обертового кільця, приєднаного до вилки, що служить напрямним елементом вищевказаних коліс. Таким чином, механізм повороту посадкового шасі, розташований уздовж стійки посадкового шасі, вже більш не виходить за межі посадкового шасі в напрямку, перпендикулярному зазначеній стійки, завдяки чому немає необхідності збільшувати у вертикальному та / або поперечному напрямку габарити гнізда посадкового шасі, в яке це посадочне шасі забирається після зльоту літального апарату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Системы оборудования летательных аппаратов: Учебник для студентов высших технических учебных заведений/М.Г. Акопов, В. И. Бекасов, В. Г. Долгушев и др.; Под ред. А. М. Матвеевко и В. И. Бекасова. – 3-е изд., исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 558 с.: ил.
- [2] <http://www.findpatent.ru/patent/239/2398711.html>
© FindPatent.ru - патентний пошук, 2012-2018

Експериментальне дослідження пристроїв для гідроструменевого очищення поверхонь

¹Тригуб В.Ю., ²Хомицький М.В.

науковий керівник: Бадах В.М.
Кафедра гідрогазових систем,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна

¹trygub.vlad@gmail.com, ²strenger93@hotmail.com

Анотація — робота присвячена дослідженню гідроструменевих технологій високого тиску для очищення поверхонь при проведенні ремонтних робіт. Наведено результати залежності ширини сліду очищення від відстані робочого інструменту до поверхні.

Ключові слова — очищення поверхонь, струменеві технології високого тиску

I. ВСТУП

Однією з проблем, що виникає при експлуатації та виконанні ремонтних робіт в промисловості та будівництві, є видалення забруднень, старих лакофарбових та ізолюючих покриттів, корозії та інших нашарувань різної фізичної природи. Особливо гостро ця проблема стоїть при ремонті об'єктів міського господарства, автошляхів та споруд. Сьогодні очищення поверхонь здійснюється за допомогою механічних засобів із застосуванням хімічних речовин, а також за допомогою пневматичного піскоструйного обладнання. Ці методи малоефективні, екологічно небезпечні та шкідливі для здоров'я людини. Альтернативою даному підходу є застосування для очищення поверхонь рідинних струменевих технологій високого тиску. Принцип роботи цього обладнання базується на використанні ефекту силової дії водяного струменя високого тиску на поверхню, що очищується. В загальному випадку апарати високого тиску використовуються для обробки турбін, транспортних систем, труб різного діаметра, обладнання, конденсаторів, фільтрів.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

До останнього часу практично єдиним залишався метод ручної очистки поверхні із застосуванням широкого спектру хімічних реагентів. Даний спосіб, не говорячи про низьку продуктивність та малу ефективність, несе загрозу здоров'ю персоналу і навколишньому середовищу. Крім того багато об'єктів, такі як внутрішні поверхні трубопроводів, із застосуванням ручного методу очистити практично не можливо очистити.

В даній роботі основна увага приділяється гідроабразивному способу очищення, який полягає в тому, що у високонапірний водяний струмінь додаються частки абразиву. При цьому силовий ефект дії водяного струменя

значно підсилюється. Робочим інструментом для реалізації цієї технології є гідроабразивний ежектор.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для проведення досліджень роботи обладнання гідроструменевих технологій високого тиску для очищення поверхонь розроблено експериментальну установку, схему якої показано на Рис. 1. Основними складовими гідралічної схеми стану є: система живлення та підготовки води; система високого тиску; система охолодження насоса високого тиску; система регулювання тиску та робочий інструмент.

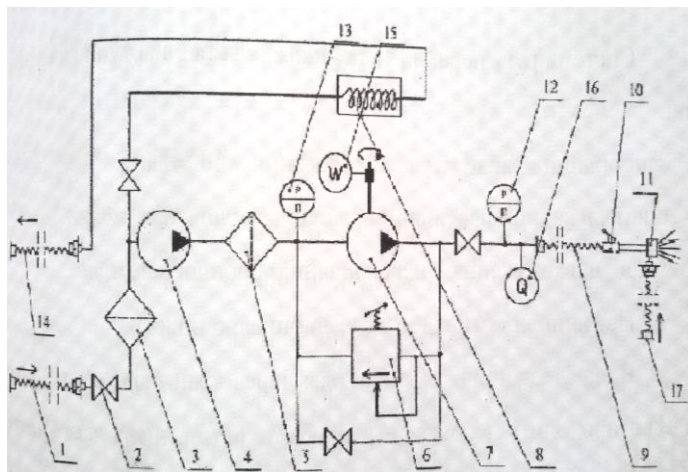


Рис. 8. Гідралічна схема експериментальної установки:

1 – рукав низького тиску (живлення); 2 – кран перекривання потоку; 3 – фільтр грубого очищення; 4 – відцентровий електронасос; 5 – фільтр тонкого очищення; 6 – запобіжний клапан; 7 – насосний агрегат високого тиску; 8 – блок системи охолодження підшипників ковзання проміжних опор штоків насоса високого тиску; 9 – рукав високого тиску; 10 – ручний гідропістолет з подовжувальною штангою; 11 – гідроабразивна насадка; 12 – манометр високого тиску; 13 – манометр низького тиску; 14 – зливний шланг системи охолодження насоса високого тиску; 15 – тахометр; 16 – витратомір; 17 – рукав подачі абразиву

Основним показником, що визначає ефективність очищення поверхні є ширина сліду очищення або ширина поверхні, що очищується гідроабразивним струменем за

один прохід до «білого металу». Приведено залежність ширини сліду від відстані сопла робочого інструменту до поверхні, що очищується (Рис. 2).

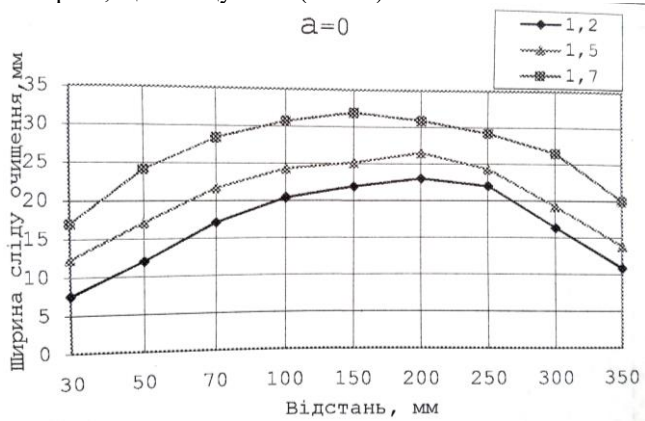


Рис. 9. Залежність ширини сліду очищення від відстані робочого інструменту до поверхні

Проводились дослідження по видаленню з технологічних поверхонь нашарувань різної фізичної природи при робочому тиску 20-50 МПа.

IV. ВИСНОВКИ

Як видно з графіку максимальна ширина сліду очищення досягається при відстані 150-200 мм від робочого інструменту до поверхні і досягає 32 мм. Очищення поверхонь малорозмірними струменями води високого тиску до 50 МПа досить ефективно усувають нашарування, руйнують його і видаляють з поверхні. Застосування абразиву, який додається в рідинний струмінь, значно підвищує ефективність процесу очищення і дозволяє суттєво підвищити енергетичні показники та якість очищення поверхонь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Белятинський А.О. Новітні гідроструменеві технології для ремонтних робіт на автошляхах. Монографія/ А.О Белятинський, В.М. Бадах, В.М. Першаков. За ред. д.т.н., проф. В.М. Першакова.- К.: ТОВ «НВФ «Славутич-Дельфін», 2017. – 100с.
- [2] Расчет и проектирование устройств гидравлической струйной техники/ В.П. Бочаров, В.Б. Струтинский, В.Н. Бадах, П.П. Таможний. – К. : Техніка, 1987.- 127 с., ил. – Библиогр.: с. 124-126.