

Міністерство освіти і науки України

Національний  
технічний  
університет України  
"Київський  
політехнічний  
інститут"



Механіко-  
машинобудівний  
інститут

Кафедра прикладної  
гідроаеромеханіки та  
механотроніки

 УкрГідравліка

Асоціація підприємств-виробників  
гідролічного обладнання  
«УКРГІДРАВЛІКА»

ТОВ «СІГМА ІНЖИНІРИНГ»



# МАТЕРІАЛИ

*XX МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ*

## ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ

26-29 травня 2015 року

м. Київ, Україна

**Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці", Київ, 26 – 29 травня 2015 р.:** Матеріали конференції – Київ: 2015. – 163с.

До збірника матеріалів конференції включено тези представлених доповідей, в яких наведені результати досліджень у гідроаеромеханіці та суміжних галузях, за тематикою напрямків роботи секцій: технічна гідромеханіка; гідропневмопривод та системи мехатроніки; гідравлічні 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

<b>Україна</b>	<b>Бобир М.І.</b> , д.т.н., проф., директор ММІ, НТУУ «КПІ»
	<b>Грінченко В.Т.</b> академік НАНУ, Інститут Гідромеханіки НАНУ,
	<b>Никифорович Є.І.</b> чл. кор. НАН України, Інститут Гідромеханіки НАНУ
	<b>Тітов Ю.О.</b> голова Ради Асоціації «Укргідравліка»,
	генеральний директор ЗАТ «Гідросила ГРУП», Кіровоград
	<b>Артамонов А.В.</b> директор ТОВ «Сігма Інжиніринг», Київ
	<b>Бабич С.Е.</b> заст. директора ТОВ «Сігма Інжиніринг», Київ
	<b>Назаренко І.І.</b> д.т.н., проф., КНУБА
	<b>Лур'є З.Я.</b> д.т.н. проф., НТУ «ХПІ»
	<b>Фінкельштейн З.Л.</b> д.т.н. проф., ДонДТУ,
	<b>Іскович-Лотоцький Р.Д.</b> д.т.н., проф., СУНТУ
	<b>Саленко О.Ф.</b> д.т.н., проф., Кременчуцький державний
	університет ім. М.Остроградського
<b>Кононенко А.П.</b> д.т.н., проф., Донецький національний технічний університет	
<b>Сьомін Д.О.</b> д.т.н., проф., ВУНТУ ім. В.Даля	
<b>Вітенько Т.М.</b> д.т.н., проф., Тернопільський національний технічний	
університет ім. І.Пулюя	
<b>Тихенко В.М.</b> д.т.н., проф., ОНПУ	
<b>Черкашенко М.В.</b> , д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»	
<b>Алжир</b>	<b>Хогас Башир</b> д.філос.н., університет Аннаба
	<b>Сафонов А.И.</b> Белоруський національний технічний університет, Мінськ
<b>Білорусь</b>	<b>Христо Славчев</b> д.т.н., проф., Габрово
<b>Болгарія</b>	<b>Стричек Я.</b> д.т.н., проф., Вроцлавська Політехніка, Вроцлав
<b>Польща</b>	

### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

**Голова** Яхно О.М.

#### Заступники голови:

Луговський 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., Веретільник Т.І., Лук'яненко А.В., Іванов М.І., Криль С.І., Турик В.М., Гнатів Р.М.

**Вчений секретар** Семінська Н.В.  
**Технічний секретар** Тимошенко Л.І.

Гришко І.А., Беліков К.О., Коваль О.Д., Левченко О.В., Ночниченко І.В., Костюк Д.В.  
Зілінський А.І., Корольов С.О., Галецький О.С., Цибрій Ю.О., Кочіна М.В.,

**Підготовка до друку та верстка матеріалів конференції: к.т.н. Семінська Н.В., асп. Корольов С.О., студ. Кузнєцов А.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) 406-86-44.

E-mail: [seminska@ukr.net](mailto:seminska@ukr.net) Сайт: <http://pam.kpi.ua>

Рекомендовано до друку рішенням програмного комітету конференції

### СЕКЦІЯ 1 «ТЕХНІЧНА ГІДРОМЕХАНІКА»

<b>Семененко Е.В., Киричко С.Н.</b> Новая технология складирования пульп с концентрацией пасты.....	8
<b>Семененко Е.В., Медведева О.А.</b> Особенности расчета параметров гидротранспорта при добыче техногенных россыпей из хранилищ отходов обогащения.....	12
<b>Семененко Е.В., Татарко Л.Г.</b> Обобщенный коэффициент трения частиц твердой фазы при течении гидросмеси по трубам из полиэтилена.....	15
<b>Весков Е.В.</b> Расчет нестационарных процессов в системе заправки ракеты-носителя..	18
<b>Бондаренко Г.А., Бага В.Н.</b> Особенности течения газа в лабиринтном уплотнении...	20
<b>Веретельник Т.И., Себко А.В.</b> Математическая модель теплообмена парогазового пузырька с окружающей жидкостью.....	21
<b>Веретельник Т.И., Соломаха Н.В., Себко А.В.</b> Выбор модели турбулентности при расчете гидродинамических параметров в кавитационных устройствах.....	22
<b>Веретельник Т.И., Соломаха Н.В.</b> Комплексная технология очистки воды.....	23
<b>Виноградов А.Г.</b> Эквивалентный диаметр капель струй распыленной воды и его зависимость от технических параметров.....	24
<b>Вітенько Т.М., Зарецька Т.В.</b> Дослідження впливу кавітаційних ефектів на процес вилучення бар з рослинної сировини.....	25
<b>Яхно О.М., Гнатів Р.М.</b> Візуалізація примежового шару за прискореної течії в'язкої рідини в циліндричній трубі.....	26
<b>Зілінський А.І., Луговський О.Ф.</b> Застосування ультразвукової кавітації при підготовці робочої рідини.....	27
<b>Яхно О.М., Мачуга О.С.</b> Ексергійний аналіз та метод варіаційних нерівностей в деяких задачах гідромеханіки.....	28
<b>Коноваленко В.А., Мочалін Є.В.</b> Численное моделирование гидродинамики и теплообмена в вихревой трубе.....	29
<b>Мочалін Є.В., Браженко В.Н.</b> Влияние конструкции буфера для осадка на гидродинамику полнопоточного динамического фильтра с вращающимся фильтрующим цилиндром.....	31
<b>Мочалін Є.В., Єременко Р.О.</b> Гідродинаміка відцентрового класификатора водовугільного палива.....	32
<b>Мочалін Є.В., Ходченко Ф.С.</b> Гідравлічні особливості течії рідини крізь отвори у обертовому циліндрі.....	33
<b>Студинський В.А., Позняков П.Б., Саленко О.Ф.</b> Підвищення ефективності очищення складних просторових поверхонь струминними методами.....	34
<b>Холодний В.Ю., Коваль Є.С., Саленко О.Ф.</b> Вплив умов витікання струменя на розсіювання потужності випромінювання у плямі на поверхні обробки.....	37
<b>Сохацький А.В.</b> Математичне моделювання аеродинаміки транспортного апарата з використанням рівнянь Нав'є-Стокса.....	40
<b>Турик В.М., Кочін В.О., Кочіна М.В.</b> Вплив керувальних дій вихорогенераторів флатерного типу на формування структури вхідного потоку вихрової камери.....	42
<b>Гравовський Г.Г., Цибрій Ю.О.</b> Моделювання процесу обігріву розплаву титану з урахуванням його течії. Аналіз результатів моделювання.....	43
<b>Шевчук Л.І., Афганазів І.С., Строган О.І.</b> Резонансний електромагнітний віброкавігатор для очищення стоків харчових підприємств.....	45
<b>Бадах В.М.</b> Обладнання для очищення технічної води з метою її повторного використання.....	49
<b>Берник І.М., Луговський О.Ф.</b> Енергетика кавітаційної області.....	50

Беліков К.О., Ганпанцурова О.С., Кузнецов А.В., Губарев О.П. Експериментальне дослідження модуля теплового гідроприводу.....	109
Ганпанцурова О.С., Тьжнов А.В., Губарев А.П. Особенности управления гидроприводом в неустановившихся режимах и условиях эксплуатации.....	111
Муращенко А.М., Тижнов О.В. Методика розрахунку часу стабілізації витрати в каналі гідропривода.....	112
Ганпанцурова О.С., Пига І.В., Мотроненко Д.О., Губарев О.П. Визначення часу стабілізації та температури теплового балансу для систем гідроприводу з одним режимом експлуатації.....	113
Назаренко І.І., Дядов О.П. Створення самоадаптованих робочих органів на основі застосування гідроприводів.....	115
Назаренко І.І. д.т.н., проф., Свідерський А.Т. Прогнозування комбінованого режиму коливання робочого органу гідравлічного ушільнювача.....	115
Ночніченко І.В., Галецький О.С., Сідлецький В.О. Шляхи підвищення термостабільності робочої характеристики пневмогідравлічного демпфера.....	116
Узунов О.В., Галецький О.С., Новосад А.А. Дослідження точності позиціонування приводу на основі пневмогідравлічного дозатора з програмним керуванням.....	118
Поліщук Л.К., Коваль О.О. Гідропривод конвеєра мобільного комплексу для холодного фрезерування асфальтного дорожнього покриття.....	120
Ночніченко І.В., Узунов О.В. Визначення коефіцієнту витрати для донного клапанно-дросельного вузла гідравлічного автомобільного демпфера.....	121
Гущин О.В., Гушин В.М. Разработка высокоэффективных способов пневматического транспортирования с использованием структурированных режимов движения аэросмесей.....	122
Веретільник Т.І, Циба О.А., Коротун С.В. Перспективи використання орбітально-роликових гідромашин в гідроприводах мобільних машин.....	123

### СЕКЦІЯ 3

#### «ГІДРАВЛІЧНІ ТА ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ, ГІДРОПЕРЕДАЧІ»

Емельянова И.А., Задорожный А.А., Меленцов Н.А. Влияние конструктивного решения шиберного распределительного устройства гидравлических насосов на их подачу строительных смесей.....	126
Іскович - Лотоцький Р.Д., Івашко Є.І. Гідромолот з двокаскадним вібро-збуджувачем.....	128
Мирошниченко В.В., Борисов Н.А. Арсеньев В.М. Струйные термокомпрессорные модули для утилизации термического потенциала вторичных энергоресурсов газотурбинных двигателей.....	129
Мирошниченко В.В., Политучий С.В., Арсеньев В.М. Энергетический анализ газотурбинной установки с системой охлаждения циклового воздуха перед его компрессией.....	130
Панченко А.І., Волошина А.А., Оберніхін Ю.П. Методологія проектування елементів розподільних систем гідрообертачів планетарного типу.....	131
Панченко А.І., Волошина А.А., Панченко І.А. Методологія проектування елементів витискувальних систем гідрообертачів планетарного типу.....	133
Ратушний О.В., Ковальов І.О. Удосконалення допатевої гратки робочого колеса відцентрового насоса з метою підвищення його напівності.....	135
Сьомін Д.О., Роговий А.С. Особливості енергообміну в обертових потоках рідини... ..	137
Ткач П.Ю., Єлін О.В. Структура потоку течії рідини у шнековідцентровому ступені насоса з надроторними елементами.....	138

Ванев С.М. Усик Ю.Ю. Получение характеристик экспериментальной струйно-реактивной турбины с помощью программного комплекса FLOWVISION.....	139
Чередник В.М. Ерліфтний комплекс для розробки будівельного матеріалу з dna водоймища.....	140
Шудрик О.Л. Чисельне прогнозування інтегральних характеристик в ступені заглибного відцентрового насоса EBH5-80.....	141
Литвин О.В., Ящук І.Р. Взаємозв'язок морфології затискнутого патрона з особливостями конструктивно-функціонального синтезу структур.....	143
Сємні Д.А., Левашов А.Н., Левашов Я.Н. Совершенствование рабочих характеристик вихрекамерных нагнетателей.....	144
Бойко С.В., Федориненко Д.Ю., Сапон С.П. Підвищення ефективності гідростатичних опор.....	145
Сьомін Д.О., Левашов А.М., Левашов Я.М. Профілювання проточної частини вихрового клапану з дифузюрним виходом.....	146
Моторна О.О. Вибір показників якості для оцінки функціонування гідрооб'ємної системи рульового керування самохідних сільськогосподарських машин.....	147
Саленко О.Ф., Габузьян Г.В., Нікітін В.А. Застосування функціонально орієнтованого підходу для маскового різання та оброблення сандвіч-композицій.....	148
Носко С.В. Дослідження і розробка пристрою для перемішування технологічних компонентів.....	151
Козыряцкий Л.Н., Скрыль Г.К. Добыча шлама из шламонакопителей, приготовление и транспортировка ВУГ.....	152
Іванов М.І., Переяславський О.М., Ковальова І.М., Рязанцев М.Ю., Гречко Р.О. Аналіз роботи підшипникового вузла лопатки насоса PVC 1.63.....	153
Хованський С.О., Гречка І.П. Розрахункові дослідження теплового стану приміщень.....	154
Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я. Метод оцінки точності верстата з паралельними кінематичними структурами по результатам обробки спеціальної контрольної деталі.....	155
Лобуренко М.В., Папченко А.А. Створення завихрочавів потоку та дослідження їх впливу на характеристику мережі.....	156
Барикін О.О., Ковальов С.Ф., Овчаренко М.С., Папченко А.А. Фізичне дослідження впливу геометричних параметрів статорного апарата на наосну та енергетичну характеристику багатофункціонального теплогенеруючого агрегату.....	157
Саленко О.Ф., Яциня М.М., Забезпечення динамічної сталості пневмодвигуна з кільцевим ротором, встановленого на транспортному засобі.....	158
Криштоп І.В., Гусак А.Г., Герман В.Ф. Проектирование энергоэффективного свободновихревого насоса типа «TURO».....	161

$$\Delta P_{\text{дон.}} = pV_y \frac{\partial}{\partial y} \left( \int_0^y \frac{\partial V_x}{\partial x} dx \right) \quad (2)$$

де  $p$  - густина рідини.

Турбулентну течю на гідродинамічній початковій ділянці можна описати диференціальним рівнянням:

$$p \frac{\partial V_x}{2\partial x} = \lambda \frac{V_x}{2H} + \mu \left( \frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт тертя;  $\mu$  - динамічна в'язкість.

Рішення рівняння (3) дає можливість описати картину течії вязкої рідини в області раптового звуження каналу і визначити поперечну складову швидкості та додаткові втрати тиску на початковій ділянці.

Проведений аналіз гідродинамічних характеристик потоку в зоні місцевого опору дає можливість розробити конструктивне рішення каналів формуючої головки пристрою для перемішування екструдата із технологічними компонентами.

Перед діафрагмою, що розташована в предметочній порожнині фільтри, в зв'язку з раптовим звуженням каналу, в потоці екструдованого матеріалу виникають вихрові застійні зони з пониженим тиском. При подачі технологічного компонента через канали діафрагми в вихрові застійні зони відбувається відрив вихору, турбулізація потоку, і як наслідок, ефективне перемішування екструдованого матеріалу з компонентом.

#### Список літератури

1. Носко С.В., Шевчук А.А. Структура потоку в каналах складної конфігурації при радіальному подводе додаткового рас ходу. (Текст) / С.В.Носко, А.А.Шевчук Восточно-европейский журнал передових технологій., 2013 № 2/7 (62). - С.57-60

УДК 622.278

Козыряккий Л.Н., к.т.н. проф., Скрыль Г.К., магистрант  
Донецкий Национальный технический Университет

### ДОБЫЧА ШЛАМА ИЗ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ, ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ВУТ

В настоящее время в использовании водоугольного топлива заинтересованы в первую очередь страны, которые, не имея собственных запасов природного газа и нефти, стремятся выйти из экономической зависимости от иностранных поставщиков.

Исследования показали, что на территории Украины заскладировано до 3 млрд. тонн отходов добычи и обогащения угля. Только в антрацитовых отвалах Донецкой и Луганской областей накоплено около 500 млн. тонн сухих отходов шахт и около 150 млн. тонн отходов обогащательных фабрик.

Строительство технологических комплексов с механизированной выемкой шлама из шламонакопителя земснарядом и с обогащением его на компактных установках с вихревыми сепараторами, обезвоживание и отгрузка концентрата на ТЭС является перспективным к данному вопросу проявляют повышенное внимание не только предприятия угольной промышленности — истинные владельцы ресурсов, но и различные коммерческие структуры, индивидуальные предприниматели.

В ДонГТУ была разработана технология добычи шлама, которая была опробована на дальнейшем шламонакопителе ЦОФ «Октябрьская» Донецкой области с помощью гидравлической схемы эрлифтно-земснарядного комплекса, которая является наиболее

перспективным направлением добычи шлама и гидротранспортировкой его к обогащательным фабрикам.

В настоящее время работает установка на ЦОФ "Суходольская" (Краснодонский район) производительностью 320 тыс. т в год по исходному шламу. Аналогичные установки действуют на ЦОФ "Калининская" и Макеевском коксохимзаводе (Донецкая обл.), а также на базе шахты «Довжанская-Капитальная» был опробован пилотный проект по приготовлению ВУТ. По оценкам Минуглепрома Украины, внедрение новой технологии поможет предприятию ежегодно сэкономить до 10 млн. м<sup>3</sup> природного газа.

Важным вопросом ВУТ в настоящее время является технология его хранения и транспортировка к потребителю. Высокая эффективность трубопроводного транспорта природного газа и нефтепродуктов, стройматериалов и отходов обогащения стимулировала в середине прошлого века развитие гидравлического транспорта угля.

Во многих схемах гидротранспорта используются вертикальные или наклонные участки, например, подъем твердого материала из подземных выработок или со дна различных водоемов при добыче полезных ископаемых; подъем капельной жидкости (воды, нефти и др.) на дневную поверхность. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, иногда весьма целесообразно использовать эрлифтные установки.

Нужны дополнительные исследования, чтобы сделать их простыми и полностью автоматизированными. Это особенно актуально в Донецком регионе, где можно осуществлять транспортировку ВУТ на большие расстояния, используя резервные трубопроводы.

Выполненный анализ изученности и состояния вопроса добычи шлама из шламонакопителей Донбасса, приготовление на этой основе ВУТ и транспортировка его показали, что в этой области накоплен большой теоретический и практический опыт, но необходимы дополнительные исследования для практического их применения.

УДК 519.87:62-82:621.822.72

Иванов М.І., к.т.н., проф., Переяславський О.М., к.т.н., доц., Ковальова І.М.,  
Рязанцев М.Ю., Гречко Р.О.

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

### АНАЛІЗ РОБОТИ ПІДШИПНИКОВОГО ВУЗЛА ЛЮЛЬКИ НАСОСА PVC 1.63

Подальше удосконалення конструкції сільськогосподарських машин за основну тенденцію має підвищення рівня гідрофікації їх робочих органів. Підвищення робочих швидкостей сільськогосподарських машин до 20 км/год, максимального тиску в гідросистемах до 480 бар вимагає суттєвого підвищення рівня характеристик комплектуючих гідроагрегатів. Виробники промислової гідравліки приділяють значну увагу підвищенню технічного рівня гідравлічного обладнання, в тому числі аксіальних роторно-поршневих насосів, які останнім часом знаходять все більш широкого використання в практиці сільськогосподарського машинобудування.

Насос типу PVC 1.63, виробництва ПАТ «Гідросила АПМ» (м. Кіровоград), в своєму складі має пристрій регулювання подачі робочої рідини в залежності від умов роботи гідравлічної системи, який забезпечує постійну величину витрати у гідролінії, за якою робоча рідина надходить до виконавчого гідродвигуна. Стабілізація витрати робочої рідини забезпечується системою управління шляхом зміни кута нахилу люльки і, відповідно, робочого об'єму насоса. Точність повороту люльки залежить від характеристик підшипникового вузла, який є опорами цапф люльки. З іншого боку навантаження підшипників люльки відбувається шляхом прижиму її до опор плунжерами, які знаходяться у зоні високого тиску. Через пульсації тиску у лінії нагнітання аксіального роторно-

поршневого гідронасоса, сила прижиму люльки до робочих поверхонь підшипника також буде непостійною в межах до 3%. В той же час очевидно, що висока частота пульсацій тиску (~ 300 Гц) при відповідній масивності люльки призводить до виникнення ефекту фільтру вказаних коливань.

В практиці розробки і виготовлення аксіальних роторно-поршневих насосів типу PVC прийнято зсувати вісь повороту люльки від осі обертання блока циліндрів. Вважається, що таким чином створюється додатковий крутний момент на люльці, який має збільшити момент, спрямований на збільшення кута повороту люльки.

Проведений аналіз зміни величини моменту повороту люльки відносно осі цапф показав, що дійсно силова дія плунжерів на площину люльки призводить до створення моменту, який повертає люльку в напрямку збільшення кута її нахилу. Виявилось, що величина даного моменту має пульсуючий характер (частота коливань ~ 600 Гц) та залежить від величини зсуву  $\Delta$  осі цапф відносно осі блока циліндрів. Так, при величині зсуву  $\Delta = 5$  мм, момент повороту люльки змінюється в межах  $M_n = 0,34 - 0,04$  Н·м, при зсуві  $\Delta = 4$  мм  $M_n = 0,3 - 0,01$  Н·м, при зсуві  $\Delta = 3$  мм  $M_n = 0,26 - 0,02$  Н·м. Від'ємне значення моменту повороту люльки свідчить, що в певному кутовому положенні блока циліндрів при зменшенні  $\Delta$  виникають моменти, які намагаються повернути люльку в бік зменшення кута нахилу люльки.

В той же час слід зазначити, що момент повороту люльки в положення максимальної подачі під дією пружини системи управління становить  $M_{up} = 7,27 - 4,26$  Н·м. Таким чином, момент, створений за рахунок зсуву осі повороту люльки не перевищує 4% від моменту, який викликаний пружиною системи управління.

Подальші дослідження характеристик підшипникового вузла передбачають дослідження впливу параметрів гідравлічної системи гідростатичних підшипників та заходів по підвищенню рівня їх характеристик.

#### УДК 621.65

Хованський С.О., к.т.н.

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Гречка І.П., к.т.н.

НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

### РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПРИМІЩЕНЬ

Сьогодні як ніколи гостро стоїть питання економії теплоенергії у зв'язку з енергетичною кризою, що є причиною багатьох негативних явищ в економіці України. Майже 30% всієї виробленої теплоенергії в Україні використовують приватні домовласники, при цьому 80% витрачається на опалення приміщень. Тому питання: як зменшити вартість опалення будинків є винятково важливим. Дослідження теплового стану в приміщеннях та розроблення заходів щодо підвищення енергоефективності і покращення комфортних умов потребує великої кількості експериментів.

Для того, щоб заощадити на опаленні, але при цьому отримати значний рівень комфорту необхідно спочатку провести значну кількість трудомістких вимірювань, а потім розрахувати порівняти різні варіанти та вибрати найбільш раціональний. Але при проведенні таких робіт виникають проблеми: наявність дорогоцінного обладнання для вимірювань, складність, а іноді навіть неможливість проведення вимірювань та технічних розрахунків. Тому, у світовій практиці починають використовувати чисельне комп'ютерне моделювання об'єктів, яке дозволяє розглянути значну кількість варіантів при проектуванні та обрати оптимальний і точки зору енергоефективності, комфорту, безпеки. Також даний метод дозволяє змодельувати вже існуючий об'єкт, оцінити його ефективність роботи та знайти шляхи модернізації.

Ціль роботи – розробка розрахункової моделі, яка б дозволила дослідити вплив нестационарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення. При цьому вирішені наступні задачі: досліджено процес прогрівання приміщення в часі при використанні різних типів опалення; досліджений характер руху повітря всередині приміщення під впливом термогравітаційної конвекції; отримані аналітичні залежності розподілу температури по висоті приміщення при застосуванні різних типів опалення.

Для виконання поставленої мети в роботі була створена тривимірна модель приміщення та досліджувався вплив нестационарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення на його загальний тепловий стан. Вирішення задачі здійснювалось у програмному продукті ANSYS CFD за допомогою вбудованих моделей: гравітації, теплообміну, турбулентності тощо. Була розроблена розрахункова модель, що дозволяє отримати дані про розподіл температури, швидкості руху повітря, наявність вихроутворень та зон застою в процесі прогрівання приміщення. Розглянуто вплив розміщення опалювальних приладів залежно від розташування зовнішніх дверей, вікон, меблів тощо. Проаналізовано розподіл температурних полів та полів швидкостей руху повітря залежно від типу опалення та зміни граничних умов, за допомогою радіаторів і системи «тепла підлога». Отримані аналітичні залежності зміни температури, осередненої по об'єму та висоті приміщення, від часу прогрівання приміщення в аналітичному вигляді.

Розроблено модель, що описує теплові режими в приміщенні, яка дозволяє отримувати значення тепловитрат різних типів приміщень. За допомогою розробленої моделі можна оцінювати дотримання комфортних умов у приміщеннях будівель різних типів, проводити аналіз шляхів зменшення тепловитрат, а також розраховувати ефективність введення регулювання для зниження споживання енергоресурсів.

Отримані результати та подальші дослідження нестационарних процесів прогрівання приміщень можуть бути в майбутньому використані при розробці систем автоматичного регулювання систем опалення, таких як чергове, пофасадне тощо.

#### УДК 62.231

Струтинський В.Б., д.т.н., проф., Юрчишин О.Я., к.т.н., доц.

НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

### МЕТОД ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ ВЕРСТАТА З ПАРАЛЕЛЬНИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ СТРУКТУРАМИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБРОБКИ СПЕЦІАЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ ДЕТАЛІ

Визначення точності багатокординатних верстатів з паралельними кінематичними структурами являє собою актуальну наукову проблему. Їх вирішення є основою більш широкого застосування верстатів даного типу.

Багатокординатні верстати з паралельними кінематичними структурами є прогресивним технологічним обладнанням. На таких верстатах здійснюється ефективна обробка деталей середньої точності із складними криволінійними поверхнями. Контроль точності верстата при обробці криволінійних поверхонь утруднено по причині відсутності у технологічній системі верстата прямолінійних та обертових рухів.

Запропонований метод оцінки точності верстата базується на обробці спеціальної деталі, що має ряд поверхонь, виміри яких дають об'єктивні дані для оцінки точності верстата. Деталь обробляється із спеціально виготовленої заготовки. Заготовка має базову плоску поверхню та перпендикулярну їй базову циліндричну поверхню. Дані поверхні визначають базову площину координат ху та вісь z. Для визначення положення взаємно перпендикулярних вісей служать грані на поверхні заготовки. Всі вказані поверхні зберігаються при обробці заготовки на верстаті.