

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Серія: ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ,
БУДІВНИЦТВО**

Випуск 3 (45)' 2015

Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Збірник наукових праць видається з 1999 р., періодичність – двічі на рік.

Засновник і видавець – Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ 8974 від 15.07.2004 р.

Збірник наукових праць включений до переліку наукових фахових видань, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (Наказ МОН України №1279 від 6.11.2014 року).

З 2014 р. збірник індексується в міжнародній наукометричній базі Index Copernicus.

Збірник наукових праць рекомендовано до опублікування вченою радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 10 від 25.12.2015 р.

У збірнику представлені результати наукових і науково-технічних розробок у галузі машинобудування, автомобільного транспорту та механізації будівельних робіт; із проектування, зведення, експлуатації та реконструкції будівельних конструкцій, будівель і споруд; їх основ та фундаментів; будівельної фізики та енергоефективності будівель і споруд.

Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Редакційна колегія:

Пічугін С.Ф. – головний редактор, д.т.н., професор, завідувач кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас ПолтНТУ

Винников Ю.Л. – заступник головного редактора, д.т.н., професор, професор кафедри видобування нафти і газу та геотехніки ПолтНТУ

Льченко В.В. – відповідальний секретар, к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель ПолтНТУ

Редакційна колегія напрямку «Галузеве машинобудування»:

Нестеренко М.П. – голова редакційної колегії, д.т.н., професор, професор кафедри будівельних машин і обладнання імені Олександра Онищенка ПолтНТУ

Білецький В.С. – д.т.н., професор, завідувач кафедри обладнання нафтових і газових промислів ПолтНТУ

Клованич С.Ф. – д.т.н., професор, професор Вармінсько-Мазурського університету, м. Ольштин, Польща

Маслов О.Г. – д.т.н., професор, завідувач кафедри основ конструювання машин і технологічного обладнання Кременчуцького національного університету імені М. Остроградського

Найчук А.А. – д.т.н., професор, директор НТС РУП «Інститут БелНИИС», м. Брест, Республіка Беларусь

Назаренко І.І. – д.т.н., професор, завідувач кафедри механізації технологічних процесів Київського національного університету будівництва та архітектури

Прентковський О. – д.т.н., професор, професор кафедри технологічного транспортного обладнання Вільнюського технічного університету ім. Гедиміна, Литва

Хмара Л.А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних і дорожніх машин Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ

Редакційна колегія напрямку «Будівництво»:

Стороженко Л.І. – голова редакційної колегії, д.т.н., професор, професор кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас ПолтНТУ

Воскобійник О.П. – д.т.н., с.н.с., професор кафедри організації і технології будівництва та охорони праці ПолтНТУ

Жусупбеков А.Ж. – д.т.н., професор, завідувач кафедри проектування будівель і споруд, директор Геотехнічного інституту Євразійського національного університету ім. Л.М. Гумільова, м. Астана, Казахстан

Зоценко М.Л. – д.т.н., професор, завідувач кафедри видобування нафти і газу та геотехніки ПолтНТУ

Павліков А.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів ПолтНТУ

Сєдін В.Л. – д.т.н., професор, завідувач кафедри основ і фундаментів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ

Семко О.В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва ПолтНТУ

Шановал В.Г. – д.т.н., професор, професор кафедри будівництва та геомеханіки Національного гірничого університету, м. Дніпропетровськ

Адреса видавця та редакції – 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, к. 320Ф.

тел.: (05322) 29875; e-mail: v171@pntu.edu.ua; www.pntu.edu.ua

Макет та тиражування виконано у поліграфічному центрі

Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, 36011, Полтава, Першотравневий проспект, 24.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції. Серія ДК, № 3130 від 06.03.2008 р.

Комп'ютерна верстка – В.В. Льченко. Коректор – Я.В. Новічкова.

Підписано до друку 28.12.2015 р.

Папір ксерокс. Друк різнограф. Формат 60x80 1/8. Ум. друк. арк. – 38,13.

Тираж 300 прим.

ЗМІСТ

1.	<i>Дубинин Е.А., Полянський А.С., Клец Д.М., Задорожня В.В.</i> КОНЦЕПЦІЯ ОБЕСПЕЧЕННЯ УСТОЙЧИВОСТІ ПОЛОЖЕННЯ КОЛЕСНИХ МАШИН	3
2.	<i>Вамболь С.О., Кондратенко О.М., Дейнеко Н.В.</i> МОТОРНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ СТЕНД ЯК ДЖЕРЕЛО ФАКТОРІВ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
3.	<i>Трифонов Д.М., Вербовський В.С., Грицук І.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО АКУМУЛЯТОРА ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПУСКУ ХОЛОДНОГО ДВИГУНА ТА ЙОГО ПРОГРІВАННЯ ЗА РАХУНОК ПОЛІПШЕННЯ СУМІШОУТВОРЕННЯ	18
4.	<i>Воронцов О.В., Воронцова І.В.</i> ДИСКРЕТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ ОБ'ЄКТІВ ПРОЕКТУВАННЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ ОДНОВИМІРНИХ ЧИСЛОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ З УРАХУВАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	28
5.	<i>Стрілець В.М., Лисанець О.В., Стрілець О.Р.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИКО-СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЗІРКОПОДІБНОЇ ПРУЖИНИ ЗАПОБІЖНОЇ ПРУЖНОЇ МУФТИ	40
6.	<i>Шуба Є.В.</i> ПОЛІПШЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ ХОЛОСТОГО ХОДУ	47
7.	<i>Артим В.І., Яценко Т.В., Пенц В.Ф.</i> ПІДХІД ДО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ЦИЛІНДРОВИХ ВТУЛОК БУРОВОГО НАСОСА ТА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	54
8.	<i>Нестеренко М.П., Редкін О.В., Толкачов Д.М.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ТА ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ВИРОБНИЦТВА СУЧАСНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	62
9.	<i>Стороженко Л.І., Авраменко Ю.О., Семко П.О.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТИСНУТИХ ТРУБОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ РОЗ'ЄМНИМИ СТИКАМИ	73
10.	<i>Pavlikov A., Prykhodko Y.</i> KINEMATIC METHOD OF CALCULATING THE VALUES OF MOMENTS IN THE MOST DANGEROUS SECTIONS OF BEAMS	84

11.	<i>Yurko P.</i> STRENGTH CALCULATION OF NORMAL SECTION ECCENTRICALLY COMPRESSED REINFORCED CONCRETE COLUMN USING DEFORMATION MODEL	90
12.	<i>Kichaeva O.</i> EFFECT OF JOINT THICKNESS ON BRICKWORK STRENGTH AND DEFORMABILITY	96
13.	<i>Пічугін С.Ф., Чичулін В.П., Чичуліна К.В.</i> ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ПРОЕКТУ СТАЛЕВОЇ БАШТИ	104
14.	<i>Гибаленко А.Н.</i> МОНИТОРИНГ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦІЙ В КОРРОЗИОННИХ СРЕДАХ	110
15.	<i>Соловей Д.А., Броневицкий А.П.</i> РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	117
16.	<i>Корнієнко М.В., Корзаченко М.М., Шепетюк Г.О., Шевченко А.М.</i> КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЗМІНИ В ЧАСІ	125
17.	<i>Великодний Ю.Й., Скрипник В.Л.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ СТАРОДАВНІХ ПОСЕЛЕНЬ	137
18.	<i>Aniskin A., Shkola A., Premur V.</i> EXPERIMENTAL STUDY OF SHEAR STRENGTH ANISOTROPY OF GRANULA MEDIUM CONSIDERING TECHNOLOGY FACTORS	144
19.	<i>Ткалич А.П.</i> СТРУКТУРНАЯ ПРОЧНОСТЬ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕССЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВ	152
20.	<i>Шумінський В.Д., Титаренко В.А., Винников Ю.Л., Біда С.В.</i> РОЗРОБКА ПЕРШОЇ РЕДАКЦІЇ ДБН В.1.1-Х:201Х «ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДИНКІВ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»	161
21.	<i>Кремнев А.П., Лобачева Н.Г.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПО НОРМАМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И EUROCODE 7 «GEOTECHNICAL DESIGN»	172

22.	Кузло М. Т. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТУ ОСНОВИ ОПОРИ МОСТА ПРИ ДІЇ ГІДРОДИНАМІЧНИХ СИЛ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ПОТОКУ	184
23.	Бойко В.В., Хлевнюк Д.В., Чала О.М. СЕЙСМОБЕЗПЕКА ГРЕБЕЛЬ І СПОРУД В УМОВАХ КАР'ЄРНИХ ВИБУХІВ	193
24.	Балабай О.О. ІМОВІРНІСНА ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ БЕТОННИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ГРЕБЕЛЬ НА СКЕЛЬНІЙ ОСНОВІ ЗА КРИТЕРІЄМ СТІЙКОСТІ ГРЕБЛІ ПРОТИ ЗСУВУ ТА ПЕРЕКИДАННЯ	203
25.	Zotcenko M., Petrash S., Petrash R., Petrash O. NORMATIVE OBSERVATIONS OF DEEP SOIL MIXING TECHNOLOGY OF SOIL-CEMENT PILES MANUFACTURING	212
26.	Ларцева И.И., Разумов А.Ю., Каргаполов С.В., Рожовская Л.И., Кияшко Н.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ БУРОСМЕСИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ОБЪЕКТОВ ПОЛТАВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА	218
27.	Зоценко М.Л., Тимофєєва К.А. МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИСТЕМИ «ҐРУНТОЦЕМЕНТНИЙ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНИЙ ЕКРАН ШЛАМОВОГО АМБАРА – ОСНОВА»	226
28.	Казимагомедов И. Э., Шептун С.Ю. ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ И МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА ОСНОВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	234
29.	Устименко М.Є., Суханевич М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНОЇ ПОЛІУРЕТАНОВОЇ ДИСПЕРСІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	240
30.	Юрко І.А., Зайцева В.С., Правденко Я.А. ОПТИМІЗАЦІЯ ГЛИНИСТОЇ СИРОВИНИ ТЕХНОГЕННОЮ ДОБАВКОЮ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТІНОВИХ КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ	247
31.	Кугаєвська Т.С., Шульгін В.В., Юрченко М.О. ПРОЦЕСИ ТЕПЛООБМІНУ В ПЛОСКОМУ КОЛЕКТОРІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	256

32.	<i>Зоценко М.Л., Петраш Р.В., Фоменко В.О., Стеценко О.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА АВТОДОРИГ У СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ	265
33.	<i>Поздєєв С.В., Отрош Ю.А., Демешок В.В., Кропива М.О.</i> ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ НЕНЕСУЧИХ СТІН ЗА РОЗРАХУНКОВИМИ МЕТОДАМИ ЄВРОКОДУ	277
34.	<i>Дейнеко Н.В., Мішеніна О.С.</i> ОБГРУНТУВАННЯ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ	284
35.	<i>Дрючко О.Г., Стороженко Д.О., Бунякіна Н.В., Іваницька І.О., Нікіфорова Л.І.</i> ОСОБЛИВОСТІ ФАЗОУТВОРЕННЯ В РЗЕ-ВМІСНИХ СИСТЕМАХ НІТРАТНИХ ПРЕКУРСОРІВ У ПІДГОТОВЧИХ ПРОЦЕСАХ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ОКСИДНИХ МАТЕРІАЛІВ	290
36.	<i>Nalivaiko O., Nalivaiko L., Reznichenko A., Chyhyriov V.</i> THE REASONS OF DIFFERENTIAL WALL STICKING IN DRILLING OIL AND GAS WELLS	298
37.	<i>Mangura A.M., Mangura S.I.</i> EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON ASPHALT, RESIN, PARAFFIN AND SALT DEPOSITS	304
38.	<i>Abdullah N., Pedchenko M., Pedchenko N.</i> GAS HYDRATES EXTRACTION	317
39.	<i>Наші ювіляри</i>	324

Вамболь С.О., д.т.н., професор
Дейнеко Н.В., к.т.н.
Національний університет цивільного захисту України
Кондратенко О.М., к.т.н.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

МОТОРНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ СТЕНД ЯК ДЖЕРЕЛО ФАКТОРІВ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Обґрунтовано актуальність дослідження факторів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової безпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді лабораторії відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України. Описано особливості конструкції, склад і наведено схему стенда, що містить такі енергетичні установки: електричну навантажувальну машину фірми VSETIN з динамометром постійного струму типу DS 742/4-N, у складі якої є шафа управління типу VH 136, двомашинний агрегат (мотор-генератор) типу IDP 942-1 і пульт керування; автотракторний дизель Д21А; систему засобів вимірювальної техніки; трансмісію, фундаментну раму. Визначено, що доцільно виявляти й аналізувати ці фактори для окремих агрегатів стенда.

Ключові слова: *стендові моторні дослідження, дизель, фактори небезпеки, цивільний захист, охорона праці, екологічна безпека.*

Вамболь С.А., д.т.н., професор
Дейнеко Н.В., к.т.н.
Національний університет громадянської захисту України
Кондратенко А.Н., к.т.н.
Інститут проблем машиностроєння ім. А.Н. Подгорного НАН України

МОТОРНИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД КАК ИСТОЧНИК ФАКТОРОВ ОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обоснована актуальність дослідження факторів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової безпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді лабораторії відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машиностроєння ім. А.Н. Підгорного НАН України. Описано особливості конструкції, склад і наведено схему стенда, який складається з таких енергетичних установок: електрична навантажувальна машина фірми VSETIN з динамометром постійного струму типу DS 742/4-N, в складі якої є шафа управління типу VH 136, двомашинний агрегат (мотор-генератор) типу IDP 942-1 і пульт управління; автотракторний дизель Д21А1; систему засобів вимірювальної техніки; трансмісію, фундаментну раму. Визначено, що доцільно виявляти й аналізувати ці фактори для окремих агрегатів стенда.

Ключевые слова: *стендовые моторные исследования, дизель, факторы опасности, гражданская защита, охрана труда.*

MOTOR TEST BENCH AS A SOURCE OF DANGER FACTORS AT CARRYING OUT OF EXPERIMENTAL RESEARCHES

Laboratory of Piston Power Plants Department of A.M. Pidgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of National Academy of Science of Ukraine equipped with engine test bench and autotractor diesel engine 2Ch10.5/12. In present paper substantiated urgency of the study of industrial, ecological, fire and explosion safety factors during carrying out of experimental researches on the engine test bench. Also the article describes the features of construction, composition of the bench and shows its diagram. It was concluded that the most appropriate strategy for solving the problem is identification and analysis of these factors for individual units (power plants) of the bench.

Engine test benches are unique products that have highly scientific capacity, energy concentration and variety of individual units operation principles. For these units, as well as for laboratory room, developed safety requirements at processes of work, measures and also developed means and their implementation.

However, scientific researches aimed a comprehensive and, most importantly, complex investigations of industrial, ecological, fire and explosion safety aspects of engine experimental studies carried out obviously not enough.

For this study, first of all, necessary to obtain input data concerning the list and values of such danger factors. These aspects of the subject of several studies, the first part of which is reflected in this article.

Bench consists of the following power plants: electric load machine of firm VSETIN which is composed of the direct current dynamometer type DS 742/4-N, control cabinet type VH 136, two-machine unit (motor-generator) type IDP 942-1 and control panel; autotractor diesel engine 2Ch10.5/12 (D21A1); system of measuring equipment; transmission; base steel frame on concrete fundament.

D21A1 is the autotractor naturally aspirated air-cooled four-stroke piston internal combustion engine with two in-line cylinders, internal mixture formation and compression ignition, traditional trunk axial crank mechanism. Its cylinder diameter is 105 mm, piston stroke – 120 mm, connecting rod length – 270 mm, working volume – 2.0 l, compression ratio – 16.5, nominal power (at maximum crankshaft speed 1800 min^{-1}) – 21.3 kW, maximum torque (at maximum crankshaft speed 1200 min^{-1}) – 111.16 N·m, effective specific fuel consumption – 235 g/(kW·h). It has undivided semi-spherical combustion chamber in piston, direct fuel injection, single-plunger high-pressure fuel pump of distributing type, hydro-mechanical fuel nozzles and all-regimes mechanical regulator. Its mass is 280 kg, overall dimensions – 693×687×855 mm. The engine has an electric starter. Diesel D21A1 made by Vladimir Tractor Plant and using for tractors, automotive chassis, selective agriculture combines, asphalt pavers, concrete pavers, mobile electric welding stations, water pumps, air compressors.

This study correlates with the subject of research of the Faculty of Technogenic and Ecological Safety of the National University of Civil Defense of Ukraine.

Keywords: motor bench researches, diesel, hazards, civil protection, labor safety.

Вступ. Як відомо, метою будь-яких наукових досліджень є створення нового інтелектуального продукту фундаментального чи прикладного характеру, що вирізняється науковою новизною і практичною цінністю. При цьому такий продукт на шляху від початкової ідеї до її втілення у вигляді впровадженого у серійне виробництво конкурентоспроможного виробу певного найменування обов'язково проходить стадію експериментальних досліджень його робочих характеристик. Остання обставина зумовлює потребу в розробленні відповідних програм і методик, проектуванні й виготовленні експериментальних зразків та створенні й удосконаленні відповідної матеріальної бази – стендів, установок, засобів виміральної техніки (ЗВТ) та ін. Однак будь-які експериментальні дослідження об'єктів, що мають відношення до енергетичних установок, крім так званого мисленого експерименту, характеризуються тими чи іншими факторами небезпеки. Тому роботи, направлені на виявлення, аналіз та максимальне зниження або повне виключення факторів небезпеки, джерелами яких можуть бути експериментальні установки і стенди, є актуальними, оскільки здоров'я і життя дослідника – це цінності більш значно порядку, аніж нові наукові знання.

Аналіз останніх джерел досліджень та публікацій. У відділі поршневих енергоустановок (ПЕУ) Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (ІПМаш НАНУ) розроблено модульний фільтр твердих частинок (ФТЧ) дизеля нової нетрадиційної конструкції з насипкою з природного цеоліту в сітчастих касетах [1, 4, 8]. Декілька варіантів його конструкції втілено у вигляді діючих макетів фільтрувального елемента (ФЕ) ФТЧ ІПМаш. Їх робочі характеристики у реальних умовах експлуатації досліджено на моторному випробувальному стенді (МВС) лабораторії відділу ПЕУ [1 – 4, 8]. Зовнішній вигляд МВС подано на рисунку 1, а його схему – на рисунку 2.

Метою дослідження є описання будови МВС для подальшого виявлення й аналізу факторів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової безпеки проведення експериментальних моторних досліджень на ньому.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Як зазначено у вступі, моторні дослідницькі стенди є унікальними виробами, що вирізняються високою наукоємністю, енергонасиченістю та різноманітним принципом роботи окремих агрегатів. Для цих агрегатів, як і для самого приміщення лабораторії, вироблено вимоги техніки безпеки при роботі та заходи і засоби їх реалізації. Проте науково-дослідницьких робіт, що мають на меті всебічне й, головне, комплексне дослідження аспектів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової безпеки проведення експериментальних моторних досліджень, вочевидь виконується недостатньо. Для такого дослідження перш за все необхідні вихідні дані щодо переліку і значень факторів такої небезпеки. Цьому аспекту й присвячено серію досліджень, першу частину якого відображено у цій статті.

Основний матеріал і результати. МВС являє собою складну систему взаємопов'язаних енергетичних установок. Перелік та описання установок подано далі.

1) Стенд має електричну навантажувальну машину фірми VSETIN з динамометром постійного струму типу DS 742/4-N, у складі якої є шафа управління типу VH 136, двомашинний агрегат (мотор-генератор) типу IDP 942-1 і пульт керування [2].

2) На МВС встановлено автотракторний дизель 2Ч10,5/12 (Д21А1) [3] як об'єкт дослідження (див. рисунок 3). У випадку дослідження робочих характеристик ФТЧ ІПМаш дизель є генератором аерозолію твердих частинок у відпрацьованих газах.

Коротка характеристика дизеля така. Д21А1 – це автотракторний безнаддувний двоциліндровий рядний чотиритактний двоклапанний поршневий двигун внутрішнього згоряння із внутрішнім сумішоутворенням та займанням від стискування, з традиційним тронковим аксіальним кривошипно-шатунним механізмом (КШМ), діаметром

циліндра 105 мм, ходом поршня 120 мм і довжиною шатуна 270 мм, з робочим об'ємом 2,0 л та ступенем стиску 16,5, номінальною потужністю (при 1800 хв⁻¹) 21⁻³ кВт і максимальним крутним моментом (при 1200 хв⁻¹) 111⁻¹⁶ Н·м, питомими ефективними витратами палива 235 г/(кВт·год), повітряного охолодження, з нерозділеною напівсферичною камерою згоряння у поршні й безпосереднім упорскуванням палива, одноплунжерним паливним насосом високого тиску розподільного типу, гідромеханічними форсунками та всережимним механічним регулятором, масою 280 кг і з габаритними розмірами 693 × 687 × 855 мм, з пуском від електростартера. Дизель вироблено на Володимирському тракторному заводі. Він застосовується на тракторах, самохідних шасі й селекційних комбайнах, асфальто- і бетоноукладачах, пересувних електрозварювальних, водонасосних й повітрокомпресорних станціях.

3) Система ЗВТ стенда, що містить датчики, прилади та інформаційні канали, які надають інформацію щодо регульованих і режимних параметрів роботи дизеля, навантажувальної машини й інших агрегатів стенда та їх контролюють [4].

4) Дизель і навантажувальна машина встановлені на зварній сталевій фундаментній рамі, що спирається на бетонну основу.

5) Трансмісія стенда, яка сполучає шліцьовим валом з карданними шарнірами маховик дизеля і фланець мотор-генератора, закритий захисним кожухом.

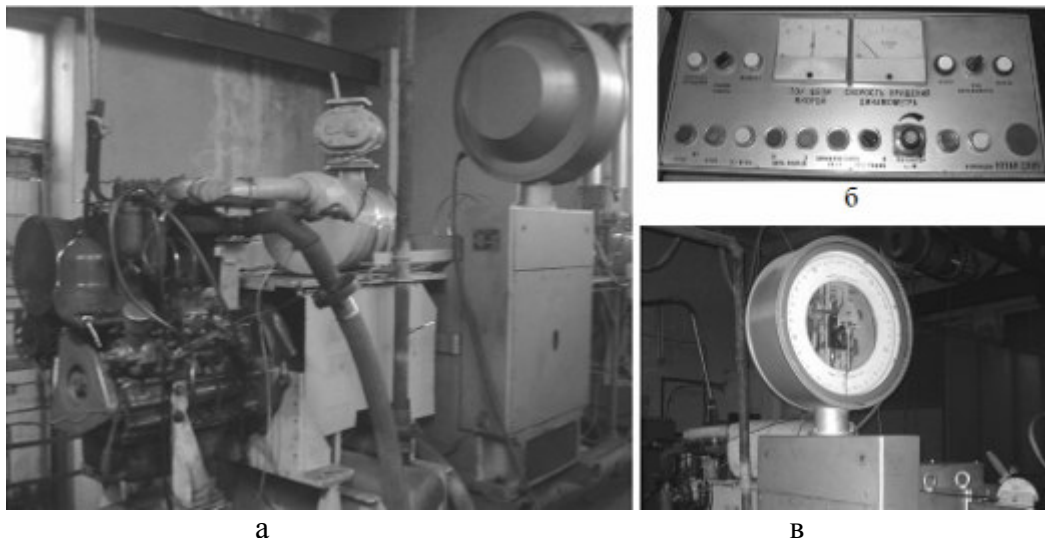


Рисунок 1 – Моторний випробувальний стенд:
а – загальний вигляд стенда; б – пульт керування стендом;
в – навантажувальна машина з динамометром

Усі перелічені структурні складові МВС характеризуються певним набором факторів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової небезпеки. Випробування на стенді здійснюються відповідно до програм і методик відділу ПЕУ ІПМаш НАНУ, а також положень стандартів [5, 6]. Програми досліджень побудовано на основі стандартизованих випробувальних 13- та 8-режимних циклів, що являють собою моделі експлуатації автомобільних і тракторних дизелів відповідно та описані у Правилах ЄЕК ООН № 49 і № 96. Їх адаптовано до можливостей матеріальної бази лабораторії відділу ПЕУ, особливості адаптації описано у роботі [1]. Для забезпечення проведення стендових моторних досліджень ФТЧ ІПМаш випускню систему МВС модернізовано шляхом доповнення її місцем установлення експериментальних зразків (макетоутримувальною вставкою – МВ), новими системами відбору проб вихлопних газів (ВГ) на токсичність і димність та вимірювання газодинамічних параметрів потоку ВГ. Схему модернізованої випускної системи МВС наведено у роботах [1, 4].

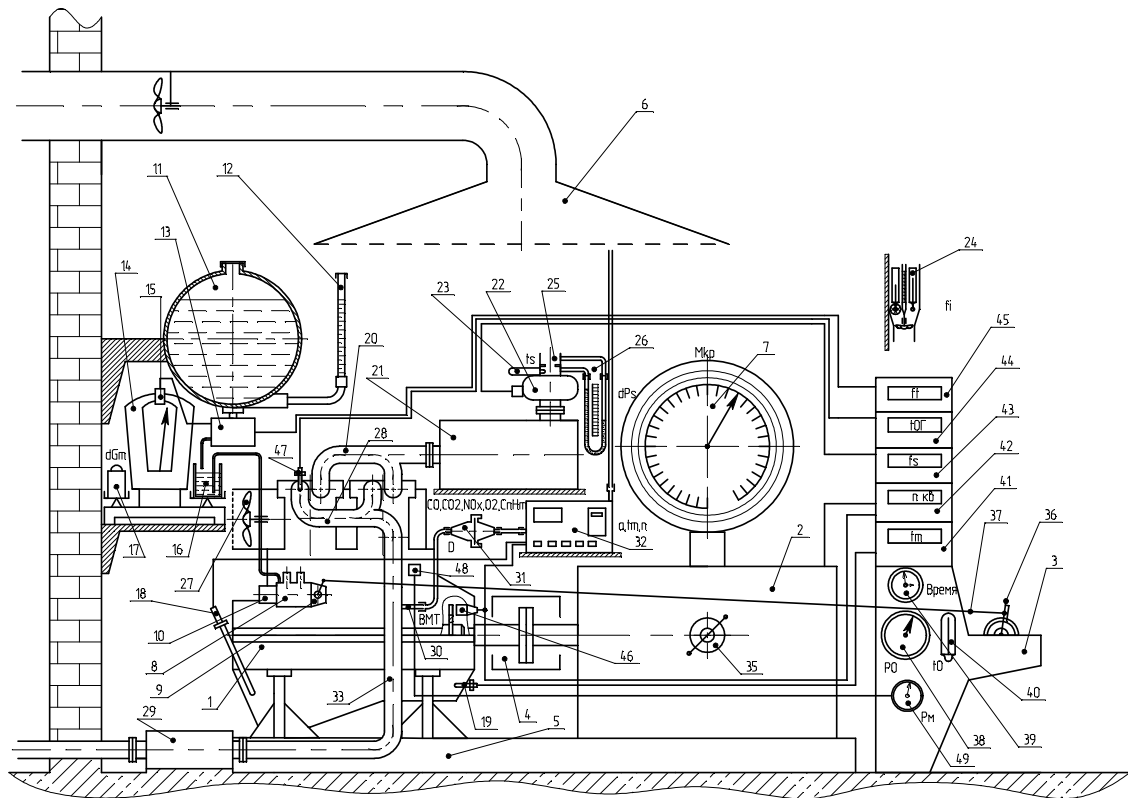


Рисунок 2 – Схема моторного випробувального стенда:

- | | |
|--|--|
| 1 – дизель Д21А1; | 23, 40 – термометр ТЛ-4 №2 (0 – 50 °С); |
| 2 – навантажувальна машина
(мотор-генератор ІРР 924-4); | 24 – психрометр; |
| 3 – пульт керування; | 25 – дросельна шайба вимірювача витрат
повітря на впуску; |
| 4 – карданний вал із захисним кожухом; | 26, 34 – диференційний U-подібний
манометр ДМ; |
| 5 – фундаментна рама; | 27 – вентилятор системи охолодження
дизеля; |
| 6 – витяжна вентиляція; | 28 – випускний колектор; |
| 7 – динамометр DS 742-4/N; | 29 – глушник шуму ВГ; |
| 8 – паливний насос високого тиску; | 30 – відбірник проб ВГ на токсичність; |
| 9 – всережимний регулятор частоти
обертання колінчастого вала; | 31 – тримач фільтра для визначення
димності ВГ; |
| 10 – муфта зміни кута випередження
впорскування; | 32 – газоаналізатор п'ятикомпонентний
Автотест-02.03П; |
| 11 – бак паливний; | 33 – випускний тракт; |
| 12 – указівник рівня палива у баку; | 35 – від'єднувальна муфта навантажувальної
машини; |
| 13 – електрогідравлічний автоматичний
клапан доливання палива; | 36, 37 – ручка і канат керування; |
| 14 – ваги лабораторні 2-го кл. ВЛР-200; | 38 – барометр-анероїд БАММ-1М; |
| 15 – оптичний датчик; | 39 – таймер; |
| 16 – витратна місткість вимірювача витрат
палива; | 41 – прилад А-565; |
| 17 – навіска (еталонна вага); | 42, 43, 45 – частотомір-хронометр Ф-5040
чи Ф-5041; |
| 18 – щуп-масломір чи датчик температури
масла у піддоні дизеля; | 44 – прилад А-566; |
| 19 – датчик температури масла у піддоні
дизеля ТМ100В; | 46 – відмітчик ВМТ; |
| 20 – випускний колектор; | 47 – термометр опору ТСМ; |
| 21 – впускний ресивер; | 48 – датчик тиску масла; |
| 22 – лічильник газу ротаційний РГ-100; | 49 – манометр МО |

Фактори небезпеки досліджень МВС доцільно розглянути для агрегатів МВС окремо один від одного, що і буде предметом подальших досліджень [7].

МВС з модернізованою випускною системою використовувався для досліджень у роботах [4, 8]. Попередні їх результати наведено у роботах [9 – 13].

Фактори небезпеки, джерелом яких є трансмісія стенда, докладно описано і проаналізовано у роботі [14].

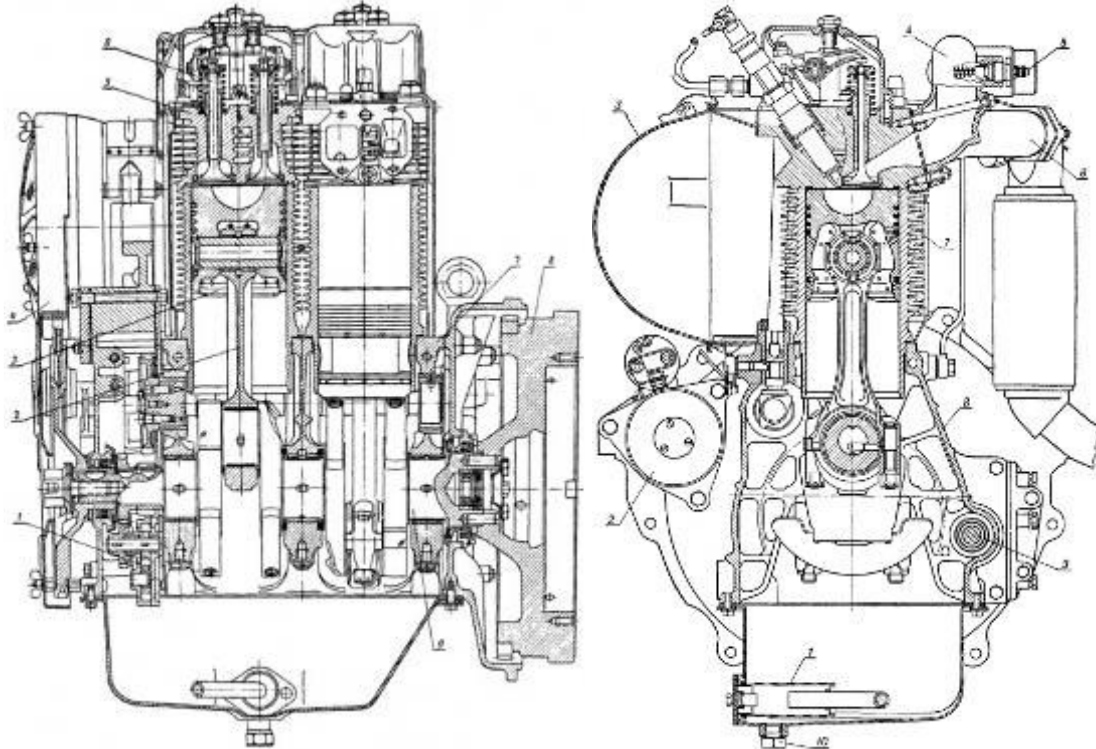


Рисунок 3 – Дизель Д21А1 (2С10,5/12) – поздовжній і поперечний переріз

Стенд як унікальний виріб являє собою достатньо складний об'єкт метрологічних досліджень. У роботі [15] ці його особливості проаналізовано.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У дослідженні розглянуто будову, склад і особливості моторного випробувального стенда лабораторії відділу ПЕУ ІПМаш НАНУ як джерела факторів виробничої, екологічної, пожежної та вибухової небезпеки. У подальших дослідженнях буде виявлено і проаналізовано вказані вище фактори небезпеки для окремих агрегатів стенда: навантажувальної машини, трансмісії, засобів вимірювальної техніки, дизеля 2С10,5/12 та експериментальних зразків ФТЧ ІПМаш. Також буде наведено перелік заходів щодо забезпечення виробничої, екологічної, пожежної й вибухової безпеки досліджень на стенді.

Література

1. Вамболь С. О. Стендові випробування автотракторного дизеля 2С10,5/12 за стандартизованими циклами для визначення ефективності роботи ФТЧ / С. О. Вамболь, О. П. Строков, О. М. Кондратенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 10 (1053). – С. 11 – 18.
2. Измерительный комплекс IDS-742 4/N. Руководство по эксплуатации РР 478 и РР 932. – 20 с.
3. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В. В. Эфрос [и др.]. – М. : Машиностроение, 1976. – 277 с.

4. Разработка малозатратной технологии и автоматизированной системы очистки отработавших газов дизеля от твёрдых частиц: отчет о НИР / ИПМаш НАНУ; рук. А.П. Строков. – № ГР 0111U001762. – Х. : ИПМаш НАНУ, 2011 – 2012. – 131 с.
5. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 78 с.
6. ГОСТ 14846-87. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М. : Издательство стандартов, 1987. – 42 с.
7. Грибан В.Г. Охорона праці: навч. посібник / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко. – К. : Центр навчальної літератури, 2009. – 280 с.
8. Кондратенко А. Н. Снижение выброса твёрдых частиц транспортных дизелей, находящихся в эксплуатации: дис. кандидата техн. наук: 05.05.03 «Двигатели и энергетические установки» / Александр Николаевич Кондратенко. – Х. : Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, 2013. – 288 с.
9. Кондратенко О. М. Факторы небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Дизель 2Ч10,5/12 / О.М. Кондратенко, Д. О. Плужніченко, К. Ю. Мусієнко // Сучасні проблеми машинобудування: тези доповідей конф. молодих вчених та спеціалістів, присвяч. 115-річчю з дня народж. акад. НАН України А. П. Філіппова. – Х. : ИПМаш НАНУ, 2014. – С. 36.
10. Кондратенко О. М. Факторы небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Навантажувальній пристрій / О. М. Кондратенко, О. В. Єжелій, К. В. Семянніков // Сучасні проблеми машинобудування: тези доповідей конф. молодих вчених та спеціалістів, присвяч. 115-річчю з дня народж. акад. НАН України А.П. Філіппова. – Х. : ИПМаш НАНУ, 2014. – С. 34.
11. Кондратенко О. М. Факторы небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. ФТЧ ИПМаш / О. М. Кондратенко, Ю. В. Маложон, О. І. Філіпов // Сучасні проблеми машинобудування: тези доповідей конф. молодих вчених та спеціалістів, присвяч. 115-річчю з дня народж. акад. НАН України А.П. Філіппова. – Х. : ИПМаш НАНУ, 2014. – С. 35.
12. Кондратенко О. М. Факторы небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Засоби виміральної техніки / О. М. Кондратенко, Н. В. Хохлова, Д.І. Жигер // Матеріали VI Міжн. наук.-практ. конф. «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». – Черкаси : ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2014. – С 334 – 335.
13. Моторний випробувальний стенд як джерело факторів небезпеки експериментальних досліджень [Електронний ресурс] / С. О. Вамболь, О. П. Строков, О. М. Кондратенко, Н. В. Хохлова, Г. С. Стельмах // Матеріали III Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту». – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 38 – 41. – Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2015.pdf>
14. Система відбору проб відпрацьованих газів дизеля моторного випробувального стенду як об'єкт метрологічних досліджень / О. П. Строков, І. В. Міщенко, О. М. Кондратенко, О. А. Бурменко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – № 4. – С. 113 – 117.
15. Кондратенко А. Н. Факторы опасности экспериментальных исследований на моторном испытательном стенде. Ч. 1 [Электронный ресурс] / А. Н. Кондратенко, С. А. Вамболь, А. С. Стельмах // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – М.: АГПС МЧС РФ, 2015 – Вып. 2 (60). – С. 1 – 6. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb/2015-2>, <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-2/09-02-15.ttb.pdf>

© Вамболь С.О., Кондратенко О.М., Дейнеко Н.В.
Надійшла до редакції 1.12.2015 р.