

Секція: Енергетика та енергозбереження

11. Науково-технічні проблеми дослідження теплових двигунів, перетворювачів енергії різних типів. 11.3. Конструкції та техніко-економічні показники двигунів. Обкатка та експлуатаційні режими, методи їх розрахунків і моделювання.

Назва пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки згідно з Законом

України: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

за завершеною науково-дослідною роботою за 2012 - 2014 роки

(Характер НДР: **фундаментальне дослідження**)

1. Тема НДР: Наукові основи та практичні методи проектування вискоелективних енергетичних установок – автомобільного двигуна та пневматичного транспорту.

2. Керівник НДР: д-р техн. наук, проф. Міщенко Микола Іванович

3. Номер державної реєстрації НДР: 0112U001030

4. Номер облікової картки заключного звіту: 0215U004364

5. Назва вищого навчального закладу, наукової установи: ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

6. Терміни виконання: початок - 01.01.2012, закінчення - 31.12.2014

7. Обсяг коштів, виділених на виконання НДР за весь період (згідно з запитом / фактичний): 600 / 583 тис.грн.

8. Короткий зміст запиту:

Предмет дослідження: – методи і моделі проектування безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів в часткових навантаженнях;

– інтегральні методи розрахунку аеродисперсних потоків у трубопроводах і живильниках пневматичного транспорту.

Об'єкт дослідження: – чотиритактний автомобільний двигун нетрадиційної конструкції з модульним відключенням циліндрів, процес розроблення та аналізу систем двигуна;

– аеродисперсні потоки в трубопроводах і живильниках пневматичного транспорту.

Мета науково-дослідної роботи: – розробка теоретичних основ і практичних методів створення двигуна нетрадиційної конструкції для легкового автомобіля з конкурентоспроможним рівнем паливо-економічних і екологічних показників; – проектування пневматичного транспорту з високими техніко-економічними показниками.

Основні завдання, задачі чи проблеми, які необхідно було вирішити для досягнення мети: – Визначити концепцію нового двигуна як основи для його дослідження та проектування. Оцінити стан розрахункових методів дослідження двигунів з модульним відключенням циліндрів.

– Розробити комплекс математичних моделей з програмним забезпеченням для проведення розрахункового дослідження робочого процесу чотиритактного двигуна та вибору ефективних способів регулювання модульного відключення циліндрів.

– Розробити принципові рішення конструкції автомобільного чотиритактного безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів. Спроекувати та виготовити на основі розроблених математичних моделей лабораторні та експериментальні зразки безшатуного двигуна, що забезпечують способи модульного відключення циліндрів.

– Провести розрахунково-експериментальні дослідження. Дати економічну і екологічну оцінку доцільності розробок та пропозицій щодо нового двигуна нетрадиційної конструкції для легкового автомобіля.

– Провести порівняльний аналіз існуючих методів аеродинамічного розрахунку

пневматичного транспорту.

- Розробити нові методи розрахунку параметрів аеродисперсних потоків у трубопроводах і живильниках пневматичного транспорту.

- Спроекувати та виготовити на основі теоретичних положень та моделей лабораторні й промислові зразки живильників, трубопроводів і ін. пневматичного транспорту.

- Довести на підставі проведення розрахунково-експериментальних досліджень економічну доцільність розробок.

9. Опис процесу наукового дослідження: Методи наукових досліджень – аналітичні та експериментальні. Метод математичного моделювання використано для дослідження робочого процесу двигуна та механізму модульного відключення циліндру, а також живильника пневмотранспорту. В основу теоретичних досліджень покладено фундаментальні положення теорії двигунів внутрішнього згорання, термодинаміки, гідравліки, теоретичної механіки, теорії механізмів і машин. Експериментальними методами досліджувались в лабораторних умовах розроблений дослідний зразок механізму зупинки поршня, бензиновий двигун з модульним відключенням циліндрів та живильник пневмотранспорту.

Методика. Методика експериментальних досліджень бензинового двигуна передбачала визначення на випробувальному стенді механічних втрат та навантажувальних та швидкісних характеристик при відключенні циліндрів зупинкою поршнів.

Методика досліджень механізму зупинки поршнів полягала у визначенні на безмоторній установці його показників (зокрема, часу спрацьовування) та параметрів, необхідних для розрахунків на математичних моделях.

Методика експериментальних досліджень перспективних живильників пневмотранспорту передбачала одержання оцінки ефективності енергозбереження при пневмотранспортуванні.

Обладнання. Відповідно до розглянутих методик були вирішені такі завдання:

- модернізовано випробувальний стенд, розроблений в АДІ ДонНТУ для проведення досліджень двигунів потужністю від 0,1 до 6 кВт і частотою обертання до 11000 хв⁻¹;
- розроблено автоматизований вимірник витрати палива, повітря і частоти обертання колінчастого вала з підключенням ЕОМ;
- розроблена безмоторна установка для дослідження механізму зупинки поршня, обладнана спеціальною вимірювальною апаратурою і розробленими приладами та пристроями;
- розроблені установка і пристрої що забезпечують експериментальні дослідження живильника пневматичного транспорту.

Ідеї та гіпотези, які реалізовані при виконанні НДР. Відповідно до описаних в запиті ідей та гіпотез, в роботі на основі розроблених раніше в ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ безшатуних двигунів з кривошипно-кулісним механізмом розроблені методи та математичні моделі розрахунку параметрів безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів. Крім того, розроблений і досліджений механізм зупинки поршнів. Розробка відноситься до чотиритактного двигуна, що має систему вприскування палива з електронним управлінням та каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів. Пристрій модульного відключення циліндрів має гідравлічний привід та електронну систему управління, сполучену з вимірювальним приладом навантаження двигуна. Використання модульного відключення циліндрів, що здійснюється автоматично на експлуатаційних режимах таким чином, що ДВЗ працює на межі, близької до режиму мінімальної витрати палива, поліпшує економічні характеристики двигуна в середньому на 25...48%. Основні параметри пневмотранспортування, які були визначені при проектуванні транспортного трубопроводу – перепад тиску і критична швидкість руху повітря. Теоретичною основою інженерного розрахунку цих параметрів служили три гідравлічні рівняння: нерозривності, Бернуллі і гідравлічних опорів, написані для одновимірного завдання сталої течії.

Слід зауважити, що на сьогодні рівняння Бернуллі для потоку аеросуспензії не

Результати етапів (відповідно до технічного завдання)

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
1	Теоретичні дослідження двигуна з модульним відключенням циліндрів. Розробка математичної моделі пневмотранспортного потоку.	Систематизація та аналіз двигунів з відключенням циліндрів. Розробка комплексу математичних моделей з програмним забезпеченням для дослідження робочого процесу й конструкції ДВЗ нетрадиційної конструкції. Вибір ефективного способу регулювання модульного відключення циліндрів та оптимізація його характеристик.	Математичні моделі для оптимального проектування двигуна з модульним відключенням циліндрів та живильників пневматичного транспорту.
2	Дослідно-конструкторські роботи по створенню двигуна з модульним відключенням циліндрів. Розробка інженерних методик розрахунку пневмотранспортних систем.	Вибір принципів рішень конструкції й робочого процесу автомобільного чотиритактного двигуна з модульним відключенням циліндрів на основі теоретичних досліджень. Проектування і виготовлення лабораторного та експериментального зразків двигунів, що забезпечують регулювання модульного відключення циліндрів. Розробка методик розрахунку горизонтальних та вертикальних матеріалопроводів; розробка методик розрахунку криволінійних частин матеріалопроводу. Проектування та виготовлення живильника пневматичного транспорту.	Лабораторні та експериментальні зразки безшатуних двигунів з модульним відключенням циліндрів та живильника пневматичного транспорту.
3	Розрахунково-експериментальні дослідження двигуна та живильника пневматичного транспорту.	Розробка методик експериментальних досліджень. Розробка випробного устаткування. Проведення експериментальних досліджень. Аналіз одержаних розрахунково-	Економічна і екологічна оцінка потенціальних можливостей використання безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів на легковому автомобілі. Рекомендації щодо вибору раціональних

№ з/п	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати етапу	Отримані результати етапу
		експериментальних даних. Оцінка достовірності запропонованих теоретичних положень та моделей. Видача рекомендацій. Укладання заключного звіту.	параметрів двигуна. Впровадження комп'ютерних програм розрахунку та перспективних живильників на енергетичних підприємствах Донбасу.

10. Наукова новизна та значимість отриманих наукових результатів: Вперше обґрунтовано та реалізовано напрями наукових досліджень у двигуно- та автомобілебудуванні, що пов'язані зі створенням високоефективних бензинового двигуна нетрадиційної конструкції та живильників пневмотранспорту. При математичному моделюванні запропоновані методи, які відрізняються від існуючих узгодженим, сумісним розрахунком параметрів робочого процесу безшатуного двигуна та живильника.

Наукову новизну складають:

- розроблена математична модель робочого процесу безшатуного двигуна, що враховує особливості, пов'язані з його кінематикою та відключення циліндрів зупинкою поршнів;
- розроблений метод розрахунку й вибору раціональних параметрів нового механізму зупинки поршнів;
- розроблено нові узагальнені науково обґрунтовані методи розрахунку інтегральних параметрів ізотермічного рівномірного руху аеросумішей горизонтальними та вертикальними ділянками труби.
- уперше складено рівняння визначення критичної швидкості пневмотранспортування на базі критерію рівності осередненого дотичного напруження аеросуміші на нижній стінці труби та інтенсивності сили тертя ковзання твердого матеріалу по тій же стінці, що визначає критичний режим пневмотранспортування по прямих горизонтальних трубах і відповідає мінімальному значенню питомого перепаду тиску при заданій концентрації аеросуміші.
- встановлено, що коефіцієнт гідравлічного тертя при пневмотранспортуванні пилоподібних часток є меншим від аналогічного коефіцієнта тертя у відповідному потоці повітря, що є непрямым підтвердженням відомого ефекту послаблення інтенсивності турбулентності в запилених потоках повітря.
- запропоновано метод зниження енерговитрат на вивантаження дрібнодисперсного матеріалу з камери живильника в транспортний трубопровід, що забезпечується обмеженням висоти шару цього матеріалу до рівня 1 м по конструктивним параметрам.

Значимість отриманих наукових результатів по двигуну полягає в розвитку теорії робочого процесу відносно до його конструкції, кінематики і робочого процесу, а також в опрацюванні наукових основ розрахунку механізму зупинки поршнів, що дозволяють визначити на стадії проектування раціональні параметри та оптимальну конструкцію двигуна з модульним відключенням циліндрів. Нові наукові дані дозволяють, зокрема, одержати при інших рівних умовах ефект впливу модульного відключення циліндрів на протікання термодинамічного циклу і визначити таким чином перевагу безшатуного двигуна у порівнянні з традиційним двигуном щодо економічних та екологічних показників.

Значимість наукових результатів по пневмотранспорту полягає в науковому обґрунтуванні основ та методів розрахунку інтегральних параметрів пневмотранспортування, що базуються на аеродинамічних рівняннях нерозривності, енергетичного балансу (аналог відомого рівняння Бернуллі), гідравлічних опорів, а

також на рівнянні стану газу.

11. Відповідність отриманих наукових результатів сучасному рівню досліджень в даній галузі: Розробка двигуна не має аналогів у світі. Безшатуний двигун забезпечує таку паливну економічність, яка недосяжна в сучасному двигуні внутрішнього згоряння.

Окрім того, новий безшатуний двигун має й інші переваги щодо традиційних ДВЗ:

- більш високий механічний ККД із-за відсутності тертя між поршнем та циліндром;
- краще протікання термодинамічного циклу завдяки синусному рухові поршня;
- ідеальна зрівноваженість двигуна від сил інерції та моментів від цих сил при будь-якому числі циліндрів (теоретично 100 %);
- менше витрата масла через поршневі кільця, завдяки тому, що:
 - а) немає перекидання поршня, викликаного збільшенням бічного зазору (перекладки поршня в кривошипно-шатунному механізмі (КШМ));
 - б) немає зсуву пальця відносно осі поршня;
 - в) не порушується контакт маслорозподільного кільця зі стінкою циліндра (безпосередня причина підвищеної витрати масла у двигуні із КШМ);
- можливість використання приросту питомої потужності на 11 % у випадку оснащення ДВЗ електронною системою керування фазами газорозподілу внаслідок відсутності низькочастотних коливань, джерелом яких у ДВЗ із КШМ є незрівноваженість двигуна і приєднаних до нього мас;
- можливість конструктивно просто реалізувати відношення ходу поршня до діаметра циліндра $S/D > 1$, що дає: підвищення ККД, поліпшення плавності ходу;
- набагато простіше й ефективніше реалізується змінний ступінь стиску та модульне відключення частини циліндрів.

Для виготовлення двигуна використовується 80-90% стандартного технологічного устаткування. При серійному випуску безшатуного двигуна його вартість не виходить за рамки вартості сучасного автомобільного двигуна.

Розроблений живильник пневматичного транспорту забезпечує на 20...30% менше енергозатрат у порівнянні із струменевими живильниками.

12. Практична цінність результатів НДР: Полягає в наступному:

- розроблена в ході досліджень конструкція безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів, що має високі показники щодо економічності;
- створений експериментальний зразок механізму зупинки поршнів для безшатуного ДВЗ із кривошипно-кулісним механізмом;
- розроблені математична модель, алгоритм і програма розрахунку робочого процесу чотиритактного бензинового двигуна з модульним відключенням циліндрів;
- розроблена математична модель механізму зупинки поршнів, що дозволяє визначити характеристики механізму та вибрати раціональні параметри на стадії його проектування й виготовлення;
- розроблена безмоторна установка і пристрої для досліджень механізму зупинки поршнів;
- розроблені рекомендації щодо застосування на легковому автомобілі безшатуного двигуна з модульним відключенням циліндрів.

До даного проекту проявляють інтерес: Фірма «Дженерал Моторс» (США), Науковий центр інноваційних проектів (Філадельфія, США), КП «Харківське конструкторське бюро з двигунобудування», DaimlerChrysler (Німеччина).

На думку експертів перерахованих фірм й організацій даний проект є інвестиційно привабливим.

- розроблені методики аеродинамічного розрахунку трубопровідних систем пневматичного транспорту характеризуються цілком задовільною точністю та придатні для практичного використання у широкому діапазоні зміни умов пневмотранспортування.
- розроблено алгоритм і програму аеродинамічного розрахунку та чисельного аналізу пневматичного транспорту сипких матеріалів.
- розроблено методики аеродинамічного розрахунку та проектування малогабаритних камерних живильників пневмотранспортних систем.

- вищезазначені методики розрахунку впроваджені в практику проектування пневмотранспортних систем проектними організаціями України.

13. Використання результатів у навчальному процесі: Результати роботи використовуються у навчальному процесі кафедри «Автомобільний транспорт» АДІ «ДВНЗ» ДонНТУ і кафедри «Експлуатація та ремонт машин» ДВНЗ «ПДАБА» (м. Дніпропетровськ) при підготовці студентів за напрямом 6.070106, 7.0701061 та 8.0701061. Матеріали роботи застосовуються при читанні курсів «Автомобільні двигуни», «Автомобілі», «Теоретичні основи теплотехніки», «Загальний курс транспорту» і «Гідравліка та гідравлічні машини».

14. Результативність виконання науково-дослідної роботи

Таблиця 2.

№ з/п	Критерії	Заплановано (відповідно до запиту)	Виконано (за результатами НДР)	% виконання
1	Публікації колективу виконавців НДР:			
	1.1. Статті у журналах, що входять до наукометричних баз даних	5	5	100
	1.2. Публікації в матеріалах конференцій, що входять до наукометричних баз даних	0	0	0
	1.3. Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України	3	3	100
	1.4. Публікації у матеріалах конференцій, тезах доповідей та виданнях, що не включені до переліку наукових фахових видань України	11	11	100
	1.5. Монографії, опубліковані за рішенням Вченої ради ВНЗ (наукової установи)	0	0	0
	1.6. Підручники, навчальні посібники з грифом МОНмолодьспорт України (МОН України)	0	0	0
	1.7. Навчальні посібники без грифу МОНмолодьспорт України (МОН України)	0	0	0
	1.8. Словники, довідники	0	0	0
2	Підготовка наукових кадрів:			
	2.1. Захищено докторських дисертацій за тематикою НДР	1	1	100
	2.2. Подано до розгляду у спеціалізовану вчену раду докторських дисертацій за тематикою НДР	0	0	0
	2.3. Захищено кандидатських дисертацій за тематикою НДР	0	0	0

№ з/п	Критерії	Заплановано (відповідно до запиту)	Виконано (за результатами НДР)	% виконання
	2.4. Подано до розгляду у спеціалізовану вчену раду кандидатських дисертацій за тематикою НДР	1	1	100
	2.5. Захищено магістерських робіт за тематикою НДР	10	10	100
3	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності, які створено за тематикою НДР:			
	3.1. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) України	0	0	0
	3.2. Подано заявок на отримання патенту України	1	1	100
	3.3. Отримано патентів (свідоцтв авторського права) інших держав	0	0	0
	3.4. Подано заявок на отримання патенту інших держав	0	0	0
4	Участь з оплатою у виконанні НДР:			
	4.1. Студентів	0	0	0
	4.2. Молодих учених та аспірантів	0	0	0

15. Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, словників, довідників, наукових статей, інших публікацій; подані заявки та отримані патенти; теми захищених та поданих до розгляду у спеціалізовану вчену раду дисертацій (за матеріалами досліджень за період виконання НДР):

1. Двигун GoEngine зі змінним ходом поршня й регульованим ступенем стиску. Сили інерції, розрахунок, аналіз / Міщенко М.І., Юрченко Ю.В., Шляхов В.С., Супрун В.Л., Підлісний О.Г. - Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. Випуск 135/2012. - С. 229 - 232.
2. Моделювання та дослідження робочого циклу бензинового двигуна. Частина 2. Розрахунок, експеримент, аналіз. / Міщенко М.І., Заренбін В.Г., Колеснікова Т.М., Юрченко Ю.В., Підлісний О.Г. - Двигатели внутреннего сгорания // Научно-технический журнал. Харьков: НТУ «ХПИ». - 2012, №1. - С. 19 - 23.
3. Двигун GoEngine зі змінним ходом поршня й регульованим ступенем стиску. Параметри робочого циклу, розрахунок, аналіз / Міщенко М.І., Заренбін В.Г., Колеснікова Т.М., Юрченко Ю.В., Супрун В.Л., Підлісна М.А. - Двигатели внутреннего сгорания // Научно-технический журнал. Харьков: НТУ «ХПИ». - 2012, №2. - С. 9 - 13.
4. Двигун GoEngine зі змінним ходом поршня й регульованим ступенем стиску. Кінематика, розрахунок, аналіз / Міщенко М.І., Заренбін В.Г., Колеснікова Т.М., Юрченко Ю.В., Супрун В.Л., Шляхов В.С., Підлісна М.А. - Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник / АДІ ДонНТУ- Горлівка, 2012. - № 1(14). - С. 51 - 59.
5. Дослідження бензинового чотиритактного двигуна, що працює за способом Міллера / Міщенко М.І., Юрченко Ю.В., Підлісна М.А. - Донбас-2020: Перспективи розвитку очима молодих вчених: матеріали VI науково - практичної конференції, м. Донецьк, 25 - 27 травня 2012. - Донецьк: ДонНТУ, 2012. - 1128 с.
6. Проектирование бесшатунного двигателя с переменной степенью сжатия для

- автомобіля / Міщенко М.І., Супрун В.Л., Шляхов В.С., Подлесный А.Г. - Донбас-2020: Перспективи розвитку очима молодих вчених: матеріали VI науково - практичної конференції, м. Донецьк, 25 - 27 травня 2012. - Донецьк: ДонНТУ, 2012. - 1128 с.
7. Визначення механічних втрат у поршневному двигуні внутрішнього згоряння / Міщенко М. І., Заренбін В.Г., Колеснікова Т. М., Юрченко Ю. В., Шляхов В. С., Супрун В.Л. - Двигатели внутреннего сгорания - Научно-технический журнал. Харьков: НТУ "ХПИ 2013.-№1.-с.51-55
8. Деякі результати дослідження відключення циліндрів в автомобільному бензиновому ДВЗ / Міщенко М. І., Заренбін В.Г., Колесніченко Т. Н., Юрченко Ю. В., Шляхов В. С., Корольова А.С. - Вісник СевНТУ. Серія машиноприладобудування і транспорт. Зб.наук.праць.-2013.-Вип.142.-с.84-87
9. Шляхи підвищення механічного ККД двигунів внутрішнього згоряння / Корольова Г.С. Міщенко М.І. - Перший крок у науку: Матеріали внутрівузівської студентської конференції 08-12 квітня 2013р. - Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2013р. - 1 електрон. опт. (CD - ROM). - Секція «Автомобільний транспорт».
10. Удосконалення математичної моделі розрахунку робочого циклу двигуна при відключенні частини циліндрів / Ткаченко О.О. Юрченко Ю.В. - Перший крок у науку: Матеріали внутрівузівської студентської конференції 08-12 квітня 2013р. - Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2013р. - 1 електрон. опт. (CD - ROM). - Секція «Автомобільний транспорт».
11. Деякі результати порівняльних досліджень показників безшатуного та класичного двигунів / Мищенко Н.И., Заренбин В.Г., Колесникова Т.Н., Юрченко Ю.В., Шляхов В.С., Супрун В.Л., Касьяненко Д.В. - Всеукраинский научно-технический журнал. Двигатели внутреннего сгорания № 2. Харьков. - 2014. - с. 28-33.
12. Механические потери в поршневых двигателях с различной кинематикой силового механизма / Мищенко Н.И., Заренбин В.Г., Колесникова Т.Н., Богомоллов В.В. - Тезисы докладов Международной научно-практической конференции по случаю Дня автомобилиста и дорожника: «Новейшие технологии развития конструкции, производства, эксплуатации, ремонта и экспертизы автомобиля», ХНАДУ Харьков, 2014, С. 249
13. Некоторые результаты исследований бесшатуного двигателя с переменной степенью сжатия / Мищенко Н.И., Супрун В.Л. - Тезисы докладов Международной научно-практической конференции по случаю Дня автомобилиста и дорожника: «Новейшие технологии развития конструкции, производства, эксплуатации, ремонта и экспертизы автомобиля», ХНАДУ Харьков, 2014, с. 250-251
14. Застосування нетрадиційних способів регулювання навантаження бензинового двигуна для покращення його економічності / Мищенко Н.И., Юрченко Ю.В. - Тезисы докладов Международной научно-практической конференции по случаю Дня автомобилиста и дорожника: «Новейшие технологии развития конструкции, производства, эксплуатации, ремонта и экспертизы автомобиля», ХНАДУ Харьков, 2014, с. 253-254
15. Деякі результати дослідження нового механізму відключення циліндрів автомобільного двигуна / Мищенко Н.И., Шляхов В.С. - Тезисы докладов Международной научно-практической конференции по случаю Дня автомобилиста и дорожника: «Новейшие технологии развития конструкции, производства, эксплуатации, ремонта и экспертизы автомобиля», ХНАДУ Харьков, 2014, С. 252
16. Механічні втрати в бензиновому двигуні / Підлісна М.А., Міщенко М.І. - Донбас-2020: Перспективи розвитку очима молодих вчених: матеріали VII науково - практичної конференції, м. Донецьк, 25 - 27 травня 2014. - Донецьк: ДонНТУ, 2014. - 1082 с.
17. Конструкція автомобільного двигуна зі змінною кількістю працюючих циліндрів / М.І. Міщенко; В.С. Шляхов; О.Г. Підлісний; А.Г. Васильєва - Донбас-2020: Перспективи розвитку очима молодих вчених: матеріали VII науково - практичної конференції, м. Донецьк, 25 - 27 травня 2014. - Донецьк: ДонНТУ, 2014. - 1082 с.
18. Анализ динамических характеристик пневмотранспортных систем методами теории автоматического управления / М.Н.Чальцев, В.П. Тарасов, Б.Е.Бугаев // Вісті

автомобільно-дорожнього інституту.-Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2012, №2(15).- С 9-21.

19. PRESSURE LOSSES DESIGN WHILE BULK SOLIDS PNEUMATIC CONVEYING/
Mikhail Chaltsev // ТЕКА: Commission of motorisation and power industry in agriculture
Lublin university of technology Volodymyr Dal East-ukrainian national university of
Lugansk. - Lublin, 2014. - Vol. XIV 4. - P. 30-38.

20. Деклараційний патент на корисну модель від 18.11.2014 р. №23216/ЗУ/14, заявка
№u2014 08560 «Пристрій для пневмотранспортування порошкоподібного середовища»

16. Кількість персоналу, що брав участь у виконанні НДР:

Кількість штатних співробітників: 0, кількість сумісників (окрім студентів): 8, кількість
молодих учених з оплатою: 0, кількість студентів з оплатою: 0. Всього: 8.

17. Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від 11.12.2014 протокол
№1 про закінчення роботи.

Керівник роботи:

_____ М.І. Міщенко
підпис

В.о. ректора

_____ Я.О. Ляшок
підпис

МП