

## Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра  
прикладної гідроаеромеханіки  
та механотроніки



## МАТЕРІАЛИ

XXI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

### ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ

присвяченої ювілею кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки  
та механотроніки



Об'єднання кафедр:

**50 років**  
Гідропневмоавтоматики  
(2015 р.)

**40 років**  
**ПГМ** (2016 р.)

**120 років**  
Гідравліки (2018 р.)

м. Київ, Україна

24-27 травня 2016 року

*Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України "КПІ"  
Механіко-машинобудівний інститут  
Спілка інженерів – механіків  
ЗАТ «Гідросила ГРУП»  
ТОВ «СІГМА ІНЖІНІРИНГ»  
Концерн «NİCMAS»*

# **МАТЕРІАЛИ**

**XXI МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА  
В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ"**

*присвяченої ювілею кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки  
та механотроніки*

**24-27 травня 2016 року**  
м. Київ, Україна

## **Материалы**

**XXI МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
"ГИДРОАЭРОМЕХАНИКА В  
ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ"**

**24-27 мая 2016 года**  
г. Киев, Украина

## **Materials**

**XXI INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND  
TECHNICAL  
CONFERENCE  
"HYDROAEROMECHANICS IN  
ENGINEERING PRACTICE"**

**May 24-27, 2016**  
Kyiv, Ukraine

**Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці", Київ, 24 – 27 травня 2016 р.:** Матеріали конференції – Київ: 2016. – 179 с.

До збірника матеріалів конференції включено тези представлених доповідей, в яких наведені результати досліджень у гідроаеромеханіці та суміжних галузях, за тематикою напрямків роботи секцій: технічна гідроаеромеханіка; гідропневмопривод та системи мехатроніки; паралельні і пневматичні машини, гідропередачі.

Збірник призначений для широкого кола науковців та спеціалістів, працюючих в галузі теоретичних досліджень та практичного використання методів і засобів гідроаеромеханіки та гідроприводу. Збірник буде корисним викладачам, аспірантам та студентам технічних вищих навчальних закладів.

#### МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

**Україна**  
**Бобир М.І.**, д.т.н., проф., директор ІММ, НТУ «ХПІ»  
**Грінченко В.Т.**, академік НАНУ, Інститут Підприємств НАНУ,  
**Дашутін Г.П.**, голова наглядової ради концерну «NCSMAS»  
**Штутман П.Л.**, голова наглядової ради «ГІДРОСИЛА»  
**Тітов Ю.О.**, генеральний директор ЗАТ «Гідросила ГРУП»  
**Артамонов А.В.**, директор ТОВ «Сігна Інжиніринг»  
**Вабич С.Е.**, заст. директора ТОВ «Сігна Інжиніринг»  
**Жарков П.Е.**, головний конструктор концерну «NCSMAS»  
**Назаренко І.І.**, д.т.н., проф., КНУБА  
**Лур'я З.Я.**, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»  
**Финельштейн З.Л.**, д.т.н., проф., ДонДУ  
**Ісаконич-Лотоцький Р.Д.**, д.т.н., проф., СІНТУ  
**Саленко О.Ф.**, д.т.н., проф., Кременчуцький державний  
 університет ім. М.Остроградського  
**Конюненко А.П.**, д.т.н., проф., Донецький національний технічний університет  
**Соснін Д.О.**, д.т.н., проф., ВУНТУ ім. В.Дала  
**Вітенько Т.М.**, д.т.н., проф., Тернопільський національний технічний  
 університет ім. І.Полуя  
**Тахенко В.М.**, д.т.н., проф., ОНПУ  
**Черкашенко М.В.**, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»  
**Гусак О.Г.**, Сумський державний університет  
**Хотас Башир**, д.філос.н., університет Аннаба  
**Сафонов А.М.**, Белоруський національний технічний університет, Мінськ  
**Недільцева Пенка**, д.т.н., проф., Габрово  
**Стричак Я.**, д.т.н., проф., Броцлавська Політехніка, Броцлав

#### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

**Голова** Яхно О.М.  
**Заступники голови:**  
**Лугоський О.Ф.**, Губарев О.П., Узунов О.В., Ковальов В.А., Зайончковський Г.Й.,  
 Струтинський В.Б., Панченко А.І., Андренко П.М., Федориненко Д.Ю., Мочалін Є.В.,  
 Веретіпнік Т.І., Лук'яненко А.В., Іванов М.І., Криль С.І., Турик В.М., Гнатів Р.М.  
**Учений секретар** Семінська Н.В.  
**Технічні секретарі** Тихошенко Л.І.  
 Гришко І.А., Беліков К.О., Коваль О.Д., Ночинченко І.В., Костюк Д.В.  
 Зілінський А.І., Корольов С.О., Галещкий О.С., Козерацький М.С., Пацьола Б.В.  
**Підготовка до друку та верстка матеріалів конференції: к.т.м. Семінська Н.В.,**  
**асп. Корольов С.О., студ. Кузьмін В.**  
**Адреса оргкомітету:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Механіко-машинобудівний інститут, кім. 299, пр-т Перемоги, 37,  
 м. Київ, 03056, Україна. Тел. (+38044) 204-86-44.  
 Е-mail: [seminskaf@ukr.net](mailto:seminskaf@ukr.net) Сайт: <http://conf.dn.ua>

Рекомендовано до друку рішенням програмного комітету конференції

#### СЕКЦІЯ І «ТЕХНІЧНА ГІДРОМЕХАНІКА»

Савченко А.Ф., Клименко С.А. Струйные технологии в прецизионной обработке современных композитов и сверхтвердых материалов.....	8
Ковалев В.А., Моделирование осесимметричных течений вязкой жидкости в резервуарах с перегородками.....	13
Ковалев В.А., Королев С.А., Бабач С.А. Численное решение задачи об обтекании промышленного мелкокаменного фильтра.....	14
Ковальов В.А., Корольов С.О., Глушенко О.В., Артамонов А.П., Особливості аеродинаміки системи вентиляції промислового об'єкта.....	15
Турик В.М., Коція В.О., Коція М.В. Крыло як вихорогенератор для керування процесом змішування потоків у вихрових камерах.....	16
Турик В.М., Бабенко В.В., Воскобойник В.А., Воскобойник А.В. Вихрові структури у середині обтічної напівацільної трубки та керування ними.....	17
Яхно О.М., Гнатів Р.М. Вплив полімерних добавок на поля швидкостей за течії рідини через радіальне розширення труб.....	18
Ковалев В.А., Хоменко Р.С. Повышение эффективности пылеулавливания дуговой сталеплавильной печи.....	19
Семенов Е.В., Мавленова О.А., Татарко Л.Г. Совершенствование математической модели процесса фракционирования отходов обогащения.....	20
Бутыко В.С., Хоменко Д.М. Оптимізація перехідного процесу автоматизованої тиску асфальто-торфяного насоса.....	23
Мочалін Є.В., Браженко В.Н. Современное состояние и направления совершенствования конструкции полнопоточного гидродинамического фильтра с архаизацией фильтрующим цилиндром.....	24
Виноградов А.Г., Яхно О.М. Учет влияния конвективного нагрева и испарения капля на экранирующие свойства противопожарной водяной завесы.....	26
Семінський О.О. Стенд для експериментального дослідження гідродинамічних характеристик і параметрів технологічних процесів у роторному апараті пульсаційного типу.....	27
Косторной О.С., Ткач П.Ю. Влия надпортовых элементов шнеку на картину течи рідини у шнековидцентровому ступені насоса.....	28
Степин Д.А., Левашов А.Н., Левашов Я.Н., Роговой А.С. Повышение пропускной способности вихревых клапанов с двусторонним выходом.....	29
Ковалев В.О., Мочалін Є.В. Обтураторы эффективной схемы тепловыведения від обертового циліндра в системах ротор-статор.....	30
Сремешко Р.О., Мочалін Є.В. Чисельне моделювання газодинаміки вихрового млина типу "гвозда форсунок".....	33
V.Ia. Savenko, O.S. Slavinaka, D.Se., A.I. Kvatsidze Effect of the hydrodynamic structure of the floodplain flow on the magnitude of the erosion zones of artificial compression.....	36
Мочалін Є.В. Розвиток турбулентності в потоке кутта-гзйлора с вимуженим радіальним теченням жидкості.....	41
Мочалін Є.В., Ходченко Ф.С. Розрахунок гідралічного опору течії рідини крізь отвори в обертovому циліндрі.....	43

Яшук О.П. Використання аналітичного методу для підвищення ефективності гідроструменевої обробки.....	124
Лашко Є.С., Сакенко О.Ф. Застосування гідровибірних різнаних для обробки вугіль-вуглецевих композитних матеріалів.....	125
Губарев О.П., Левченко О.В. Особливості визначення енергоефективності систем гідроприроду з паралельною структурою.....	126
Носиченко І.В., Сидельський В.О. Експериментальне дослідження впливу температури на характеристики дросельного тракту пневмогідрравлічного демпфера штурцюного судноу.....	127
Федотьев А.М., Федотьев Л.П. Застосування мехатронних систем при адаптивній фрезерній обробці на матеріалообробних верстатах.....	129
Skvortchevsky A.Y. Model requirements for electrohydraulic drives of combat and civilian vehicles.....	131
Козлов Л.Г., Плоткачев О.В. Визначення гідродинамічної сили на золотнику гальмівного клапана на основі імітаційного моделювання течії робочої рідини в його каналах.....	134
Струтинський С.В. Алгоритм синтезу схемних і конструктивних рішень систем приводів як основи розвитку теорії їх проектування.....	136
Губарев О.П., Бєліков К.О. Експериментальне дослідження навантажувальної характеристики модуля теплового гідроприроду.....	138
Коханський В.П., Шияйлов М.О. Досвід використання вітронасосних установок в сколіночно-чистих зонах та перспективи їх подальшого розвитку.....	139
Галєцький О.С., Узунов О.В. Застосування циклічно-модульного підходу для моделювання динамічних процесів у позиційному приводі.....	142
Гаваншурова О.С., Тижков О.В., Губарев О.П. Адаптація логіки керування в системах виконавчих пристроїв.....	143
<b>СЕКЦІЯ 3</b>	
«ГІДРАВЛІЧНІ ТА ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ, ГІДРОПЕРЕДАЧІ»	
Андренко П.М., Лебедєв А.Ю. Визначення критичного числа Рейнольдса при течії рідини у лабиринтно-гвинтовому насосі.....	146
Панченко А.І., Волошин А.А., Панченко І.А. Стенд для випробувань уніфікованого ряду гідрравлічних обертачів планетарного типу.....	147
Панченко А.І., Волошин А.А., Панченко І.А. Проектування уніфікованого ряду гідрравлічних обертачів планетарного типу.....	149
Ігнатів О.С., Найда М.В. Аналіз експериментальних досліджень роботи відцентрового насоса з однокотловими робочими колесом.....	150
Котенко О.І., Конусь В.Ю. Вдосконалення типорозмірного ряду вільновихрових насосів (СВН) для перекачування забруднених рідин та рідин, що містять тверді включення.....	151
Дранковський В.Б., Рєва К.С. Чисельне дослідження потоку рідини у підводі проточної частини оборотної гідромашини.....	152
Грабовський Г.Г., Цабрія Ю.О. Розрахунок на міцність мембрани гідрравлічного мембранного механізму.....	155
Сотник М.І., Чайка К.А., Леонтьєва О.В. Модернізація насосних станцій, що працюють на загальній колектор.....	157

Москаленко В.В., Сотник М.І. Адаптація моделювання робочого процесу проточної частини відцентрового насоса.....	159
Сотник М.І., Меломішні О.М. Залежність гідродинамічної сили від ексцентриситету розташування ротора в герметичному електронасосі.....	160
Ісаківич-Логоцький Р.Д., Івашко Є.І., Мартинювич І.В. Гідромолот з вбудованим вібробудувавцем.....	161
Сюмін Д.О., Роговий А.С., Левашов А.М. Вплив попереднього закручування потоку, що перекачується, на енергетичні характеристики вихрекамерних нагнітачів.....	162
Веселовська Н.Р., Яремчук О.А. Конструктивні та технологічні особливості електрогідрравлічних клапанів.....	163
Хованський С.О., Гречка І.П., Власко В.Л. Чисельне моделювання повітранорозподільних пристроїв припливних систем вентиляції.....	165
Вансєв С.М., Мирошніченко Д.В. Розробка іспитального модельного стенда для дослідвань вихревих турбомашин.....	166
Назаренко І.І., Король В.І. Визначення показників надійності гідроприродів підійомно-транспортного обладнання.....	167
Яким М.М. Вплив системи слідження тиску на динаміку розгону транспортного засобу, оснащеного пневмоприводом.....	169
Іванов М.І., Перелєвський О.М., Ковальова І.М., Шаргородський С.А., Гречко Р.О. Дослідження витратних характеристик насоса типу PVC.....	171
Іванов М.І., Моторна О.О., Перелєвський О.М., Козак Ю.М. Дослідження впливу параметрів модернізованого насоса-дозатора на якість роботи системи гідроб'єрного рульового керування самохідних машин.....	171
Колосенко А.П., Павлов В.А. Возможности уменьшения потерь в газоструйных аппаратах.....	173
Полішук Л.К., Коваль О.О., Лютий Б.В. Математичне моделювання динамічних процесів пристроєм керування гідроприродом для пуску конвеєра.....	175
Пулков В.С., Петренко І.О. Експериментальне дослідження кавітаційної регенерації стічного фильтросеємента.....	176
Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Гурій А.А. Методи визначення кінематичних та силових параметрів руху інструменту мобільного верстата-робота.....	177
Струтинський В.Б., Чумрина В.М., Мелконов Г.Д. Особливості проектування багатокординатного технологічного обладнання з паралельними кінематичними зв'язками.....	178
Лугоська К.О., Ябло О.М. Особливості оцінки еластичних поверхонь за допомогою ультразвукової кавітації.....	178

стісного повітря – до робочих камер двигуна від джерела живлення. Ці подоліти обумовлюються втратами повітря через рухомі контактні ущільнення в процесі роботи, втратами на подолання сил тертя, пружністю робочого тіла, обмеженням запасом потенціальної енергії в стисненому тлі та визначаються конструктивними особливостями, зокрема роторних двигунів.

Тому, науково-технічна задача підвищення ефективності функціонування пневмодвигуна мобільного транспортного засобу при роботі з автономним джерелом є актуальною та нагальною, а її вирішення сприятиме розширенню виробництва пневмотранспорту в сучасне виробництво.

Збільшення маси транспортного засобу до 1000 кг (при здійсненні перевезення корисного навантаження) значно збільшує час розгону – до 10-12с; , що потребує пошуку дієвих засобів для підтримання динаміки розгону транспортного засобу (рисунк 1).

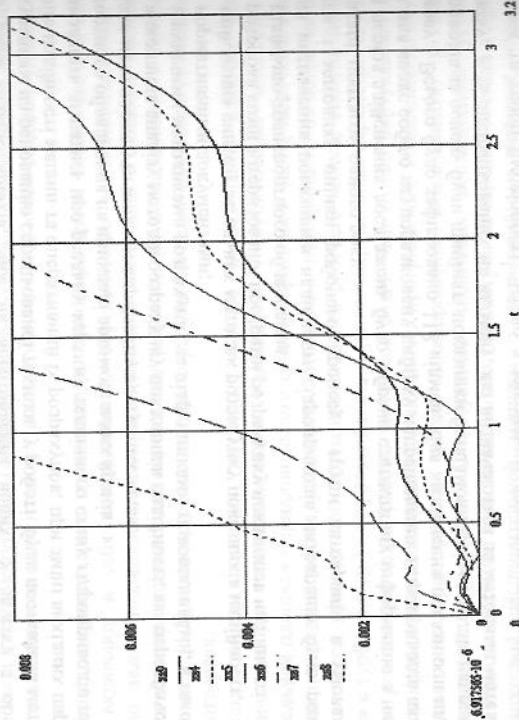


Рис. 1 – Співвідношення розгону транспортного засобу при його завантаженні корисною масою (максимальна маса -  $m=1000$  кг,  $x_4=500$  кг,  $x_5=600$  кг,  $x_6=700$  кг,  $x_7=800$  кг,  $x_8=900$  кг)

Аналіз впливу величини тиску налагодження джерела живлення на розгінну характеристику пневмотранспорту довів, що зменшення рівня тиску веде до значного зростання часу розгону, прояву коливальних явищ, порушення, особливо протягом початкового часу в 0,9-1,2с сталого набору швидкості, при цьому динамічні навантаження елементів привода можуть перевищувати статичні в 1,4-1,8 разів. Отже, очевидним є прийом зміни налагодження редукційного клапана для відповідного підвищення тиску в магістралях при збільшенні маси транспортного засобу. Така компенсація може бути досягнута введенням регулятора редукційного клапана, сполученого із піднесеною масою – наприклад, заднім мостом пневмокара (рисунк 2). При цьому більше навантаження кари веде до просідання несучих пружин мостів, і відповідного зростання тиску в магістралі живлення двигуна.

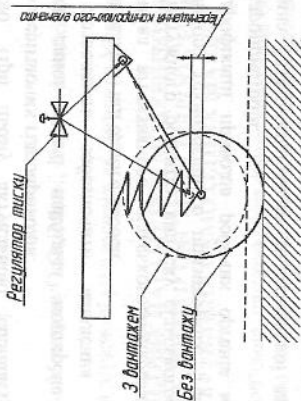


Рис. 2 – Введення додаткового регулятора редукційного клапана, що збільшує тиск повітря при зростанні маси пневмокари

На рисунку 3 побудовані залежності часу розгону транспортного засобу при зміні тиску живлення.

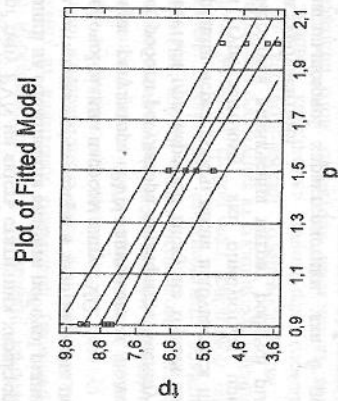


Рис. 3 – Залежності часу розгону від тиску живлення пневмодвигуна

Із побудованих графіків стає очевидним, що підвищення тиску живлення веде до зростання крутного моменту та скорочення часу розгону транспортного засобу, при максимальній масі до 1000кг тиск налагодження може становити не більше 2 МПа, за умови, що при розвантаженні кари забезпечення плавного і сталого розгону відбувається при тиску в магістралі на рівні 0,9-1,2МПа.

УДК 519.87:62-82:621.822.72:681.587.31

Іванов М.І. к.т.н. проф., Переславський О.М. к.т.н. доц., Ковальова І.М. асист., Шаргородський С.А. к.т.н. доц., Гречко Р.О. ст. Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСА ТИПУ PVC

Сучасні тенденції розвитку самохідних технологічних машин спрямовані на підвищення потужності приводів та збільшення концентрації робочих операцій, що

виконуються машиною. При цьому актуально залишається задача створення економічних та енергозберігаючих гідроприводів.

Для вирішення даної задачі найбільш поширене застосування LS – гідроприводів, які дозволяють забезпечити живлення багатьох виконавчих гідродвигунів (до 15 та більше) від одного насоса.

Значний потенціал вітчизняного сільськогосподарського машинобудування дозволяє очікувати потужного розвитку випуску сільськогосподарської техніки та самохідних машин іншого технологічного призначення. Успішна реалізація даної тенденції шляхом гідролінійних приводів робочих органів можлива при розвитку випуску необхідних гідроприводів.

ПрАТ «Гідросила АІПМ» відповідно до зазначеної задачі активно розвиває виробництво аксіальних роторно-поршневих насосів з похилим диском типу PVC.

Вимоги до якості характеристик зазначених насосів обмежують відхилення подачі насоса від устатовленого незалежно від навантаження виконавчого гідродвигуна в межах  $\pm 4\%$ . При наявності тенденцій до підвищення номінального тиску виникає необхідність розроблення відповідних заходів по удосконаленню методики вибору параметрів об'ємного насоса та його системи керування.

Моделювання роботи насосів типу PVC показало суттєвий вплив перетікань робочої рідини у регуляторі типу PVN на якість статичних характеристик насоса PVC. Даний регулятор розрахований на споживання витрати робочої рідини в межах 1,5 – 2,5 л/хв. Збільшення витрат на витікання через зазори в золотникових парах призводить до суттєвого падіння подачі робочої рідини насосом типу PVC.

Золотник-розподільник регулятора PVN виконано з додатним перекриттям робочих кромок. В процесі роботи регулятора перекриття зменшується до відкриття робочого вікна, яке відбувається при перепаді тиску на торцях золотника 20 бар. В результаті цього витрата рідини через робочі вікна відбувається при різних режимах течії – ламінарному та турбулентному, які описуються принципово різними залежностями. Відсутня методика визначення витрат робочої рідини при переході ламінарного режиму течії в турбулентний.

Для отримання узагальнюючої характеристики, яка б дозволила коректно визначити витрату робочої рідини при зміні відкриття робочого вікна в широкому діапазоні – від додатного перекриття до відкриття вікна. З цією метою запропоновано перехід від ламінарного до турбулентного режима проведення в момент, коли перекриття робочого вікна не перевищує 0,01 мм. Це дозволило отримати достатньо плавну криву залежності витрати робочої рідини при зміні в широкому діапазоні відкриття (перекриття) робочих вікон золотникового розподільника.

Отримана витратна характеристика наближена до експериментальної, що дозволило підвищити точність розрахунку характеристик насоса типу PVC. Використання уточненої характеристики витрат через золотниковий розподільник регулятора подачі PVN дозволяє обґрунтувати вимоги до припустимих значень зазорів в золотниковій парі, які мають знаходитись в межах 0,004-0,007 мм.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МОДЕРНІЗОВАНОГО НАСОСА-ДОЗАТОРА НА ЯКІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМИ ГІДРОБ'ЄМНОГО РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ САМОХІДНИХ МАШИН

Розглядається гідрооб'ємна система рульового керування для самохідних машин сільськогосподарського або іншого призначення з модернізованим насосом-дозатором, особливістю конструкції якого є відокремлення зливного дроселя від розподільної золотникової пари та виконання її у вигляді додаткового однокромкового золотника із спеціальною системою керування його положенням [1].

Досягнення якості роботи насоса-дозатора забезпечується за рахунок реалізації в ньому спеціальної системи керування положенням додаткового золотника, в якій використано спеціальний дросель керування тиском під торцем цього золотника. Дросель реалізує нелінійний закон зміни площі в залежності від зміщення золотника відносно гільзи. При невеликих кутах такого зміщення площа цього дроселя значна, що забезпечує вільне відведення робочої рідини на злив, забезпечуючи невеликий тиск в напірній магістралі при нейтральному положенні золотника та гільзи золотникової пари. При збільшенні такого зміщення, що пов'язано із збільшенням швидкості обертання рульового колеса, його площа суттєво зменшується, що забезпечує зменшення кількості робочої рідини, що відводиться на злив, та підвищення тиску в в напірній магістралі.

Розроблена математична модель системи рульового керування самохідної машини, в якій враховані параметри модернізованого насоса-дозатора. Якість роботи системи оцінюється по комплексу статичних та динамічних показників якості. При цьому розглядаються окремо показники при роботі рульової системи під час дії на шток виконавчого гідропідсилювача зустрічного та попутного навантаження. Під час дослідження впливу параметрів модернізованого насоса-дозатора на якість роботи системи гідрооб'ємного рульового керування самохідних машин розглядались параметри додаткового золотника та системи керування його положенням. Побудовані графіки залежності показників якості системи рульового керування від відповідних параметрів насоса-дозатора, що дозволило зробити висновки про міру їх впливу на функціонування системи.

### Список літератури:

1. Пат. 86521 України, МПК (2013.01) B62D 5/00. Гідролінійний рульовий механізм транспортного засобу / М.І. Іванов, Л.П. Середя, О.О. Моторна, Ю.М. Козак, О.М. Переславський; заявник і патентотримачин Винницький державний аграрний університет. – № 01264; заявл. 04.02.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1, 2014 р.

## ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ В ГАЗОСТРУЙНЫХ АППАРАТАХ

Струйный аппарат (СА) – устройство для нагнетания или выкачивания газообразных, жидких или смесных веществ. Его работа основана на обмене механической энергии