

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи на тему «Оптимізація процесу заправлення ПС при використанні сучасних ущільнювальних матеріалів» складається з: 110 сторінки, 29 ілюстрацій, 21 таблиця, 2 графіки, 30 інформаційних джерел.

Об'єктом дослідження є технологічний процес закритого заправлення повітряних суден в аеропорту цивільної авіації.

Метою роботи є оптимізація процесу заправлення ПС при використанні сучасних ущільнювальних матеріалів.

Виходячи з мети кваліфікаційної роботи, у пояснювальній записці сформульовано та вирішено наступні задачі:

1. Провести інформаційний пошук з тематики магістерської роботи з метою обґрунтування її актуальності.

2. Провести експериментальні дослідження та статистичну обробку експериментальних даних та провести дослідження структури ущільнювальних матеріалів та їх електричної провідності, спланувати повнофакторний експеримент та побудувати математичну модель.

3. Оптимізувати отримані результати та сформулювати практичні рекомендації.

4. Розробити рекомендації щодо поліпшення охорони праці та екологічної безпеки під час проведення процесу заправлення ПС при використанні сучасних ущільнювальних матеріалів.

Результати магістерської роботи рекомендовано для застосування під час як наукових досліджень, так і у практичній діяльності інженерного складу наземних служб аеропортів та служб паливно-мастильних матеріалів.

ПАЛИВОЗАПРАВНЕ ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТУ, АВІАЦІЙНИЙ ПАЛИВОЗАПРАВНИК, АГРЕГАТ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЗАПРАВЛЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПАЛИВОЗАПРАВНИКА, СТАТИЧНИЙ ЗАХИСТ ПАЛИВОЗАПРАВНИКА, ОБЛАВКОВИЙ ЗАПРАВНИЙ ШТУЦЕР, УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЗАПРАВНИЙ АДАПТЕР, ПРОВІДНЕ УЩІЛЬНЕННЯ, ШВИДКІСТЬ ЗАПРАВЛЕННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ ЗАПРАВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ПАЛИВОМ	12
1.1. Об'єкти та засоби паливозабезпечення аеропортів.....	12
1.2. Огляд літературних джерел щодо сучасних засобів заправки літальних апаратів паливом.....	19
1.3. Конструкційні особливості під'єднувальної арматури паливозаправного обладнання аеропортів.....	37
1.4. Висновки до розділу 1.....	48
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ.....	50
2.1 Характеристики досліджуваних ущільнювальних матеріалів.....	50
2.2 Обладнання для вимірювання електричних характеристик ущільнювальних матеріалів.....	51
2.3 Обладнання для дослідження механічних характеристик ущільнювальних матеріалів.....	59
2.4 Математичні методи планування експерименту та обробки експериментальних даних.....	63
2.5 Висновки до розділу 2.....	66
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	67
3.1 Провідність ущільнювальних матеріалів у ненавантаженому стані.....	68
3.2 Провідність ущільнювальних матеріалів у навантаженому стані в умовах під'єданого об'єкту заправки ПС.....	70
3.3 Провідність ущільнювальних матеріалів у навантаженому стані в умовах підтікання авіаційного палива.....	71
3.4 Математичне моделювання отриманих результатів та їх оптимізація.....	72

3.5 Висновки до розділу 3.....	81
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	82
4.1 Заходи безпеки при підготовці АПЗ до роботи.....	82
4.2 Заходи безпеки при роботі АПЗ.....	84
4.3 Пожежна безпека і вибухобезпека.....	85
4.4 Заходи безпеки при обслуговуванні АПЗ.....	86
4.5 Заходи безпеки при видаленні несправностей АПЗ.....	87
4.6 Заходи безпеки при зберіганні та транспортуванні АПЗ.....	88
4.7 Підготовка до роботи.....	89
4.8 Розрахунок стаціонарного пристрою заземлення на пункті наливу на складі ПММ.....	89
4.9 Висновки до розділу 4.....	90
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	92
5.1 Вихлопні гази двигунів АПЗ та їх вплив на навколишнє середовище	92
5.2 Методи зниження впливу випаровування з автоцистерни АПЗ	95
5.3 Висновки до розділу 5.....	98
ВИСНОВКИ.....	99
СПИСОК БІБЛІОГРАФІНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
Додаток А. Публікації за темою атестаційної роботи.....	104

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ПОА - паливозаправне обладнання аеропорту;

АПЗ - авіаційний паливозаправник;

АЦЗ - агрегат централізованого заправлення;

ТОП - технологічне обладнання паливозаправника;

СЗП - статичний захист паливозаправника;

ОЗШ - облавковий заправний штуцер;

УЗА - універсальний заправний адаптер;

СУ - струмопровідне ущільнення;

ШЗ - швидкість заправлення;

% – усі відсотки масові, якщо інше не вказано в тексті;

ІПМ – Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича.

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток авіаційного транспорту в нашій країні, збільшення об'єму пасажирських та вантажних перевезень, використання великої кількості сучасних літаків, привели до збільшення використання ПММ і до удосконалення способів доставки ПММ усіма видами транспорту, розробки та використання високопродуктивних засобів заправки ПММ та спецрідин.

Сучасний аеропорт представляє собою велике авіатранспортне підприємство, в задачі якого входять регулярний прийом, відправлення і обслуговування повітряних суден (ПС), вантажів, пасажирів. В зв'язку з високими вимогами до забезпечення регулярності і безпеки перевезень, а також враховуючи значну вартісну частку ПММ в експлуатаційних затратах, економне і ефективне використання ПММ набуває виключно важливе значення. Цю задачу можна успішно вирішити тільки при умові грамотної технічної експлуатації авіаційної і наземної техніки, об'єктів ПММ, впровадження прогресивних технологій, засобів механізації і автоматизації при зливно-наливних операціях та заправленні, застосування продуктивних систем, машин і механізмів з високим ступенем уніфікації, універсалізації і надійності.

Безпека польотів знаходиться в прямій залежності від якості ПММ, що застосовуються. Збереження якості ПММ залежить від технічного стану засобів приймання, зберігання, транспортування і видавання ПММ.

Відома одна з найбільш суттєвих небезпек при технологічних операціях з ПММ – це накопичення статичної електрики під час їх перекачування з одного резервуару в інший та під час транспортування в АПЗ [1,2], що може генерувати розряд у вигляді іскри у місті витікання зарядженого палива у заземлений резервуар і цей іскровий розряд достатній для займання палива. Так як авіаційне паливо є діелектриком, то рухаючись гумовими діелектричними шлангами воно набуває статичного розряду. Усунення статичного розряду також ускладнюється тим, що навіть сталеві заправні штанги у місцях шарнірних з'єднань ущільнюються гумовими ущільнювачами, що «ізолюють» одну секцію від іншої та також сприяють накопиченню статичного заряду. Ця проблема вирішувалася застосуванням різного виду металізації, проте її

поверхні під час забруднення та окислення набувають суттєвого електричного опору та заземлюючої функції вже не виконують.

Відоме обмеження швидкості руху палива гумовими шлангами та секційними (ізолюваними) трубопроводами за умов набуття статичного розряду до 2 м/с, якщо ж до палива додані антистатичні присадки, то в окремих випадках його рух можна пришвидшувати до 5 м/с. Якщо контролювати електростатичний та гідравлічний стан паливозаправного обладнання, то швидкість перекачування палива можна збільшити майже до будь якого значення [2-3].

Мета і завдання виконання дипломної роботи. Оптимізація процесу заправлення ПС при використанні сучасних ущільнювальних матеріалів, шляхом впровадження нових ущільнювальних матеріалів. Випробування основних електричних характеристик ущільнювальних матеріалів. Оптимізаційне моделювання цих електричних характеристик. Формулювання технологічних рекомендацій по виготовленню прокладок для універсальних облавкових штуцерів заправлення ПС та АПЗ.

Виходячи з мети магістерської роботи сформульовано та вирішено наступні **задачі дослідження:**

1. Проведення інформаційного пошуку з тематики магістерської роботи і на його основі підтвердження актуальності обраної теми.
2. Розробка алгоритму проведення комплексного наукового дослідження, підбір необхідного лабораторного обладнання для реалізації випробувань.
3. Проведення дослідження статичної провідності ущільнювальних матеріалів.
4. Проведення дослідження провідності ущільнювальних матеріалів за навантаження в умовах як сухого так і вологого (паливом) контакту зі сталевими поверхнями.
5. Побудова математичних моделей провідності запропонованих матеріалів у залежності від найбільш впливових факторів їх застосування.
6. Розробка заходів щодо охорони праці та довкілля при експлуатації АПЗ аеропортів.

Об'єкт дослідження – процес заправки повітряних суден паливозаправними матеріалами за допомогою стандартного аеропортового паливозаправного обладнання.

Предмет дослідження – статичний захист процесу заправки повітряних суден та провідність ущільнювальних матеріалів паливозаправного обладнання авіаційної наземної техніки аеропортів.

Методи дослідження – вивчення літературних джерел та порівняльний аналіз, експериментальні дослідження та статистична обробка експериментальних даних, дослідження структури матеріалів та їх поверхонь контакту в умовах напруженого стану, планування повнофакторного експерименту, побудова математичної моделі та оптимізація функції відгуку, оптимізація отриманих результатів та формулювання практичних рекомендацій.

Наукова новизна отриманих результатів – вперше встановлено основні закономірності зміни провідності матеріалів AG XXXXXX-YY (із глибоким заляганням волокон – ущільнення резервуарів та трубопроводів) та AD 2740X-YY-ZZ (для тисків до 8 бар) при моделюванні умов роботи ущільнювальних прокладок штуцерів заправки паливозаправного обладнання аеропортів, вперше проведено математичне моделювання електротехнічних характеристик цих матеріалів у напрямку технологічних факторів його застосування, оптимізовано застосування цих матеріалів у зазначених умовах.

Практичне значення отриманих результатів – результати кваліфікаційної роботи рекомендовано для застосування під час наукових досліджень та у практичній діяльності інженерного складу наземних служб аеропортів, що експлуатують паливозаправне обладнання аеропортів біля повітряних суден.

Особистий внесок випускника. Наукові результати магістерської роботи, що виносяться на захист, належать особисто здобувачу. Автору належать: планування експериментів, деталізація і виконання наукових задач досліджень, проведення і контроль якості експериментальних випробувань, обробка результатів і їх аналіз, підготовка до друку наукових робіт, організація й участь у проведенні конференцій. Вибір об'єктів досліджень, постановка наукової мети та обговорення одержаних

результатів виконано спільно з науковим керівником. За результатами етапів досліджень здобувачем були сформульовані основні висновки по роботі.

Робота виконана на лабораторній базі наступних інституцій: служба спецтранспорту «Interavia Ukraine LTD» ДП МА «Бориспіль», матеріал досліджено в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України.

Апробація отриманих результатів. Результати кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр» були апробовані на засіданнях секції науково-технічних конференцій (2 участі):

1. XX Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки» 1-3 квітня 2020 року. Програма. Секція: «Менеджмент технологій аеропортів», № 4, с. 6.

2. XXI Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки» 5-9 квітня 2021 року, Програма. Секція: «Design, maintenance and diagnostics of aircraft and gas turbines», № 4, с. 6.

Публікації. Результати кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр» були опубліковані у науково-технічних виданнях (2 публікації):

1. Zavgorodnia S. A. Upgrading the aircraft refueling speed using the new conductive sealing materials. / Polit. Challenges of science today. modern aviation technologies: Abstracts of XX International conference of higher education students and young scientists, Kyiv, 2020, National Aviation University – P. 36-37.

2. Zavgorodnia S. A. Acceleration the aircraft refueling speed using the new conductive sealing materials. / XXI Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених "Політ. Сучасні проблеми науки". Сучасні авіаційні технології Збірник тез. – Київ 2021. – С 45-47.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ ЗАПРАВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ПАЛИВОМ

1.1. Об'єкти та засоби паливозабезпечення аеропортів

Сучасні повітряні судна цивільної авіації використовують велику кількість паливо-мастильних матеріалів (ПММ). Високі вимоги до надійності роботи усіх агрегатів обумовлюють великий об'єм робіт, пов'язаних з підготовкою авіаПММ до заправки та збереження їх кондиційності. Безпека польотів знаходиться в прямій залежності від якості застосованих ПММ. Збереження якості ПММ залежить від технічного стану засобів зберігання, транспортування та заправлення. Технологія зберігання, транспортування та заправлення включає в себе велику кількість спеціального обладнання та засобів автоматики, зосередженого на складі ПММ. Об'єднати та широко застосувати засоби автоматизації складу ПММ – головна задача сьогодення. Великі резервуарні парки, потужні зливо-наливні прилади та інше спеціальне обладнання складу ПММ потребує технічно грамотної його експлуатації, високоорганізованого виконання експлуатації усіх технологічних процесів і рішення багатьох організаційно-технічних заходів .

Засоби зберігання, перекачки, фільтрації, обладнання для підготовки та заправки ПММ, трубопроводи з набором арматури, обладнання для пожежогасіння та охорони навколишнього середовища, засоби блискавкозахисту, зберігання ПММ у тарі, комплекси приміщень для персоналу складу – далеко неповний перелік об'єктів складу ПММ, з будовою та роботою якого повинен бути ознайомлений інженерно-технічний персонал складу.

Дефіцитність НП та їх значна вартість ставить економне використання ПММ та ефективну роботу обладнання в одну з актуальних задач діяльності авіапідприємств. Цю задачу можливо вирішити тільки за умови грамотної технічної експлуатації всього технологічного обладнання складу ПММ.[8-9]

1.1.1 Стаціонарні засоби заправки

В останні роки в цивільній авіації широке застосування знаходять системи централізованого заправлення, у яких паливо подається з витратних резервуарів насосами по трубопроводах безпосередньо в баки ПС. Використання ЦЗЛ скорочує час заправлення, підвищує культуру виробництва завдяки автоматизації процесу заправлення.

В аеропортах застосовують три типи систем ЦЗЛ, що розрізняються технічною оснащеністю і кількістю прокачаного палива [8-9]:

- збірно-розбірні спрощені системи в аеропортах IV і V класів;
- системи середньої продуктивності в аеропортах II і III класів.

Системи ЦЗЛ містять у собі:

- витратні резервуари для зберігання оперативного запасу палива і видачі його на заправлення;
- трубопровідні комунікації для транспортування палива від резервуара до споживача;
- насосні станції для перекачування палива;
- фільтраційні пункти очищення палива від забруднень;
- стаціонарні заправні агрегати чи гідратні колонки з пересувними заправними агрегатами, що забезпечують потрібний режим заправлення й облік виданого палива;
- пристрої регулювання і сигналізації для дистанційного чи автоматичного керування системою;
- засоби пожежогасіння і відводу статичної електрики;
- пристрої для зливу палива з баків ПС;
- дозатори присадок у паливо;
- диспетчерський пункт.

ЦЗЛ на генеральному плані аеропорту може розміщуватися самостійно або разом з базовим складом ПММ. У першій схемі (рис 1.1) передбачається будівництво станції ЦЗЛ поблизу перону. Паливо з резервуарів базового складу

подається по трубопроводах у резервуари станції ЦЗЛ і, після відстоювання, надходить по трубопроводу на перон до місця стоянки ПС, де встановлюють гідратні колонки чи пересувні заправні агрегати. Для захисту трубопроводів від руйнування при можливих гідравлічних ударах у системі передбачені гідроамортизатори. ПС можуть заправлятися на заправному вузлі зі стаціонарними заправними агрегатами.

Розміщення станції ЦЗЛ на складі ПММ трохи відрізняється від першої схеми загальним компонуванням деяких комплексів аеропорту. Склад ПММ розміщують на окремій території авіапідприємства відповідно до генерального плану забудови, поза зоною повітряних підходів. Трубопровідні комунікації складу прокладають на землі чи під землею з ухилом не меншим за 0,002 – 0,004. Трубопроводи, що проходять під залізничними і автомобільними дорогами, а також руліжними доріжками, прокладають у сталевих чи залізобетонних кожухах розміром на 100 мм більше зовнішнього діаметра труби. Всмоктувальні трубопроводи необхідно монтувати з ухилом вбік насоса для забезпечення живлення його при запуску [10-11].

Насосні станції розташовують у найбільш низькій точці складу. Трубопровідна обв'язка насосної станції повинна забезпечувати можливість вимикання для ремонту будь-якої групи насосів чи трубопроводів, подачу палива в будь-яку групу трубопроводів. Для приводу насосів використовують електродвигуни у вибухобезпечному виконанні. Для монтажу і демонтажу в насосній станції передбачають піднімальні пристрої: переносні триноги і монорейки з талями.

Заправні площадки необхідно обладнати з урахуванням шляхів руху ПС, вимог до розміщення заправних колонок, типів застосовуваних заправних засобів і норм авіапаливозабезпечення проектування об'єктів аеропортів.

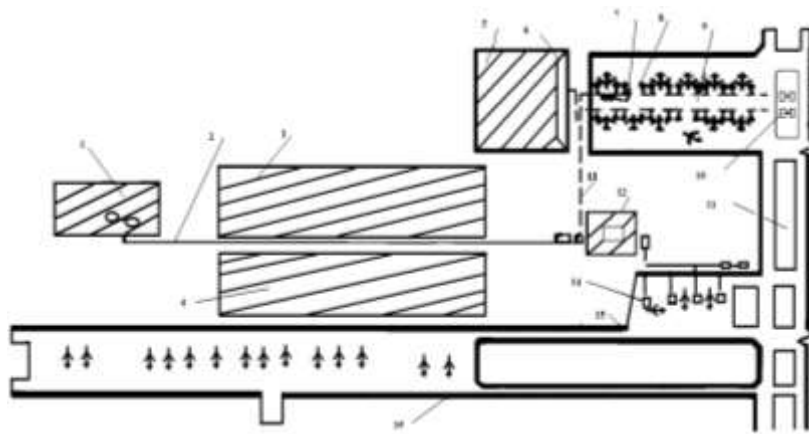


Рис.1.1. Схема розміщення системи ЦЗЛ на генеральному плані аеропорту:

1 – базовий склад ПММ; 2 і 13 – трубопроводи; 3 – комплекс допоміжних споруджень; 4 – інженерно-авіаційний комплекс; 5 – комплекс вантажопасажирських споруд; 6 – аеровокзал; 7 – пересувний заправний агрегат; 8 – гідратна колонка; 9 – перон; 10 – камера з гідроамортизаторами; 11 – руліжна доріжка; 12 – станція ЦЗЛ; 14 – стаціонарний заправний агрегат; 15 – заправний вузол; 16 – місце стоянки ПС.

Сучасна система заправки повітряних суден паливом показана на рис 1.2.

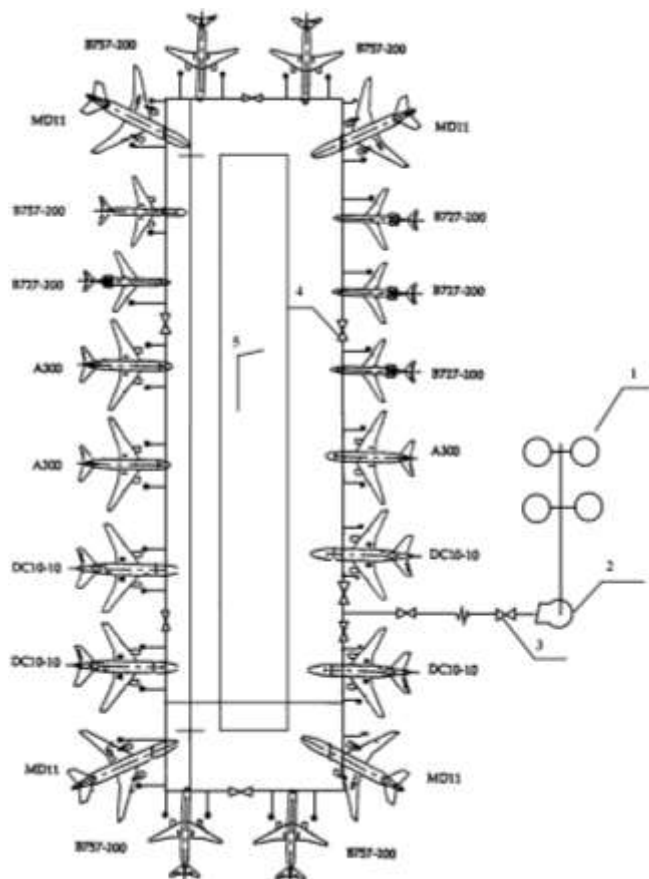


Рис.1.2. Сучасна система заправки ПС паливом

1-віддалене сховище; 2-насосна станція; 3-трубопровід; 4-типовий ізоляційний колодязь; 5-заправка;

Система обслуговує двадцять стоянок таким чином, що на кожне місце стоянки приходится по дві заправних гідратних колонки. Збереження палива і насосні системи, фільтри і станція з контрольним обладнанням розміщується на відстані до 3 км від місць обслуговування. Паливо доставляється по спеціальній трубопровідній лінії і потім розводиться по гідратним колонкам спеціальною розвідною лінією з відводом до кожної гідратної колонки.

Гідратна паливозаправна система повинна мати відповідну потужність, щоб забезпечити потреби для швидкої заправки, особливо при обслуговуванні міжнародних авіаліній. Наприклад, для місць стоянок, приймаючих повітряне судно В-747, об'єм подачі палива повинен складати 1890 л/хв для кожного із чотирьох з'єднань (два у кожне півкрило) з загальним об'ємом подачі 7570 л/хв.; для повітряного судна А – 320 подача палива повинна складати 2950 л/хв.

1.1.2 Рухомі засоби заправки

Не дивлячись на ряд переваг систем ЦЗЛ, АПЗ до теперішнього часу не втратили свого значення і продовжують широко застосовуватися в світовій практиці для заправки всіх типів літаків [4-6].

При існуючій багатотипності літаків і використання ними різних сортів авіаційного палива, рухомі засоби заправки зберігають своє першорядне значення, так як вони володіють найбільшою маневреністю і не прив'язані до постійних місць заправки літаків. Подача палива до ПС, які знаходяться на авіаційних ремонтних підприємствах, також забезпечується паливозаправниками.

До позитивних якостей АПЗ відносяться їх маневреність, автономність, здатність доставляти паливо до місць стоянки літаків незалежно від їх застосування та засобів наземного обслуговування (рис 1.3).

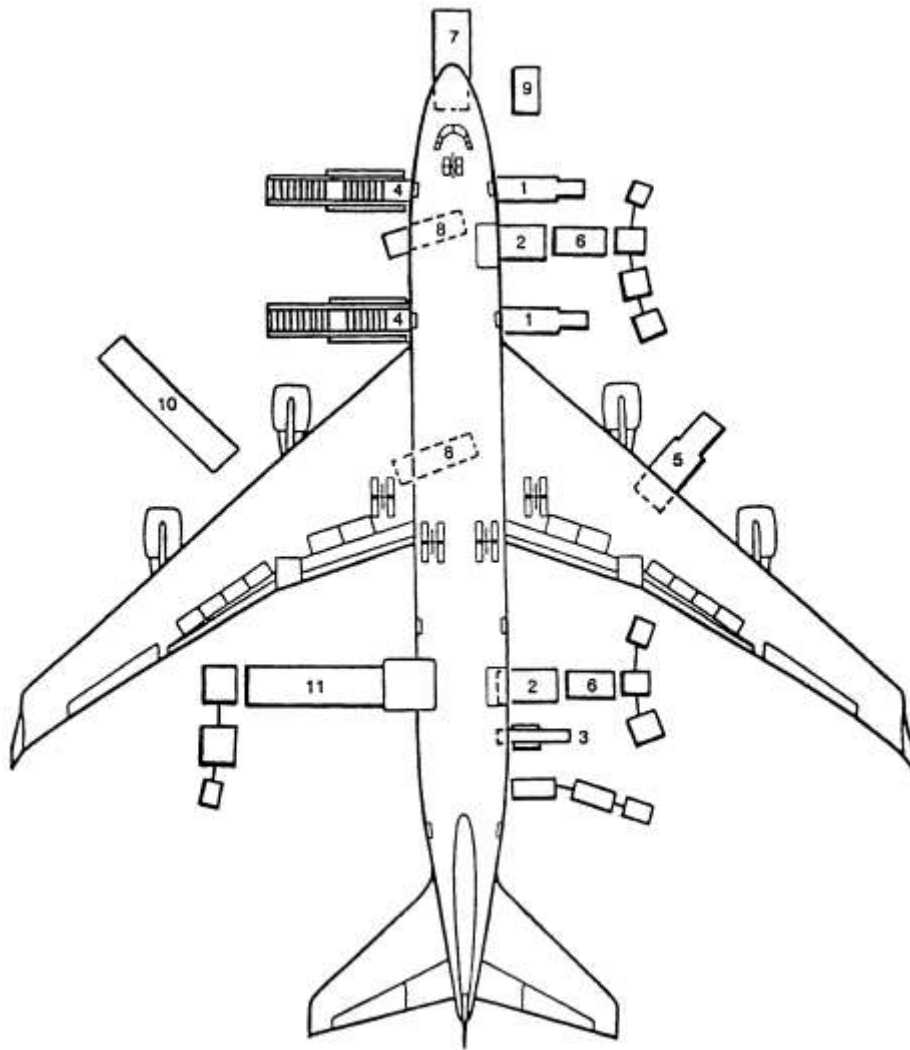


Рис. 1.3. Розміщення засобів наземного обслуговування ПС В 747-400:

1 – машина бортхарчування; 2 – навантажувач; 3 – стрічкові транспортери; 4 – пасажирські трапи; 5 – гідратні пристрої; 6 – платформи для транспортера; 7 – тягач; 8 – машина для обслуговування туалетів; 9 – струмопостачання; 10 – автопаливозаправник; 11 – вантажник на головну палубу.

Паливозаправниками називаються спеціальні автомобілі або автопотяги, призначені для транспортування палива, тимчасового його зберігання і заправки ним літаків [4-6].

За способом доставки ПММ і спеціальних рідин до ПС розрізняють наступні види засобів заправки: самохідні, буксирувальні, переносні, стаціонарні.

Самохідний засіб заправки – автомобіль, на платформі якого встановлюється все обладнання, яке забезпечує наступні функції:

- перевезення н/п або спецрідини;
- перекачування н/п в баки ПС або інші ємкості;

- видача спецрідин в систему ПС;
- очищення та облік виданих н/п та спецрідин.

Буксирувальні засоби заправки – платформа на колесах з однією або двома вісями. Все обладнання монтується на платформі, а її переміщення здійснюється авто- або електрокаром. Буксирувальні засоби забезпечують:

- перекачування н/п або спецрідини зі сторонньої ємкості в баки або системи ПС;
- очистку та облік виданих н/п та спецрідин.

Переносні засоби – заправка ПС паливом в польових умовах. Вони дозволяють виконувати наступні операції:

- перекачування н/п або спецрідини зі сторонньої ємкості визначеного об'єму в баки ПС;
- очистку та облік виданої кількості н/п.

Стаціонарні засоби – заправка ПС тільки одним сортом палива. Ці засоби забезпечують:

- перекачування палива в баки ПС;
- очистку палива від емульсійної води та механічних домішок;
- облік виданої кількості палива;
- введення в паливо антиобліднюючих рідин.

Рухомі засоби заправки класифікуються за видом ПММ та спецрідин, що заправляються, на:

- ПЗ;
- МЗ;
- заправники спецрідинами;
- комбіновані дозправники та інше.

Рухомі засоби заправки класифікуються по базовому шасі на засоби звичайної та підвищеної прохідності (змонтовані на шасі автомобілів високої прохідності) та

по місткості: на засоби малої місткості (до 5000л), середньої місткості (6000-15000л) та великої місткості (більше 15000л).

1.2. Огляд літературних джерел на тему сучасних засобів заправлення повітряних суден паливом.

Паливозаправниками називають спеціальні автомобілі або автопоїзди, призначені для транспортування палива, тимчасового його зберігання та заправки їм літальних апаратів [4-6].

Заправка літаків паливом займає значне місце в їх технічному обслуговуванні. Від неї в значній мірі залежить регулярність і безпека польотів, саме тому до паливозаправників висувається цілий ряд вимог, основними з яких є:

- відповідна місткість цистерни;
- висока продуктивність роздавальної системи;
- максимально можлива тонкість фільтрації палива;
- висока механізація і автоматизація основних робочих операцій;
- максимальна уніфікація агрегатів і деталей;
- швидкість і зручність експлуатації.

Крім того, паливозаправники повинні володіти властивістю маневрування, універсальністю (властивістю в разі необхідності забезпечити заправку літаків різних типів), мати хороший огляд з кабіни водія, а в умовах роботи в аеропортах низьких класів – володіти високою прохідністю.

До позитивних якостей паливозаправників відносять їх маневреність, автономність, здатність доставляти паливо безпосередньо до місця стоянки літаків незалежно від їх розташування.

За місткістю цистерни паливозаправників класифікуються на три типи:

- засоби малої місткості (до 5000 л);
- середньої місткості (5000...15000 л);
- великої місткості (більше 15000 л).

Паливозаправники великої місткості мають наступні особливості:

- монтаж цистерни здійснюється не на шасі автомобіля, а на напівпричепі і виконуються у вигляді автопоїзда, що складається із сідельного тягача і напівпричепа-цистерни;

- привід насоса здійснюється від автономного двигуна;
- мають більш високу продуктивність роздавальних систем [4-6].

Розглянемо номенклатуру паливозаправників великої місткості.

Паливозаправник ТЗА-40-96215 (табл.1.1) призначений для заправлення повітряних суден відфільтрованим авіаційним паливом Т-1, ТС-1, РТ, як у чистому вигляді, так і в суміші з протикристалізаційними рідинами типу "И", "ИМ" (до 0,1% за об'ємом) в аеропортах усіх класів, у тому числі міжнародних і відповідає міжнародним стандартам заправки повітряних суден:

- наявність двох незалежних автоматичних пристроїв регулювання тиску заправки;
- відсутність контакту палива з цинком, міддю, кадмієм;
- наявність системи "мертвий оператор";
- блокування руху при незавершених технологічних операціях;
- обслуговування одним оператором-водієм;
- експлуатується при температурі повітря від мінус 40 °С до плюс 40 °С.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики паливозаправника ТЗА-40-96215

Найменування параметра	Значення
1	2
Місткість цистерни, л	40000
Подача насосної установки під час закритої заправки (при протидії після накієчника нижньої заправки – 0,2 МПа), л/хв	
- через один рукав, не менше	1200
- через два рукава, не менше	1400
Подача, що рекомендується під час відкритої заправки через пістолет, л/хв	400

Продовження таблиці 1.1

1	2
Вакуумметрична висота всмоктування, м	4,5
Гранично допустимий тиск на наконечнику нижньої заправки, МПа	0,45
Номинальна тонкість фільтрації, мкм	1...2
Граничний вміст вільної води, % (по вазі)	0,003
Основна погрішність лічильника-витратоміра, %	±0,25
Рукави роздавальні (кількість, довжина, м, діаметр, мм)	2x30x65
Основні розміри ТЗА	
- Габаритна довжина, мм	16000
- Габаритна ширина, мм	2750
- Габаритна висота, мм	3300
Повна маса, кг, не більше	52500
- навантаження на сидло тягача, кг	16000
- навантаження на задній візок, кг	27000

В якості насоса використовується самовсмоктуючий, багатоступінчастий, лопатевий насос з вентиляційним ступенем Dickow HZS 1034/AN5 з продуктивністю 145 м³, кількістю обертів 1800 об/хв. Ущільнення валу – торцеве.

Паливозаправник обладнаний фільтром-водовідділювачем Facet HCS-456-244 з тонкістю фільтрації 1...2 мкм, розрахованим на робочий тиск 10атм. Фільтр-водовідділювач обладнаний:

- автоматичним газовідділювачем;
- лінією відводу газу в цистерну з оглядовим склом;
- поплавковим вимикачем для припинення процесу заправки при повному заповненні водозбирача фільтра водою;
- дифманометром для виміру перепаду тиску на фільтроелементах [2].

Авіаційний паливозаправник АТЗ-25 (табл.1.2) складається з:

- сідельного тягача в якості транспортної й енергетичної бази зі спеціальним сідельним пристроєм і коробками для відбору потужності на гідропривід паливного насоса й рукавних катушок;
- напівпричепа-цистерни несучої конструкції, встановленої на одновісному візку;
- насосно-фільтраційного модуля, змонтованого в спеціальному відсіку
- керування на напівпричепі позаду цистерни [4-6].

Таблиця 1.2

Основні технічні характеристики паливозаправника АТЗ-25

Найменування параметра	Значення
1	2
Тип тягача	МАЗ-543203, КАМАЗ-5460
Тип візка	Одновісний агрегат виробництва ВРВ
Номінальна місткість цистерни, дм ³	25000
Місткість маслобака гідроприводу, л	250
Привід агрегатів спецустановки	Двигун тягача – джерело відбору потужності. Гідропривід за схемою: коробка відбору потужності - гідронасос - гідромотори паливного насосу і барабанів намотування рукавів
Цистерна	Несучої конструкції, змінного перерізу, форма «овал», матеріал – нержавіюча сталь
Тип і основні параметри дихального пристрою цистерни	УД-063.032-080
Маса споряджена, кг, не більше	17300
Маса повна, кг, не більше	37300

1	2
Розподілення повної маси, кг, не більше: <ul style="list-style-type: none"> - на передню вісь тягача - на задню вісь (візок) тягача - на візок напівпричепа 	6200 11100 20000
Навантаження на седельно-зчпний пристрій тягача, кг, не більше	10000
Габаритні розміри, мм, не більше: <ul style="list-style-type: none"> - довжина - ширина - висота 	13000 2500 3600
Гранично-допустимий тиск на накієчнику нижньої заправки, МПа	0,45
Подача насосної установки при закритому заправленні (при протидії після наконечника нижнього заправлення до 0,2 МПа), дм ³ /хв, не менше: <ul style="list-style-type: none"> - через один рукав - через два рукави 	1000 2000
Номінальна тонкість фільтрування, мкм, не більше	1...2
Граничний зміст вільної води % (по вазі)	0,003
Основна погрішність лічильника-витратоміра палива, % не нижче	±0,25
Залишок палива в цистерні, що не зливається, дм ³ (повний злив через дренажний пристрій)	0

1	2
Рукави роздавальні (кільк., шт; длина, м; диаметр, мм)	2x(25-30)x50
Максимальна швидкість руху при повній масі, км/год, не більше	30
Обслуговуючий персонал	Один водій – оператор

Паливозаправник ПТЗА-96953 серійно обладнується системою відкачки палива з рукавів. Застосування комплектуючих країни-виробника знижує загальну вартість АПЗ, а також експлуатаційні витрати. Комплектуючі відносно дешеві, досить надійні, легко доступні, здебільшого вже успішно застосовувані в паливозаправних компаніях. Цистерна з нержавіючої сталі дозволяє вирішити проблему міцності, довговічності, ремонтпридатності, спрощує зачищення, дозволяє одержати більшу міцність конструкції та ін. В паливозаправнику ПТЗА-96953 застосований двовісний агрегат ВРW. Особливість агрегату в тому, що одна вісь виконана односхилою поворотною самоустановлювальною. Це дозволило повністю виключити недоліки звичайних двовісних візків, такі як – зрив покришок при розворотах і підвищене зношування гуми пневматиків коліс. Одночасно, застосування двовісного агрегату дозволило знизити навантаження на одну вісь із 30,7 т до 15-16 т. Ширина ПТЗА складає 2,5 м, що відповідає вимогам ДАІ відносно габаритів.

Також виробник не виключає можливість модернізувати паливозаправник не погіршуючи експлуатаційні характеристики за рахунок встановлення додаткового вітчизняного, а також імпортного обладнання (наприклад, лічильників, дозатора противодокристалізаційної рідини, паливного насоса, і т.д.), аж до встановлення повністю імпортного агрегатного відсіку (зокрема, "Альфонс Хаар"). Існує можливість застосування в якості тягача паливозаправника тягачів МАЗ, КАМАЗ. Разом з експлуатантами і потенційними замовниками постійно ведеться робота над удосконаленням конструкції й характеристик паливозаправника. Кожна наступна машина допрацьовується з урахуванням накопиченого досвіду [4-6].

Основні технічні характеристики ПТЗА-96953

Найменування параметра	Значення
1	2
Тип тягача	КРАЗ-6443-0000010
Тип візка	HZF/SFVBTL2/18010/12010
Привід агрегатів спецустановки	Двигун тягача – джерело відбору потужності. Гідропривід за схемою: КВП – гідронасос. Гідромотори паливного насоса і барабанів намотування рукавів
Цистерна	Несучої конструкції, змінного перетину, форма "овал", матеріал – нержавіюча сталь
Номінальна місткість цистерни, дм	40 000
Тип і основні параметри дихального пристрою цистерни	УД2-063.032-080
Маса споряджена, кг, не більше	26 500
Маса повна, кг, не більше	58 730
Розподілення повної маси, кг, не більше:	
- на передню вісь тягача	6 000
- на задню вісь (візок) тягача	21 960
- на візок напівпричепа	30 770
Навантаження на сидельно-зчіпний пристрій тягача, кг, не більше	17000

Продовження табл.1.3

1	2
---	---

Габаритні розміри, мм, не більше:	
- довжина;	17500
- ширина;	2500
- висота	3600
Подача насосної установки при закритій заправці (при протидії після наконечника нижньої заправки до 0,2 МПа), дм/хв, не менше:	
- через один рукав;	1200
- через два рукави.	2400

Модель *паливозаправника ТЗА 20-65053* повною мірою відповідає діючим вітчизняним і міжнародним вимогам, що висуваються до паливозаправного обладнання. ТЗА 20-65053 є базовою моделлю, у конструкції якої закладені потенційні можливості, що дозволяють надалі здійснювати її розвиток і модернізацію. Наявність технічних можливостей оперативної зміни умов і режимів заправлення повітряних суден авіаційним паливом з додаванням ПВК-рідини "И", "ИМ" (до 0,1% за об'ємом) і без неї, дозволяють забезпечити його застосування практично на всьому існуючому парку вітчизняних і закордонних літальних апаратів без обмежень. При цьому кількість допоміжних операцій зведена до мінімуму. Система автоматичних блокувань містить цілий комплекс захисних функцій, що забезпечують безпечні умови експлуатації ТЗА 20-65053 в цілому, а також поєднаних з ним стаціонарних систем і повітряного судна. ТЗА пристосований для експлуатації в позакласних аеропортах, аеропортах I, II, III класів, а також у міжнародних аеропортах цивільної авіації, у зоні помірного клімату при температурі навколишнього повітря від -40°C до +40°C і відносній вологості повітря не більше 95% (при температурі +20°C).

Паливозаправник являє собою автопоїзд, що складається з одиночного паливозаправника, оснащеного цистерною 20 000 літрів із можливістю приєднання

причепа з розміщеної на ньому цистерною 20 000 літрів. Паливозаправник оснащений фільтраційно-насосним модулем [4].

Таблиця 1.4

Основні технічні характеристики ТЗА 20-65053

Найменування параметрів	Значення
1	2
Номінальна місткість цистерни, л	20000
Гранично-допустимий тиск за наконечником закритої заправки, МПа	0,35
Витрата роздавальної системи під час закритої заправки і протидії за наконечником 0,2МПа: - через один рукав Ду63, л/хв; - через два рукави Ду63, л/хв.	1250 2500
Витрата роздавальної системи під час відкритої заправки ЛА, л/хв.	400
Основна погрішність лічильника-витратоміра палива, % не нижче	+ 0,35
Роздавальні рукави: - кількість, шт. - довжина, м - діаметр, мм	2 30 65
Номінальна тонкість фільтрування, мкм, не більше	1...3
Граничний зміст вільної води % (по вазі)	0,0015
Залишок палива в цистерні, що не зливається, дм ³ (повний злив через дренажний пристрій)	0

Продовження табл.1.4

1	2
---	---

Максимальний статичний тиск в магістралях заправочного модуля, МПа	1,0
Вакуумметричний тиск в цистерні, не більше, МПа	0,01
Надлишковий тиск в цистерні, не більше, МПа	0,02
Обслуговуючий персонал	Один водій-оператор
Габаритні розміри, мм, не більше:	
- довжина	10400
- ширина	2500
- висота	3560

Узагальнюючи наведені вище відомості про паливозаправники великої продуктивності, стає можливим скласти таблицю узагальненої моделі сучасного паливозаправника.

Таблиця 1.5

Узагальнена модель сучасного ПЗ

Найменування параметрів	Значення
1	2
Продуктивність насосної установки, м ³ /год	60...90
Тонкість фільтрації, мкм	1...2
Максимальний перепад тиску в цистерні, МПа	0,02
Залишок продукту, що не зливається, дм ³	0
Максимальна швидкість руху, км\год	25...30
Матеріал цистерни	Нержавіюча сталь, леговані сплави без вмісту міді, або з вмістом 25% цинку або кадмію

1	2
Контроль параметрів заправки	Високоточні контрольні-вимірювальні прилади з можливістю їх перевірки без демонтажу
Захист системи заправки при різкому підвищенні тиску	Наявність контрольного реле часу, суміщеного з кнопкою «Зупинка насоса»
Захист від випадкового переміщення при невід'єднаних рукавах або працюючому насосі	Наявність системи блокування коліс з можливістю управління з кабіни водія-оператора
Базове шасі	Повноприводний сідельний тягач підвищеної прохідності
Обслуговуючий персонал	Один водій оператор

1.2.1. Основні тенденції розвитку конструктивних особливостей паливозаправників і постановка задач вдосконалення паливозаправника місткістю 30 м³

Проаналізувавши узагальнені дані про конструкцію сучасних паливозаправників можна сформулювати головні тенденції їх розвитку на сучасному етапі. Нижче наведено основні напрямки модернізації

ПЗА повинен розроблятися з урахуванням використання прогресивних принципів конструювання, передової технології виготовлення і технічного обслуговування при мінімальних витратах у виробництві та при його експлуатації і ремонті.

Конструкція ПЗА повинна забезпечувати відповідність його параметрів параметрам ПС та безпеку їх сполучення з ПС. Компоновка технологічного обладнання ПЗА не повинна знижувати ходових якостей базового шасі, окрім обмеження швидкості, або ускладнювати його технічне обслуговування.

Привід паливного насосу ПЗА повинен здійснюватися від двигуна тягача через коробку відбору потужності (КВП) та карданний пристрій, або за допомогою гідроприводу. Використання електроприводу недопустиме [4-6]. Живлення електричної, пневматичної та гідравлічної систем ПЗА повинно здійснюватись від відповідних систем тягача.

У кабіні тягача повинні розташовуватись лічильники наробітку двигуна та паливного насосу. Вимикачі та індикатори спеціального обладнання ПЗА повинні встановлюватись у кабіні тягача і дублюватись у заправочному модулі. Кабіна тягача, як правило, повинна бути обладнана індивідуальною системою кондиціонування. Тягач повинен бути обладнаний системою підігріву для забезпечення пуску двигуна при низьких температурах.

Час запуску двигуна при використанні підігрівача не повинен перевищувати 20 хвилин.

Технічні можливості тягача повинні забезпечувати безпечне маневрування ПЗА поблизу ПС. Гальмівна система тягача повинна забезпечувати зупинку ПЗА з мінімальним гальмівним шляхом (не більше 5 м), як з порожньою, так і з повністю заповненою цистерною. Тягач повинен бути обладнаний стояночним гальмом, що здатне стримувати ПЗА на сухій поверхні з ухилом до 5 градусів з урахуванням додаткового навантаження ПЗА.

Тягач повинен бути обладнаний буксирувальними пристроями, що забезпечують буксирування ПЗА переднім і заднім ходом.

Базове шасі ПЗА повинно мати сертифікат ухвалення типу транспортного засобу або інший аналогічний документ.

Цистерна повинна бути виконана з алюмінієвого сплаву або нержавіючої сталі з постійним поперечним за конфігурацією перетином по довжині (еліптичним, круглим та ін.).

Допускається, за необхідністю, застосовувати цистерни складної конфігурації із використанням принципу зміни положення перетину по довжині ємкості, що забезпечує найкращий варіант її компоновки при найбільш низькому розташуванні центру тяжіння цистерни.

Місткість цистерни повинна забезпечувати повне використання вантажопід'ємності тягача, з урахуванням маси технологічного обладнання, що застосовується. При цьому об'єм цистерни повинен припускати можливість збільшення об'єму авіапалива за рахунок температурного розширення (не менше 2% від номінальної місткості).

Цистерна повинна витримувати внутрішній тиск, що дорівнює тиску, на який відрегульовані запобіжні клапани, але не менше 0,2 кгс/см².

Коефіцієнт тари ПЗА (відношення маси палива, що перевозиться, до маси порожнього ПЗА) повинен бути більше 1.

Цистерна повинна бути обладнана:

- хвильорізами;
- люками-лазами;
- показчиком об'єму палива у цистерні;
- дренажним пристроєм;
- дихально-запобіжними пристроями;
- обмежувачем рівня наливу;
- заборним (наливним) та нагнітальним донними клапанами;
- передньою, проміжною та задньою опорами.

Площа кожного хвильорізу цистерни повинна складати не менше 75% площі поперечного перетину, у якому встановлений хвильоріз.

Діаметр люка-лаза повинен бути не менше 500 мм.

Дихально-запобіжні пристрої повинні забезпечувати нормальну роботу ПЗА при наповненні та спорожненні цистерни на номінальному режимі насосної установки та зливі палива самотоком.

Обмежувач рівня наливу цистерни повинен бути обладнаний пристроєм, що забезпечує вмикання звукового та світлового сигналів при наближенні рівні палива у цистерні до заданого та передачу імпульсу на вимикання стороннього насосу.

Цистерна ПЗА може бути оснащена двома донними клапанами, один з яких повинен мати ручне управління, а другий пов'язаний через пневмосистему з

системою блокування руху ПЗА. У процесі заправки ПС він повинен залишатись у закритому стані (на випадок виникнення відмов у пневмосистемі ПЗА).

У насосно-фільтраційному модулі ПЗА можуть використовуватись самовсмоктуючі насоси відцентрового або лопатевого типу.

Лічильники – витратоміри повинні бути встановлені після фільтро-водовідділювача та забезпечувати вимір миттєвої (за необхідністю), разової та сумарної витрати палива.

У разі встановлення у насосно-фільтраційному модулі пристрою дозування ПВКР з резервуаром, лічильник-витратомір повинен бути обладнаний додатковим пристроєм приводу дозатора, що забезпечує концентрацію ПВКР (за об'ємом), що дорівнює 0,1%, 0,2% та 0,3%, із зручними для оператора органами управління.

Обладнання насосно-фільтраційного модуля, враховуючи органи управління та прилади контролю процесу заправки, повинно бути скомпоноване у вигляді автономного блоку, що встановлений на рамі транспортного засобу.

Фільтраційний модуль може бути розташований у спеціальному пожежобезпечному відсіку, з метеорологічним захистом та наявністю дверцят, що відчиняються з боку робочого місця водія-оператора.

На ПЗА повинні бути встановлені покажчики для контролю:

- тиску палива на виході з насосу;
- тиску повітря у керуючому контурі насосно-фільтраційного модуля та пневмосистемі тягача;
- числа обертів валу насосу;
- вмикненого стану електроживлення та стану блокування руху ПЗА.

Прилади контролю режимів роботи насосно-фільтраційного модуля ПЗА повинні бути зведені на єдину панель, яка повинна мати надійний захист приладів від вібрації та зовнішніх факторів.

Роздавальні рукава повинні бути антистатичними або струмопровідними, бути стійкими до робочого середовища та не впливати на якість палива, що заправляється, повинні мати накінечники закритої (нижньої) заправки та забезпечені роздавальними

пістолетами. Для розміщення роздавальних рукавів повинні бути передбачені барабани з механізованим прибиранням рукавів.

При необхідності, у разі виникнення суттєвих зусиль, потрібних для випуску рукавів (більше 30 кг с), рукава повинні бути обладнані пристроями (наприклад, роликowymi механізмами), що полегшують випуск рукавів [4-6].

Привід барабанів для рукавів повинен мати автоматичний захист від поломок при блокуванні барабанів.

Паливні трубопроводи ПЗА повинні бути виконані із корозійно-стійкої сталі або із алюмінієвих сплавів. Для усунення механічних напружень та коливань у відповідних місцях паливної системи повинні бути встановлені еластичні або демпферні сполучення. У всіх вузлах та трубопроводах, що торкаються до палива, яке перевозиться, повинні бути відсутні мідь, цинк і кадмій, а також їх сплави.

Елементи паливної системи повинні бути оснащені запобіжними клапанами для захисту системи від надлишкового тиску, що перевищує припустиму величину робочого тиску.

Накієчники закритої заправки та роздавальні пістолети повинні мати сітчасті фільтри.

Діаметр мундштука роздавального пістолета повинен дорівнювати 40 мм.

Для заправочних накієчників та пістолетів повинні бути передбачені захисні чохла. Роздавальні пістолети не повинні мати фіксаторів відкритого положення. У всіх випадках механізований спосіб змотування рукавів повинен бути продубльований ручним способом. Омічний опір заправочних рукавів повинен відповідати діючим нормативам.

У конструкції ПЗА повинні бути передбачені засоби, що забезпечують контроль чистоти палива, що заправляється у ПС.

На фільтрах ПЗА повинні бути передбачені штуцери, що забезпечують злив палива із нижніх точок для відбору проб та при демонтажних роботах. Фільтри повинні бути обладнані візуальними приладами контролю перепаду тиску на фільтрі.

На ПЗА повинна бути ємність для зливу відстою та проб.

Переміщення ПЗА при неприбраних елементах технологічного встаткування повинне бути виключено.

Двигун базового шасі не повинен заводитися, якщо перемикач швидкостей не перебуває в нейтральному положенні. Базове шасі ПЗА повинне бути обладнане кнопкою (кнопками) аварійного відключення двигуна. Вони повинні встановлюватися в зручних місцях, щоб забезпечувалося негайне відключення двигуна в аварійної ситуації.

Конструкція ПЗА повинна мати пристрій блокування руху. Пристрій повинен блокувати гальма тягача при:

- неприбраних рукавах;
- незакритій кришці наповнюючого штуцера (донного клапана);
- працюючому насосі.

ПЗА повинен бути обладнаний системою попереджувальних звукових сигналів, що подаються при русі ПЗА заднім ходом, а також в умовах поганої видимості (аварійній зупинці).

Джерелом живлення пневмосистеми ПЗА, як правило, повинна бути пневмосистема базового автомобіля.

Пневмосистема, як правило, повинна керувати наступними пристроями (системами) ПЗА:

- дистанційного управління заправкою;
- регулювання числа обертів паливного насосу;
- регулювання тиску в паливній системі;
- блокування руху ПЗА;
- управління донними клапанами;
- системою обмеження наливу.

Елементи пневмосистеми повинні бути оснащені запобіжними клапанами для захисту від тиску, що перевищує встановлений.

Джерелом живлення електричної системи ПЗА повинна бути електрична система базового автомобіля. Номінальна напруга електричної системи становить 24 В постійного струму. Електропроводка системи у зоні цистерни та насосно-фільтраційного модуля

повинна мати захисну оболонку. Електрообладнання ПЗА, як правило, повинно містити елементи наступних систем:

- контролю та сигналізації;
- управління;
- освітлення.

Кількість, розташування, колір та кути видимості зовнішніх освітлювальних приладів повинні відповідати ГОСТ 8769 [7].

Струмонесячі проводи повинні бути ретельно заізолювані та надійно закріплені, сполучення проводів повинно проводитись за допомогою спеціальних зажимів або пайкою.

Конструкція ПЗА повинна мати високий рівень експлуатаційної та ремонтної технологічності (Е та РТ) і бути придатною для ремонту в експлуатуючих підприємствах агрегатним методом. Конкретні вимоги до Е та РТ встановлюються ТЗ.

ПЗА повинен бути пристосований до виконання на ньому регламентних робіт, робіт щодо пошуку та усунення відмов і пошкоджень (робіт з відновлення) в умовах експлуатації із заданими витратами праці, часу та матеріалів.

Конструкція ПЗА повинна забезпечувати доступність та легкоз'ємність деталей, блоків і агрегатів, що підлягають перевірці або заміні в процесі експлуатації без демонтажу інших блоків та агрегатів.

Високий рівень ЕТ ПЗА повинен забезпечуватись також:

- розташуванням агрегатів кожної системи окремими блоками та секціями із забезпеченням покращених підходів до найменш надійних з них, а також до тих, що мають мінімальні ресурси;
- максимальним скороченням витрат праці на допоміжні (монтажно-демонтажні, збирально-розбиральні) роботи;
- застосуванням стандартного інструменту та приладдя;
- обладнанням основних елементів та систем ПЗА вмонтованими датчиками, показчиками і контрольними рознімами для періодичної перевірки технічного стану ПЗА;

- забезпеченням простого та швидкого очищення деталей і вузлів ПЗА від забруднень, і особливо під час експлуатації на ґрунтових аеродромах та аеродромах, що вкриті снігом;

- застосуванням конструктивних елементів та систем на ПЗА, що не потребують для обслуговування ПЗА фахівців високої кваліфікації.

Розташування обладнання ПЗА повинно бути компактним, що забезпечує доступ до всіх агрегатів для огляду, монтажу, демонтажу та ремонту. У конструкції ПЗА повинні бути відсутні місця, що є важкодоступними для очищення та мийки.

Компоновка технологічного обладнання ПЗА не повинна знижувати ходових якостей базового шасі, окрім обмеження швидкості, що передбачене в ТЗ.

Конструкція ПЗА повинна забезпечувати демонтаж 75% технологічного обладнання без попереднього розбирання інших вузлів та систем [4-7].

Конструкція цистерни ПЗА повинна забезпечувати можливість очищення її внутрішньої поверхні за допомогою механічних засобів та вручну. Для зручності обслуговування внутрішніх поверхонь повинні бути передбачені драбини та сходи.

Конструкція хвильорізу не повинна перешкоджати наповненню (спорожненню) цистерни, а також зручності очищення її внутрішньої поверхні.

Конструкція ПЗА повинна бути по можливості простою та забезпечувати доступність і легкоз'ємність вузлів та деталей, а також виконання регулювальних робіт у процесі ТО та Р.

Заміна елементів у засобах фільтрації та водовідділення повинна проводитись без демонтажу їх корпусів з магістралей ПЗА [5].

1.3. Конструкційні особливості під'єднувальної арматури паливозаправного обладнання аеропортів.

1.3.1. Основні функції.

Паливозаправник, удосконалюється, виконує наступні функції:

- закачування палива в цистерну із сторонньої ємності;
- приймання палива в цистерну від зовнішньої насосної станції;
- зберігання і транспортування палива;

- видача палива в баки ПС;
- очищення палива від механічних домішок;
- перемішування палива в своїй цистерні;
- облік виданого палива;
- відкачка палива з роздавальних рукавів після заправки.

Ці функції виконуються шляхом відкриття або закриття відповідних засувок, встановлених на трубопроводах.

Для виконання цих функцій необхідно встановити в паливозаправник спеціальне обладнання: цистерну, насос з приводом, паливні фільтри, трубопроводи з замірною арматурою, контрольно – вимірювальні прилади, комплект напірно-всмоктувальних і роздавальних рукавів.

З метою забезпечення нормальної роботи цистерна АПЗ обладнана наливною горловиною, дихальним клапаном, вказівником рівня палива, обмежувачем наповнення, протипожежним обладнанням, заземлюючим пристроєм, відстійником з водовідокремлювачем.[6].

1.3.2. Технологічна схема.

Розробка принципової технологічної схеми паливозаправника зводиться до визначення необхідного обладнання і з'єднання його в одну схему з метою виконання визначених функцій. На рис. 3.1. представлена принципова технологічна схема автопаливозаправника АПЗ – 43, що удосконалюється [7].

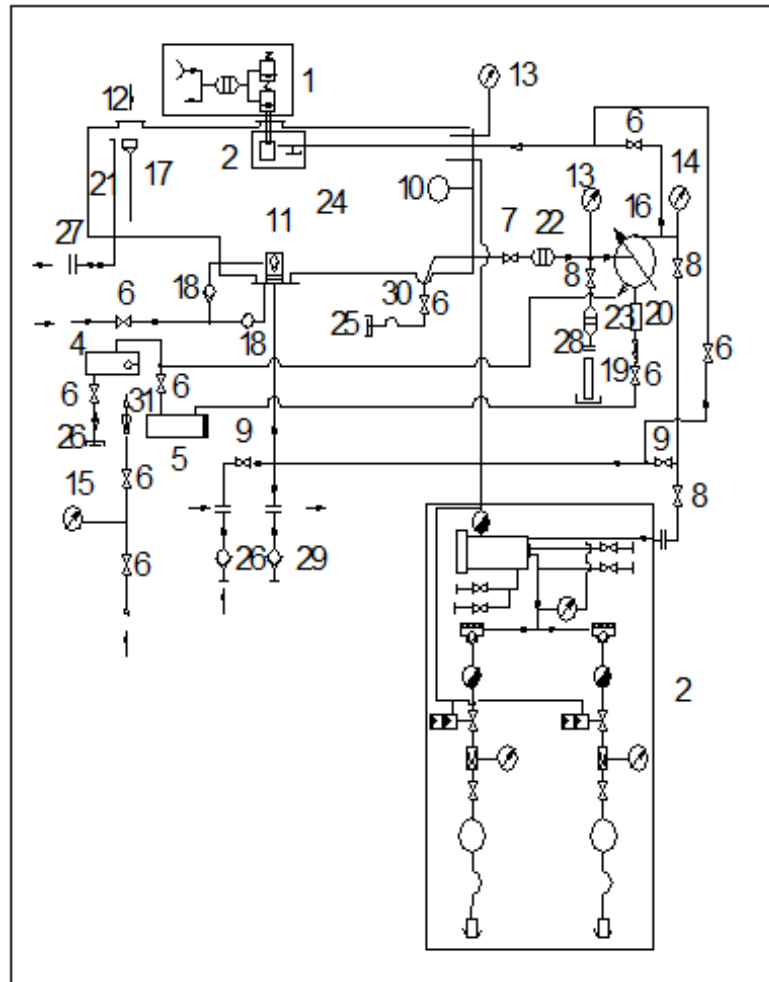


Рис. 3.1. Технологічна схема

1- пристрій дихальний; 2 - пристрій примусового відкриття клапану; 3 - паливозаправний агрегат; 4 - бак зливний; 5 - бак збірний; 6 - клапан(вентиль); 7 - затвор Ду150; 8 - затвор Ду100; 9 - затвор Ду80; 10 - індикатор сигналізатора рівня; 11 - донний клапан; 12 - кришка люку; 13 - мановакууметр 300КПа; 14 - мановакууметр 1,5КПа; 15 - манометр; 16 - насос; 17 - труба наливу; 18 - електропневмоклапан; 19 - рукав всмоктувальний; 20 - скло оглядове; 21 - труба газової обв'язки; 22 - фільтр; 23 - фільтр грубої очистки; 24 - цистерна; 25 – штуцер відбору проб; 26 - штуцер зливного баку; 27 - штуцер газової обв'язки; 28 - штуцер приймання всмоктування палива; 29 - штуцер приймання палива; 30 - шланг зливу з цистерни; 31 - ежекторний пристрій.[4-7]

1.3.3. Наповнення цистерни своїм насосом.

Покрокове виконання даного процесу:

- 1) Заземлити ПЗ за допомогою троса заземлення.
- 2) Заповнити насос паливом.
- 3) Включити примусове відкриття дихального пристрою.

4) Приєднати всмоктувальний рукав до штуцера, що приєднується, а другий кінець опустити в резервуар, звідки буде збиратись паливо. Включити гідрометр основного насоса.

5) Відкрити затвори 8, 9, вентилі (клапани) 6 і донний клапан 11, див. рис.3.1. Запустити двигун тягача, включити роздаточну коробку (при цьому проводиться в рух вал гідронасоса, створюючи тиск масла в системі гідроприводу, що приводить в рух вал гідромотора і основного насоса).

6) Відкрити вентиль 6, і подати повітря від ресивера гальмувальної системи в ежектор 31. При досягненні розрідження в насосі не більше 0,07 (0,7) МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$) і після заповнення його паливом (поява палива в оглядове скло) 20 можна запустити насос 16 і закрити вентиль 6 (перекрити подачу повітря в ежектор) і вентиль 6.

7) Збільшуючи частоту обертів валу паливного насоса до 2800 об/хв, добитись сталого тиску на виході із насоса не менше 0,5 (5,0) МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$). Повільно відкрити затвор 8 на нагнітанні насоса. Встановити тиск на виході насоса не більше 0,15 (1,5) МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$). Контроль заповнення цистерни відстежується по індикатору-сигналізатору рівня 10.

8) Після спрацьовування донного клапана, не виключаючи насос, знизити частоту обертів вала насоса до 1000 об/хв, закрити затвор 8, виключити насос, встановити рукоятку блока управління в нейтральне положення.

9) Після закінчення роботи насоса необхідно злити паливо із бака 5, відкривши вентиль 6.

10) Під час наповнення цистерни паливом необхідно слідкувати за тиском в над паливному пристрої цистерни, тиск не повинний перевищувати 0,032 (0,32) МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$).

Свідченням нормального функціонування системи примусового відкриття дихального пристрою є не збільшення тиску в цистерні більше 0,01 (0,1) МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$).

1.3.4. Наповнення цистерни стороннім насосом

Перед виконанням функції слід заземлити паливозаправник. Заповнення цистерни здійснюється сторонньою насосною установкою через приймальний штуцер 29 (рис.3.1) з подачею не більше $90\text{м}^3/\text{год}$ (1500 л/хв) до спрацювання донного клапана 11.

Останні 2 м^3 заповнювати з подачею не більше $45\text{м}^3/\text{год}$ (750 л/хв).

Приєднати рукав, відкрити затвор 9, донний клапан 11 і вентиль 6 (включити в роботу систему примусового відкриття дихального пристрою при наповненні цистерни). Тиск палива при заповненні цистерни не повинен перевищувати $0,8\text{МПа}$ ($8,0\text{ кг/см}^2$).

Тиск у цистерні не повинен збільшуватись більше $0,01\text{МПа}$ ($0,1\text{ кг/см}^2$), що свідчить про нормальне функціонування пристрою примусового відкриття дихального пристрою.

Включити індикатор і сигналізатор рівня 10. Слідкуючи по індикатору за наповненням цистерни і тиском в цистерні по мановакууметрові 13.

Після досягнення 43м^3 і спрацювання донного клапана (по сигналу від датчика індикатора рівня) виключити сторонній насос.

Від'єднати рукав, закрити заглушкою штуцер 29, відключити і змотати трос заземлення, а також відключити індикатор і сигналізатор рівня 10.

1.3.5. Перемішування палива

Для перемішування палива в цистерні, заповненій паливом до експлуатаційного об'єму відкрити затвори і донний клапан.

Перемішування виконати протягом 3-5 хв, при частоті обертання валу насоса $1800-2000\text{ хв}^{-1}$ (об/хв).

Контроль виконання операції ведеться по мановакууметру (тиск приблизно $0,2-0,4\text{МПа}$ ($2-4\text{ кгс/см}^2$) і характерному звуку «бурління» палива в цистерні, при необхідності здійснити візуальний контроль через відкритий люк-лаз.[4-7]

1.3.6. Заправка ПС паливом

АПЗ потрібно заземлити відповідно до вимог і додатково з'єднати АПЗ з ПС тросом вирівнювання потенціалів за допомогою зажиму на кінці тросу, розмотати кабель автостопа.

Злити відстій палива із цистерни і фільтра-водовідокремлювача. Здійснити відбір проб із них відповідно до вимог. У випадку наявності у відстійнику цистерни (визначається за сигналізацією від сигналізатора наявності води) злити воду.

Включити індикатор сигналізатора рівня. Встановити показання лічильників рідини на нульове положення.

Розмотати частково або повністю рукав або обидва рукави, підстикувати наконечники для заправки палива під тиском до бортових штуцерів ПС і вставити штирі заземлення наконечників в гнізда металізації бортових штуцерів ПС.

Відкрити затвори 7, 8. Відкрити наконечники. В зимовий період потрібно відкрити вентиль 6 (включається в роботу система вимушеного відкриття дихаючого пристрою). Приймальні клапани ПС повинні бути відкриті. Встановити на блоках управління регулювання тиску і витрат агрегату заправки ARU – 2400 бажані величини тиску заправки і витрат.

Включити насос рукояткою блоку управління і довести частоту обертання валу насоса до величини (не більше) 2800 хв^{-1} (об/хв.), при якій встановиться заданий тиск заправки при вході в бортовий штуцер, що дозволяється для заправляемого типу ПС, але не більш ніж $1,45 (4,5) \text{ МПа}$ (кг с/см^2). Заправку потрібно починати натиском на вимикач автостопа.

Не допускається підвищення перепаду тиску на фільтрі-водовідокремлювачі понад $0,11 \text{ МПа}$ ($1,1 \text{ кг с/см}^2$).

Увага! При заправці через один рукав частота оберту валу насоса не більше 1800 об/хв.

Перед закінченням заправки (при залишку $1,5...2 \text{ м}^3$ по ИСУ) зменшити подачу палива зниженням числа обертів валу насоса до $800-1000 \text{ хв}^{-1}$ (об/хв.), зупинити роздачу палива при першому зриві насоса (число вала насоса збільшується, тиск «напір насоса» зменшується).

Зупинити подачу від тиском вимикача автостопу. Відключити насос по команді персоналу, що забезпечує заправку ПС або у випадку подачі визначеної кількості палива, за показанням лічильника рідини.

Увага! В момент перекриття запірних органів паливної магістралі ПС підвищується тиск за насосом і оберти валу насосу.

Закрити відкриті затвори 7.8 вентиль 6, відстикувати наконечники від бортових штуцерів ПС. Знизити тиск в роздавальних рукавах. Намотати роздавальні на котушки відповідно до вимог. Змотати на котушки трос заземлення, трос вирівнювання потенціалів і кабель автостопу.

В процесі заправки ПС паливом потрібно слідкувати по мановакуумметру за вакуумом в цистерні, в якій повинен бути не більше 0,0125 (0,125) МПа (кг с/см²).

Увага! При збільшенні вакууму більше 0,0125 (0,125) МПа (кг с/см²) заправку негайно припинити і вилучити недоліки в дихаючому пристрої.[4-7]

1.3.7. Розмотка і намотка роздавальних рукавів.

Розмотка роздавальних рукавів виконується вручну, попередньо розфіксувавши барабан котушки.

Намотка рукавів здійснюється за допомогою гідроприводу, встановивши рукоятку блоку управління системи гідрооснащення в положенні роботи гідромоторів котушок роздаточних рукавів і встановивши керуючу засувку барабана котушки в положення намотування рукава і тримаючи її в цьому положенні до закінчення намотування.

Роздавальний рукав потрібно намотувати тримаючи рукав рукою і направляючи його.

1.3.8. Перекачування палива, минаючи власну цистерну

Заземлити АПЗ відповідно до вимог. Перекачування виконується при відкритих затворах 8 9 і знятому штуцері²⁹.

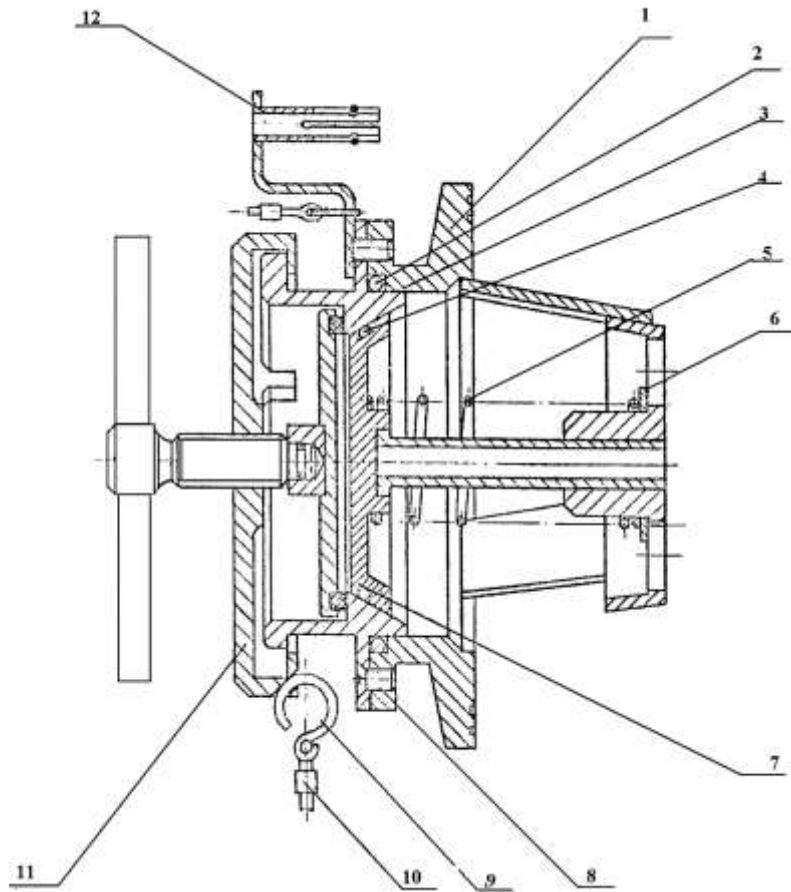


Рис. 3.2 . Штуцер заправний АПЗ.

1 - корпус; 2, 4 - кільце ущільнюоче; 3 - корпус пристиковий; 5 - пружина; 6 - шайба; 7- клапан; 8 - гвинт; 9 - гачок; 10 - трос; 11 - заглушка; 12 - гніздо металізації.

До штуцера рис.3.2. підстиковується рукав з рознімом ТК-100 (або ТК-75, приєднавши при цьому перехідник ТК-75/ТК-100), другий кінець якого приєднується до резервуару, в якому відбувається видача.

До приймального штуцера 28 підстиковується напірно-вмоктувальний рукав з рознімом ТК-100, інший кінець якого приєднується до резервуару, з якого буде виконуватися перекачування палива.

Після закінчення перекачування палива потрібно виключити насос і двигун тягача, закрити затвори 8, 9, від'єднати рукава, встановити знятий приймальний штуцер 29 і покласти на місце клин заземлення, перед цим змотавши трос на катушку.

У випадку розміщення рівня палива в резервуарі, що приєднаний до всмоктувального штуцера АПЗ, нижче осі насоса потрібно виконати заповнення насоса за допомогою ежекторного пристрою у відповідності з вимогами.[12-13]

Паливозаправне обладнання має бути безпечним і надійним та забезпечувати пожежну безпеку та безпеку операторів [2]. Тому швидкість руху палива обмежено рівнями наступним чином. Реактивне паливо без антистатичної присадки – максимум 5м/с. Реактивне паливо зі антистатичною присадкою, забезпечуючи провідність палива, витримана понад 50 пікосіменси на метр, не має верхньої межі швидкості. Проте, коли можливо, максимум у 7 м/с є бажаним. Авіаційний бензин – 5м/с максимум. Авіаційне наземне обладнання для обслуговування також має такі вимоги [3].

Спеціальне паливозаправне обладнання, виключаючи цистерну на АПЗ та резервуарів на гідрантних колонках: транспортні засоби обслуговування, дренажні баки на АЦЗ та закриті пробовідбірники на будь-якому ТЗ; мають бути спроектовані для робочого тиску 10 бар. Система має витримувати випробувальний тиск 15 бар котрий вона має тримати без витоків протягом 15 хвилин [2].

Для того щоб витримувати цей тиск з'єднання має бути належно ущільнене, а саме ущільнення має бути провідним для уникнення зниження швидкості заправлення. Наприклад самозапірний ШЗ ПС має бути ущільнений провідним ущільненням додатково для покращення швидкості заправлення як і тиску (рис.3.3-3.4).

Заправлення ПС вимагає постійного нагляду за тиском та швидкістю течії палива. Течія палива усередині гумового шлангу призводить до набуття статичного заряду негативного значення. Під час витікання із колектору у заземлений бак ПС відбувається статичний розряд з інтенсивним іскроутворенням [3]. Саме тому усередині гумового шлангу АПЗ протягнуто металевий дріт що знімає статичний заряд з палива під час течії у гумовому непровідному шлангу. Проте ужиття навіть таких конструктивних заходів шлангу є недостатнім для прискорення швидкості заправлення ,що є дуже важливим особливо для військових ПС під час повітряного

заправлення. Саме тому постає проблема провідних безостійких/гасостійких ущільнювальних прокладок постає наріжною.

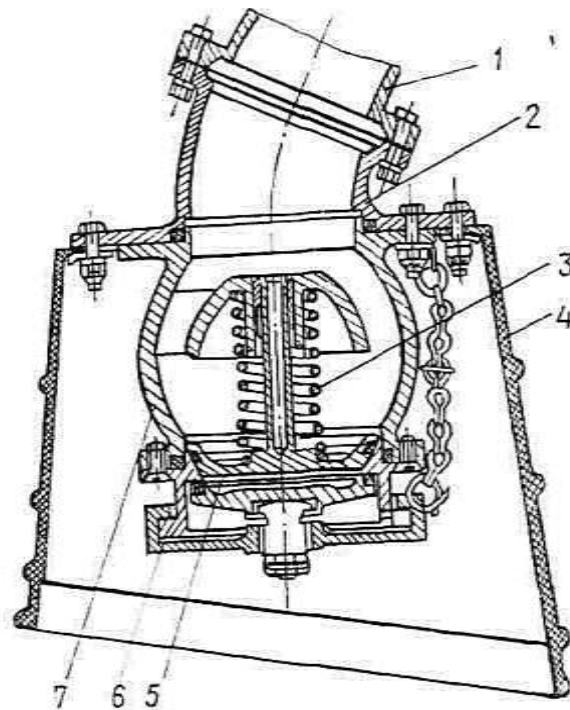


Рис.3.3. Типовий облачковий штуцер закритого заправлення ПЗ:

1 – труба колектору; 2 – перехідний патрубок; 3 – пружина; 4 – захисне обмежування відсіку;
5 – клапан; 6 – накривка; 7 – корпус.



а)

б)

Рис.3.4. Розріз облачкового штуцера закритого заправлення ПЗ:

а – під'єднувальний вінець; б – запірний клапан заправного колектору.



Рис.3.5. Облавкові заправні штуцери ПС Ан-225 «Мрія».

1.3.9. Відбір проб палива, злив відстою палива

Відбір проб і контроль якості палива виконується в порядку, викладеному керівними документами експлуатуючих організацій, але не раніше ніж через 1-2 хвилини після закінчення перекачування палива, припинення руху і заземлення АПЗ.

На АПЗ відбір проб проводиться із точок:

- з чистої сторони фільтра-водовідокремлювача, відкривши шаровий кран;
- із відстійника цистерни, відкривши вентиль 6, попередньо зливши відстій і воду.

Відбір проб проводиться в скляну банку 9125.00.000 з комплекту приладдя. Після відбору проб закрийте вентиль 6, встановіть заглушки на пробовідбірники. При тривалому простої АПЗ із заповненою цистерною і комунікацією, а також виявленні в пробах палива механічних домішок або води, проводиться злив відстою.

Для зливу відстою з фільтра-водовідокремлювача потрібно відкрити шаровий кран і зняти заглушку з трубопроводу відстійника. Для зливу відстою із відстійника цистерни потрібно відкрити вентиль 6. Злив відстою відбувається в спеціально призначену для цього тару (сторонню ємність). Для зливу палива с цистерни потрібно провести заземлення АПЗ відповідно до вимог. До приймального штуцера 28 приєднати з'єднані один з одним рукава ДУ 100, інший кінець яких приєднаний або опущений в резервуар для зливу. Перед цим потрібно зрівняти тиск в цистерні з атмосферним (натисненням на ручку 13 дихаючого пристрою), відкрити люк заливної горловини цистерни. Відкрити затвори 7 і 8, здійснити злив палива із цистерни само потоком. Після закінчення зливу потрібно закрити затвори 7 і 8, люк заливної горловини від'єднати рукава від штуцера 28 і один від одного, заглушити і заохлити їх, скласти в касету, встановити на місце заглушку штуцера 28 і покласти на місце клин заземлення, попередньо змотавши трос на катушку.[7]

1.3.10. Проблеми статичного захисту паливозаправних операцій.

Статична електрика є найбільш визнаним небезпечними чинником при перекачуванні палива із однієї ємності до іншої. Тому її дослідження має бути актуальним чи то у цивільній авіації, чи то у експлуатації військових літаків.

Статичний заряд має бути усунуто чи принаймні зменшено під час будь якого процесу перекачування нафтопродуктів включно з авіаційними паливами. Типові приклади накопичення заряду показано на рис.3.6. Статичний заряд може призводити зо займання [2].

Так як гума це ізолятор, і не знімає статичного заряду, а навіть покращує його під час течії палива, сталева труба не може були виконана, як суцільна секція (зокрема у жорстких заправних штангах) та вимагає колін та викривлень для точного її заведення у місце, а тому необхідне з'єднання від труби до труби (рис.3.7). Рухомі сталеві штанги повинні мати ущільнення.

Шарнірні з'єднання зроблено із неструмопровідних матеріалів, як то і прокладки для легкороз'ємних з'єднань, оскільки повне ущільнення металевих поверхонь є неможливим.

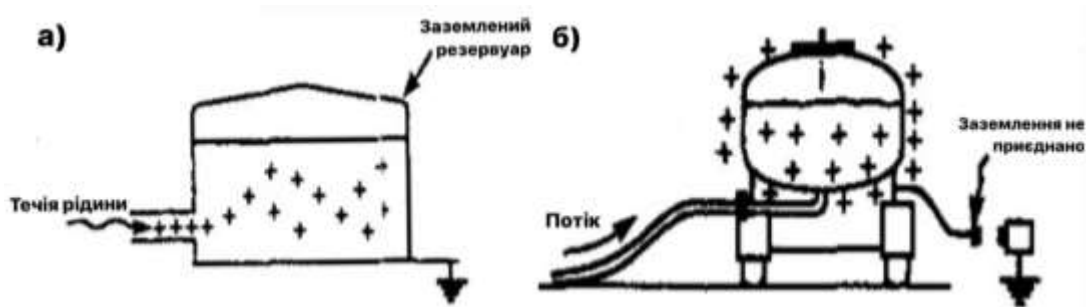


Рис.3.6. Статичний заряд при перекачуванні палива.

(а) накопичення заряду на рідині з низькою провідністю у резервуарі. (б) накопичення заряду на показаному провіднику АПЗ на гумовоколісному ході (навіть під час хлюпання при русі).

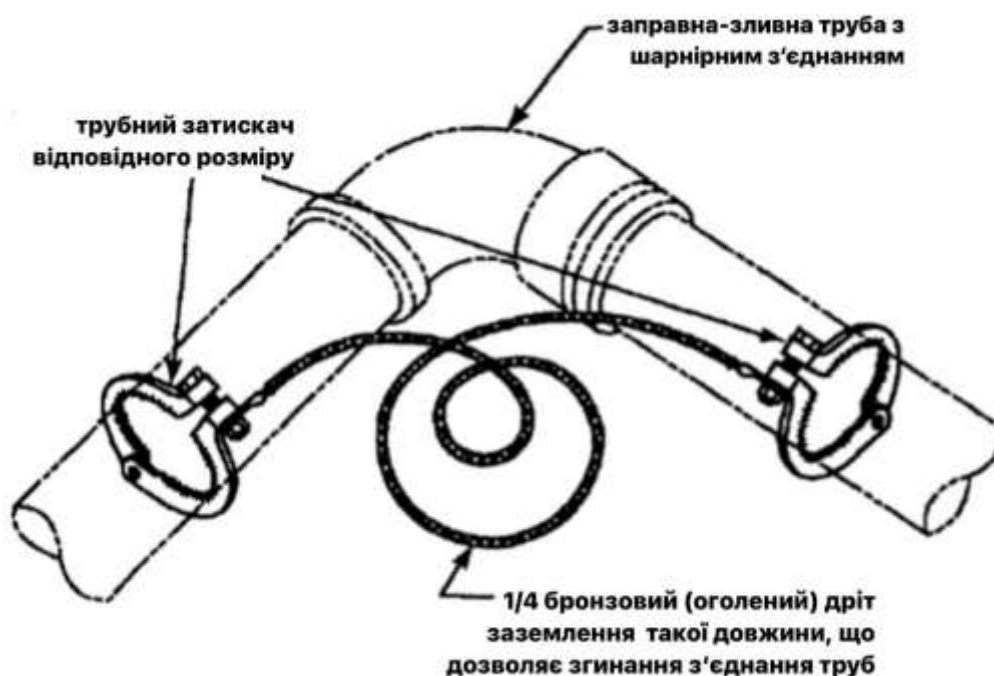


Рис. 3.7. Перемичка заземлення труб для рухомих заправних штанг.

1.4. Висновки до розділу 1.

Для заправки повітряних суден використовуються як рухомі – аеродромні паливозаправники, так і стаціонарні – централізована заправна система з агрегатами централізованого заправлення у якості комутації. Заправлення виконується у двох варіантах – відкрите самоналивом, так і закрите під тиском до 4 кг с/см². Закрите заправлення у свою чергу вимагає ущільнення з'єднань.

Для закритого заправлення ПС, як і для закритого заправлення паливозаправника використовується уніфіковане з'єднання об'ємного заправного штуцера. Відома основна проблема заправлення це накопичення статичної електрики при русі по гумових шлангах. Тому паливозаправне обладнання має бути заземлене, а між резервуарами для перекачування палива повинен бути забезпечений стійкий електричний зв'язок.

У стандартному виконанні ущільнення виконується за допомогою стандартної гумової прокладки, а електричний зв'язок забезпечується чи то за допомогою пелюсткової, чи то тросової металізації, що часто кородує в умовах аеропорту та вкривається брудом погіршуючи електричний контакт.

Відомі розробки провідних американських фірм, що розробили струмопровідний ущільнювальний матеріал для герметизації паливних баків ПС та заправлення ПС у повітрі. Наукову зацікавленість викликає застосування такого матеріалу для ущільнення заправної комутаційної апаратури для цивільних повітряних суден.

Все це вимагає ретельних наукових досліджень та підбору матеріальної, наукової-технічної бази та відповідного математичного апарату обробки отриманих даних.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

2.1. Характеристики досліджуваних ущільнювальних матеріалів

Для проєктованого ущільнення використовували зразки матеріалів провідних світових виробників. Мета дослідження матеріалів забезпечити безпечне рішення для всіх корозійних потреб. Ми будемо працювати з існуючими продуктами щоб забезпечити вимоги паливозаправного обладнання. Інженери, техніки продажу та команди підтримки служби авіаційних ПММ мають розмаїття вибору, що охоплює обидва військовий та комерційний досвід, щоб якнайкраще задовольнити вимоги замовника. (рис.2.1.1-2.1.3.).



Рис.2.1.1. Зразки матеріалів для ущільнювачів: а – HI-TAK поліуретановий провідний ущільнювач зі стандартного антенного матеріалу; б – HI-TAK поліуретановий паливостійкий провідний ущільнювач (Патент США FG 323000-XX).



Рис.2.1.2. Зразки матеріалів ущільнювачів: а – HI-TAK Стрічковий TufSeal™ (HT3000); б – HI-TAK Стрічка (неструмопровідні) (Патентр США HT3935-7).

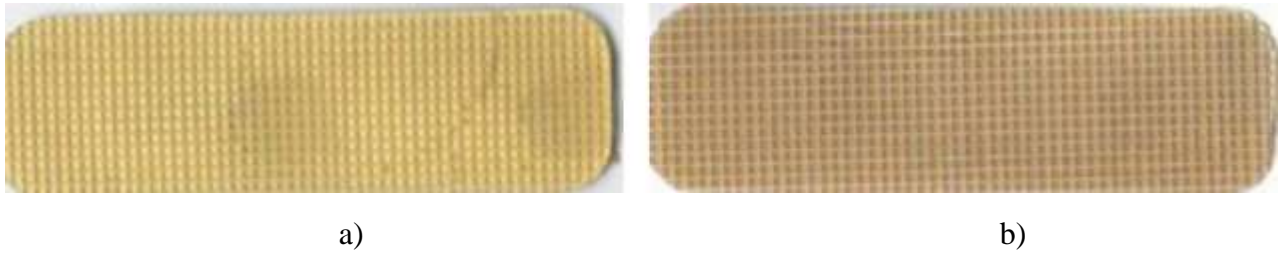


Рис.2.1.3. Зразки матеріалів ущільнювачів: а – HI-TAK Стрічка MPN: T3935-7FR вогнестійка; б – HI-TAK Tuf Seal™ MPN: HT3000FR вогнестійка

Досліджувані матеріали провідних ущільнювачів мають наступні особливості:

- відмінний матеріал пам'яті та пружності;
- забезпечення ущільнення під час вібрації та термічного розширення та стиснення.

Для моделювання реальних умов поверхню матеріала змочували промисловим освітлювальним гасом ТУ-У 20.5-39323350-001:2020 виробник ТОВ ТД «Хімеко» (рис.2.1.4), що моделював дію підтікаючого авіаційного палива.



Рис.2.1.4. Гас ТУ-У 20.5-39323350-001:2020 для моделювання впливу авіаційного палива.

2.2. Обладнання для вимірювання електричних характеристик ущільнювальних матеріалів.

Недотримання даних вимог та інструкцій з експлуатації може призвести до серйозних або смертельних травмвань та/або пошкоджень.

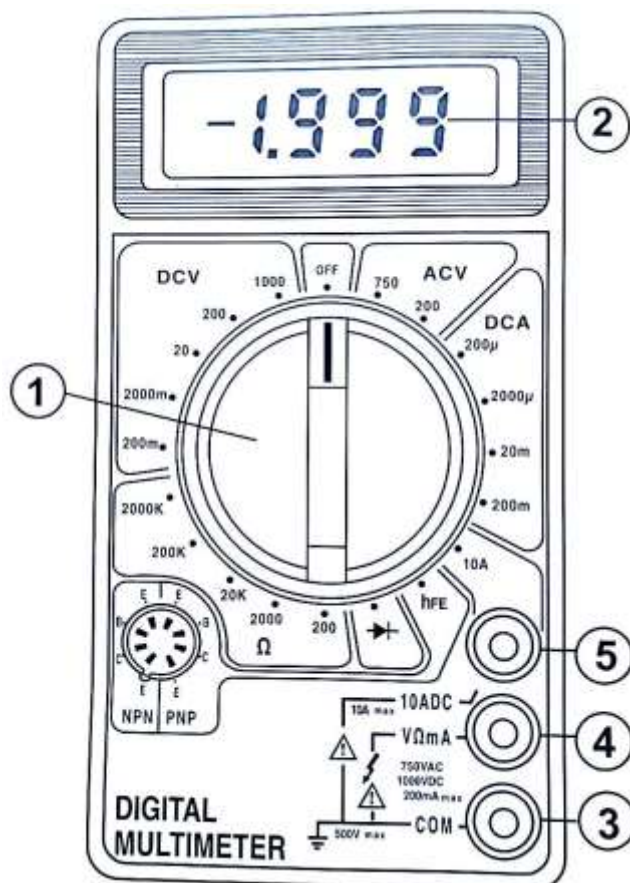


Рис. 2.2.1. Зовнішній вигляд цифрового тестера Цифровий тестер серії 83:

1 – перемикач функцій та діапазону; 2 – екран; 3 – спільний рознім “COM”; 4 – рознім "VΩmA" для вимірювання напруги/опору/сили струму до 200mA максимально; 5 – рознім "10A" для вимірювання сили струму до 10 A постійного струму.




Загальні положення.

Ці інструментарії 83 серії відносяться до низки компактних кишенькового розміру 3 1/2 цифрових тестерів для вимірювання постійної DC та змінної AC напруги, постійного DC струму, опору та діодів. Деякі з них також підтримують температуру, вимірювання транзисторів та звукову функцію тестування суцільності кола (подзвонювання) або можуть бути використані в якості генератора сигналу (див. табл.

1.). У приладі забезпечено захист перевантаження у повному діапазоні та показання низької напруги батареї. Вони є ідеальні інструменти для використання у галузях, таких як лабораторія, цехи, саморобних майстрів та домашнього застосування.

Таблиця 2.2.1

Тестери серії M83

Модель	DCV	ACV	DCA	OHM			hFE	BAT		T	KT
830A	€	€	€	€	€			€			
830B	€	€	€	€	€		€				
830C	€	€	€	€	€	€	€			€	
830D	€	€	€	€	€	€	€		€		
831	€	€	€	€	€	€					
832	€	€	€	€	€	€	€		€		
833	€	€	€	€	€	€		€	€		
835	€	€	€	€	€	€		€	€		€
837	€	€	€	€	€	€		€	€	€	
838	€	€	€	€	€	€	€			€	

*KT: кімнатна температура

Опис передньої панелі 1.

Перемикач функції та діапазону. Цей перемикач використовується для вибору функції і потрібного діапазону а також для вмикання діапазонів.

Таблиця. 2.2.2.

Напруга змінного струму AC

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200В	100мВ	±1.2% від вимірів ±10D
750В	1В	

Середня відповідь, калібрована у середньоквадратичному значенні синусоїди.
Діапазон частот: 45Гц – 450Гц.

Захист від перевантаження: 1000В постійного струму DC або 750В середньоквадратичне значення всіх діапазонів.

Таблиця 2.2.3

Сила постійного струму DC

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200uA	100nA	± 1% від вимірів ±3D
2000uA	1uA	±1% від вимірів ±3D
20mA	10uA	± 1% від вимірів ±3D
200mA	100uA	±1.5% від вимірів ±5D
10A	10mA	±2% від вимірів ± 10D

Захист від перевантаження: 200mA 250В із запобіжником (діапазон 10А без запобіжника). Падіння напруги вимірювання: 200вВ.

Таблиця. 2.2.4

Опір

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200Ω	100mΩ	±1.0% від вимірів ± 10D
2000Ω	1Ω	±1.0% від вимірів ± 2D
20KΩ	10Ω	± 1.0% від вимірів ± 2D
200KΩ	100Ω	±1.0% від вимірів ± 2D
2000KΩ	1KΩ	± 1.0% від вимірів ± 2D

Опис передньої панелі:

- 1) Перемикач функції та діапазону. Цей перемикач використовується для вибору функції і потрібного діапазону а також для вмикання приладу. Для подовження працездатності батареї, вимикач повинен бути у положенні "OFF" коли прилад не застосовується.
- 2) Дисплей. 3 1/2 цифри, 7 сегментів, 0.5" заввишки рідкокристалічний дисплей.

- 3) Спільний рознім "COM". Встановлення під'єднувача для чорного (негативного) тестового дроту.
- 4) Рознім "VΩmAСх" для вимірювання напруги/опору/сили струму до 200 mA максимально. Встановлення під'єднувача для чорного (негативного) тестового дроту.
- 5) Рознім "10A" для вимірювання сили струму до 10A постійного струму. Встановлення під'єднувача для червоного (позитивного) тестового дроту для 10A вимірювань.

Характеристики

Точність гарантовано протягом 1 року, 23°C±5, менше ніж 80%RH

Таблиця. 2.2.5

Напруга постійного струму DC

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200mV	100µV	±0.5% від вимірів ±2D
2000mV	1mV	±0.5% від вимірів ±3D
20V	10mV	±0.5% від вимірів ±3D
200V	100mV	±0.5% від вимірів ±3D
1000V	1V	±0.8% від вимірів ±3D

Захист від перенавантаження: 220V середньоквадратичного змінного струму AC для діапазону 200mV та 1000V постійного струму DC або 750V середньоквадратичного для всіх діапазонів

Таблиця. 2.2.6

Напруга змінного струму AC

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200В	100мВ	±1.2% від вимірів ±10D
750В	1В	

Середня відповідь, калібрована у середньоквадратичному значенні синусоїди.
 Діапазон частот: 45Гц-450Гц Захист від перевантаження: 1000В постійного струму DC або 750В середньоквадратичне значення всіх діапазонів.

Таблиця. 2.2.7

Постійний струм DC

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200µA	100nA	± 1% від вимірів ±3D
2000µA	1µA	±1% від вимірів ±3D
20mA	10µA	± 1% від вимірів ±3D
200mA	100µA	±1.5% від вимірів ±5D
10A	10mA	±2% від вимірів ± 10D

Захист від перевантаження: 200mA 250В із запобіжником (діапазон 10А без запобіжника). Падіння напруги вимірювання: 200вВ

Таблиця. 2.2.8

Опір

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
200Ω	100mΩ	±1.0% від вимірів ± 10D
2000Ω	1Ω	±1.0% від вимірів ± 2D
20KΩ	10Ω	± 1.0% від вимірів ± 2D
200KΩ	100Ω	±1.0% від вимірів ± 2D
2000KΩ	1KΩ	± 1.0% від вимірів ± 2D

Максимальна напруга відкритого кола: 3.2V захист від перевантаження: 15 секунд максимально 220В середньоквадратичного.

Таблиця. 2.2.9

Чутне подзвонювання суцільності

Діапазон	Опис
•)))	Вбудований гудок лунає коли опір менше ніж $30 \pm 20\Omega$

Захист від перевантаження: 15 секунд максимуму 220 В середньоквадратичного значення.

Таблиця. 2.2.10

Температура (датчик К типу)

Діапазон	Роздільна здатність	Точність
-20°C до 1370 °C	1°C	$\pm 3^\circ\text{C} \pm 2D$ (до 150°C)
		$\pm 3\%$ від вимірів (понад 150°C)

Інструкція з експлуатації

Застереження

Для уникнення небезпеки електричного удару та/або пошкодження приладу, не вимірюйте напругу що може перевищувати 500В над рівнем землі.

Перед використанням приладу, огляньте тестові дроти, під'єднувачі та зонди для тріщин, зламів чи порушень ізоляції.

Вимірювання напруги постійного струму DC

1. Під'єднайте червоний тестовий дріт до під'єднувача «VΩ mA», чорний дріт до під'єднувача «COM».
2. Встановіть перемикач діапазону до бажаного положення DCV, якщо напруга, що вимірюється невідома заздалегідь, встановіть перемикач на найбільший діапазон та зменшуйте його доки будуть отримані задовільні покази.

3. Під'єднайте тестові дроти до пристрою чи ланцюга, що вимірюється.
4. Увімкніть пристрій чи коло, що вимірюється та значення напруги з'явиться на цифровому екрані поряд із полярністю напруги.


Вимірювання сили змінного струму AC

1. Червоний дріт до "VΩ mA". Чорний дріт до "COM" (для вимірювання між 200mA та 10A під'єднайте червоний дріт до під'єднувача "10A" за повного натиску.)
2. Перемикач діапазону до бажаного положення DCA.
3. Розімкніть вимірюване коло, та під'єднайте тестові дроти послідовно завантаженням да вимірюється сила струму.
4. Дивіться силу струму на цифровому екрані.

Вимірювання опору

1. Червоний дріт до "VΩ mA". Чорний дріт до "COM".
2. Перемикач діапазону до бажаного положення OHM.
3. Якщо опір, що вимірюється увімкнено до кола, вимкніть прилад розрядіть усі ємності перед вимірюванням.
4. Під'єднайте тестові дроти до кола, що вимірюється.
5. Прочитайте значення опору на цифровому екрані.

Вимірювання діодів

1. Червоний дріт до "VΩ mA". Чорний дріт до "COM".
2. Перемикач діапазону у положення "".
3. Під'єднайте червоний тестовий дріт до аноду діода, що вимірюється, а чорний тестовий дріт до катоду.
4. Падіння напруги вперед у mV буде показано. Якщо діод зворотній, то цифру "1" буде показано.

Вимірювання транзисторів.


1. Перемикач діапазону до положення hFE.

2. Визначте, чи транзистор є PNP чи NPN типу та помістіть дроти Емітера, Бази та Колектору. Вставте дроти у належні отвори гнізда hFE на передній панелі.
3. Тестер покаже наближене значення hFE в умовах базового струму 10 μA та напруги $V_{CE}2.8\text{V}$.


Вимірювання температури

1. Під'єднайте термоелектричну пару К типу до "V Ω mA" та "COM" гнізд.
2. Перемикач діапазону до положення TEMP.
3. Екран почне читати значення температури у $^{\circ}\text{C}$.


Подзвонювання гучним сигналом

1. Червоний дріт до "V Ω mA". Чорний дріт до "COM".
2. Перемикач діапазону до положення "  ".
3. Під'єднайте тестові дроти до двох точок кола, що випробовується. Якщо опір менше ніж $30\text{Om}\pm 20\text{Om}$, то гудок залунає.

Використання тестового сигналу

1. Перемикач діапазону до положення "  ".
2. Тестовий сигнал (50Гц) з'являється між "V Ω mA" та "COM" гніздами, напруга виходу є приблизно $5V_{pp}$ з 50KOm перешкодою.

Заміна батареї та запобіжника.

Запобіжник не часто вимагає заміни та пробиває майже завжди, як результат помилок оператора. Якщо значок «  » з'являється на екрані, то це показує, що батарея має бути заміненою.

Щоб замінити батарею та запобіжник (200mA/250V) видаліть 2 гвинти у днищі корпус, просто усуньте стару та замініть новою. Будьте застережні щоб дотриматися полярності.

Застереження

Перед спробою відкрити корпус приладу переконайтеся, що тестові дроти від'єднано від будь-яких кіл під напругою, щоб уникнути небезпеки ураження струмом.

Приладдя

- Інструкція користувача оператора.

- Набір тестових дротів.
- Подарункове пакування.
- Термоелектрична пара К типу (830С.837,838 тільки)
- батарея 9-вольт, типу NEDA 1604 6F22.

2.3. Обладнання для дослідження механічних характеристик ущільнювальних матеріалів

Пресова установка FP 100/1 забезпечує гарантований тиск на дослідний зразок зі зусиллям зосередженої навантаги у 100 кН, основні вузли цієї установки продемонстровані на світлинах (рис.2.3.1-4). Навантаження здійснюється гідравлічним вузлом та передається за допомогою гвинтових механізмів у гармошкоподібних кожухах. Загальний вигляд робочої установки показано на рис.2.3.1.



Рис.2.3.1 Загальний вигляд пресової установки FP 100/1, що забезпечує зосереджене навантаження на зразок до 100кН.



Рис.2.3.2 Загальний вигляд робочого вузла пресової установки FP 100/1, що забезпечує зосереджене навантаження на зразок до 100 кН.



Рис.2.3.3 Загальний вигляд вимірювального та індикаційного пристрою пресової установки FP 100/1, що забезпечує зосереджене навантаження на зразок до 100кН.



Рис.2.3.4 Станина пристрою пресової установки FP 100/1, що забезпечує зосереджене навантаження на зразок до 100кН.



Рис.2.3.5 Гирі вагою 20 кг

Величина основних параметрів визначалась після завершення процесу припрацювання до стабілізації значення вимірів. В процесі експерименту на кожне значення випробовувалось 3–5 зразків, а остаточні параметри визначались як середні значення з отриманих даних.

Для розрахунків визначалася щільність зразків матеріалу, для чого виконувалося їх надточне зважування на аналітичних терезах ВЛР-200 (рис.2.3.6) у захищеному скляними фіранками просторі (але без відкачування повітря із зважувальної камери). Зважування виконувалося взимку у лютому місяці 2022 року.



а)



б)

Рис.2.3.6 Аналітичні терези ВЛР-200 із точністю зважування 0,00005г:

а – загальний вигляд; б – камера зважування.

2.4. Математичні методи планування експерименту та обробки експериментальних даних

Основною складністю при розгляді процесів випробування матеріалів являється наявність великої кількості керованих, контрольованих і неконтрольованих факторів, багато із яких мають дуже складні кореляційні залежності. Як ймовірнісний, так і детермінований характер цих факторів обумовлює застосування

методів математичної статистики при вивченні трибологічних систем, котрі дозволяють оптимальними засобами вирішувати поставлену задачу і забезпечити задану точність і достовірність обробки результатів.

На думку авторів [14-16] розподіл властивостей матеріалів при зношуванні підкоряється нормальному або логарифмічно нормальному закону. Недостатнє знання механізму явищ, що вивчається, і відсутність системи диференціальних рівнянь, що описують складні процеси тертя і зношування, обумовлюють представлення зв'язку між вхідними і вихідними параметрами системи у вигляді поліномного рівняння [14-16]. Поліномна модель являється зручною, так як її апроксимація може покращуватись підвищенням порядку полінома. Однак для вирішення практичних задач випробування матеріалів достатньо обмежитися поліномом першого або другого порядку. В даній роботі зв'язок між вхідними і вихідними параметрами трибологічної системи представлявся в повному факторному експерименті типу 2^k математичною моделлю другого порядку виду:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i \neq j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 \quad (2.4.1)$$

де \hat{y} - оцінка параметра оптимізації, в даному випадку це провідність (величина зворотна опоріві) ущільнювальних матеріалів під навантаженням, що зазнає ущільнення у вузлі облавкового заправного штуцера (адаптера); I ; x_i – ранжировані фактори (в нашому випадку – це товщина ущільнювача, і крок саржового плетіння металізації, навантаження); b_0 , b_i , b_{ij} , b_{ii} – коефіцієнти, що характеризують вільний член рівняння, лінійні ефекти, ефекти взаємодії та квадратичні ефекти [14-16].

Матриця планування експерименту і вибір рівнів варіювання здійснювалась по рекомендаціям робіт [14-16]. Кількість повторів дослідів визначалась за формулою:

$$r \geq \left| \frac{t(p)}{\varepsilon} \right|^2 S^2(y) \quad (2.4.2)$$

де r – кількість вимірювань; $t(p)$ – критерій Стюдента; $S^2(y)$ – середня квадратична помилка; ε - довірна точність. В роботі $t(p)$ визначався за статистичними таблицям

при прийнятій ймовірності 0,95, приймали рівним 2,37. Число дослідів варіювались при цьому від 3 до 5.

Середнє значення параметру і дисперсії паралельних дослідів визначались за формулами:

$$y_u = \frac{1}{r} \sum_{v=1}^r y_{uv} \quad (2.4.3)$$

$$S_u^2 = \frac{1}{r-1} \sum_{v=1}^r (y_{uv} - y_u)^2 \quad (2.4.4)$$

Далі розраховували однорідність дисперсій паралельних дослідів для визначення можливості регресійного аналізу за критерієм Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} \quad (2.4.5)$$

Порівнюючи розрахункове значення з табличним для ступенів свободи: чисельника $f_1=r-1$, знаменника $f_2=N$ при вибраному рівні значущості $\alpha=0,05$ [16]. Якщо $G_{табл} > G_p$, то визначалась дисперсія відтворюваності і помилка експерименту відповідно за формулами:

$$S^2(y) = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2, \quad (2.4.6)$$

$$S(y) = +\sqrt{S^2(y)}. \quad (2.4.7)$$

Далі розраховували коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u \quad (2.4.8)$$

і взаємодії:

$$b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u. \quad (2.4.9)$$

Перевірку статистичної значності коефіцієнту проводили за t-критерієм. Для цього визначались середня квадратична помилка коефіцієнту регресії [16]:

$$S(b_i) = S(b_{ij}) = \frac{S(y)}{\sqrt{Nr}} \quad (2.4.10)$$

і далі визначали довірчий інтервал $2\Delta b_i$:

$$\Delta b_i = t_{кр} S(b_i). \quad (2.4.11)$$

Після виключення статистично незначних коефіцієнтів рівняння регресії перевірялось на адекватність за F -критерієм [16]:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S^2(y)} \quad (2.4.12)$$

і якщо $F_p \leq F_{табл}$ отримане рівняння піддавались аналізу, в протилежному випадку функція відгуку відкидалась.

За викладеною методикою обробці піддавались результати всіх експериментів, що виконуються при вирішенні задач даної роботи.

Розрахункова частина роботи та побудова графіків виконувалася у середовищі опрацьовувача електронних таблиць та відтворювача графічних залежностей Microsoft Excel, що входить до комплексу програмного забезпечення Microsoft Office 2010.

Всі торгові марки та назви використані в даній роботі є власністю їх відповідних бенефіціарів, в даній роботі вони були використані лише в наукових та дослідницьких цілях.

2.5. Висновки до розділу 2

Для вивчення взаємозв'язків між властивостями композиційних матеріалів з їх структурою, а також впливом зовнішніх факторів на умови випробування матеріалів, що моделюють роботу ущільнювальних вузлів паливозаправного обладнання аеропортів, велике значення має вибір методів дослідження.

Отримання достовірних результатів дослідження в даній роботі забезпечено використанням сучасного обладнання і приладів, перевірених і каліброваних

службами метрологічного забезпечення, апробованих методик, необхідною відтворюваністю дослідів, ретельною обробкою зразків до і після експерименту, суворим дотриманням порядку проведення експерименту. Важливе місце посідають математичні та статистичні методи отримання та опрацювання дослідних даних.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Сучасні методи матеріалознавства дозволяють отримувати композиційні матеріали з заданим широким спектром фізико-механічних властивостей варіюючи складом та технологічними особливостями отримання матеріалу. Наявність технічного завдання, а саме, форми та умов роботи майбутньої деталі, та ресурсну базу конкретної географічної території можливо проектувати композиційним матеріал для конкретних умов експлуатації та серійного виробництва.

Можливо виконувати і зворотню задачу: із готових зразків матеріалів відомої фірми, зокрема AVDEC (Aviation Devices and Electronic Components) шляхом ретельного дослідження їх фізико-механічних характеристик обґрунтувати можливість застосування їх для конкретного обладнання, що задіяне у технологічних процесах роботи паливозаправного обладнання.

Планом цього дослідження передбачалося вимірювання опору матеріалів, як у статичному стані, у навантаженому стані (як то прокладка у облавковому штуцері заправлення) подвійно, як у сухому стані (без наявного підтікання), так і змоченого гасом (за наявності підтікань). Обробка та моделювання отриманих результатів з метою їх оптимізації та формулювання практичних рекомендацій, щодо застосування вказаних матеріалів для прокладок облавкових заправних штуцерів ПС та АПЗ (визначення товщини та особливостей конструкції армованого сіткою поліуретанового матеріалу рис. 3.0.1.).

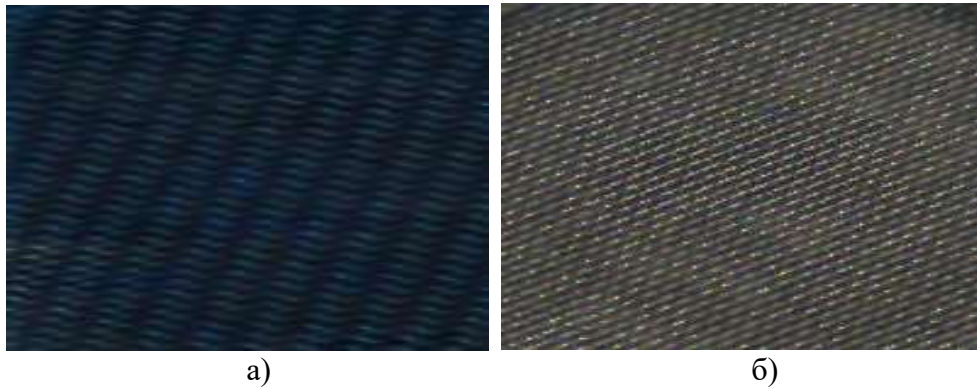
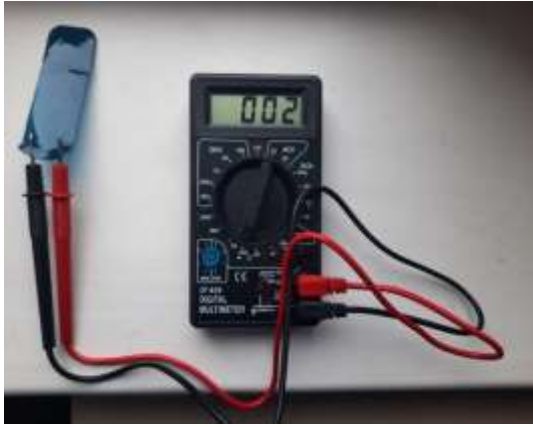


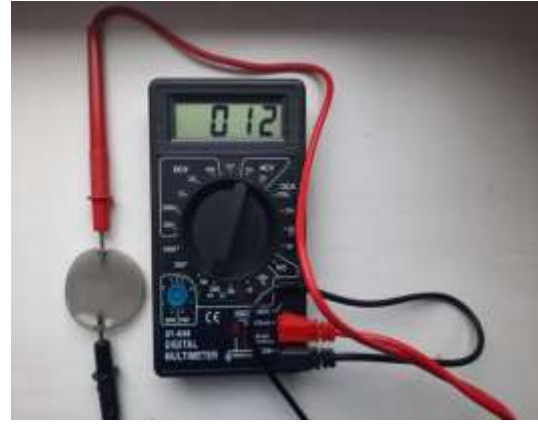
Рис. 3.0.1. Армована одношарова саржева струмопровідна сітка матеріалів: а) AG XXXXXX-YY (із глибоким заляганням волокон – ущільнення високотискних резервуарів та трубопроводів) та б) AD 2740X-YY-ZZ (для тисків до 8 бар.).

3.1. Провідність ущільнювальних матеріалів у ненавантаженому стан

Отже, для уникнення накопичення статичного заряду, з'єднання трубопроводів та шлангів мають бути ущільнені струмопровідними прокладками. Таким чином струмопровідні ущільнювальні матеріали американської фірми AV-DEC (Aviation Devices and Electronic Components) були обрані для прокладок облавкових заправних штуцерів (ОЗШ). Перш за все було перевірено статичний опір цих матеріалів. (рис. 3.1.1. та рис. 3.1.2.). Проте деякі з них мусять бути струмопровідними, щоб знімати статичний заряд (рис. 3.1.1.) а деякі з них мають бути ізоляторами для того щоб перешкоджати розповсюдженню статичного заряду із палива, як то на радіообладнання літака чи то пожежне обладнання паливозаправника (рис. 3.1.2.).



а)



б)

Рис. 3.1.1. Статичне вимірювання опору ущільнювальних матеріалів: а – HI-TAK Поліуретанова струмопровідна прокладка стандартного антенного ущільнювального матеріалу (AG XXXXXX-YY) US Patent No 6,530,577; б – HI-TAK Поліуретановий ущільнювальний матеріал під'єднувачів US Patent 6,530,577 (AD 2740X-YY-ZZ).



а)



б)

Рис. 3.1.2. Статичне вимірювання опору ущільнювальних матеріалів: а – HI-TAK стрічка MPN: HT3935-7FR вогнезатримуюча US Patent 6,530,577; б – HI-TAK Стрічка: HT3935-7 US Patent 6,530,577.

Таким чином отримано наступні результати вимірювання статичного (ненавантаженого) стану матеріалів (рис.3.1.1) мають опір 2 та 12 Ω відповідно, а ізолюючі матеріали мають необмежено високий опір (рис.3.2.1).

3.2. Провідність ущільнювальних матеріалів у навантаженому стані в умовах під'єданого об'єкта управління ПС.

Для оптимізації провідності прокладки об'єкта управління та універсального заправного штуцера визначали провідність зразків матеріалів за умов навантаження, що моделюють стиснення прокладки між штуцером та під'єднувачем на стенді (рис.2.3.2) відлік результатів виконували за стріловим показником (рис.2.3.3). Опір вимірювали цифровим тестером описаним у розділі 2.2 зображеним на (рис.2.2.1). Схема випробування матеріалів показана на рис.3.2.1.

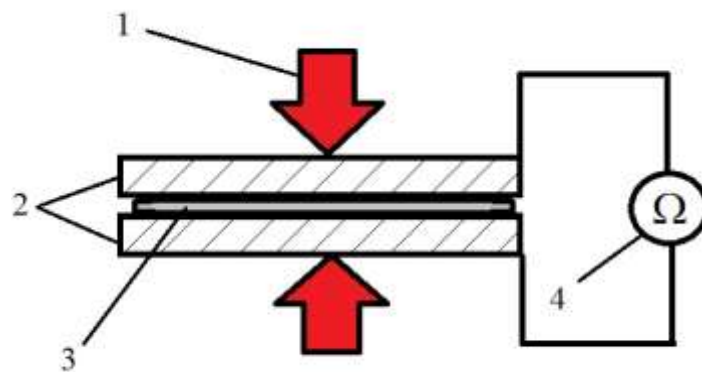


Рис.3.2.1 Схема випробування ущільнювальних матеріалів: 1 – навантаження; 2 – сталеві плити; 3 – зразок матеріалу; 4 – цифровий тестер для вимірювання опору.

Площа контакту прокладки об'єкта управління 100 мм складає:

$$S = \pi \frac{D^2 - d^2}{4} = 3,14 \frac{100^2 - 90^2}{4} = 1491,5 \text{ мм}^2$$

Тому саме таку площу мав виріз зразка матеріалу 3 на рис 3.2.1.

Таблиця 3.2.1

Опір (Ω) ущільнювальних матеріалів за різного значення навантаження за умов сухого контакту між сталевими поверхнями (матеріал AG XXXXXX-YY).

Товщина шару матеріалу (мм) (одинарний шар провідної сітки)	Навантаження, МПа		
	0,5	1	1,5
2	3	2	1
3	1	1	1
4	6	1	2

Таблиця 3.2.2

Опір (Ω) ущільнювальних матеріалів за різного значення навантаження за умов сухого контакту між сталевими поверхнями (AD 2740X-YY-ZZ).

Товщина шару матеріалу (мм) (одинарний шар провідної сітки)	Навантаження, МПа		
	0,5	1	1,5
2	14	6	21
3	12	5	20
4	17	4	22

Ці дані демонструють чуттєвість досліджуваних зразків матеріалу до навантаження за різної товщини зразка. Суттєву наукову зацікавленість представляє двофакторне моделювання отриманих даних з метою оптимізації технологічних режимів отримання струмопровідної прокладки для універсального облавкового штуцера заправлення ПС та технологічних штуцерів паливозаправного обладнання аеропорту.

3.3. Провідність ущільнювальних матеріалів у навантаженому стані в умовах підтікання авіаційного палива

Насправді, ймовірність контакту прокладки із сухими металевими поверхнями облавкового штуцера є надто малою, оскільки кінцевий клапан хоч спрацьовує, але там все ж наявні підтікання, що неодмінно вплинуть на контактні

явища та провідність прокладки. Дані вимірювання опору зразків матеріалу за умови їх двобічного мащення гасом рис.2.1.4 (перед кожним вимірюванням) наведено у табл. 3.3.1-3.3.2.

Таблиця 3.3.1

Опір (Ω) ущільнювальних матеріалів за різного значення навантаження за умов зволоженого гасом контакту між сталевими поверхнями (матеріал AG XXXXXX-YY).

Товщина шару матеріалу (мм) (одинарний шар провідної сітки)	Навантаження, МПа		
	0,5	1	1,5
2	8	7	6
3	6	6	6
4	11	6	7

Таблиця 3.2.2

Опір (Ω) ущільнювальних матеріалів за різного значення навантаження за умов зволоженого гасом контакту між сталевими поверхнями (AD 2740X-YY-ZZ).

Товщина шару матеріалу (мм) (одинарний шар провідної сітки)	Навантаження, МПа		
	0,5	1	1,5
2	19	11	26
3	17	10	25
4	22	9	27

Ці дані демонструють збільшення опору за умов підтікання авіапалива на величину від 25 до 40%, але армована провідна сітка все одно торкається сталевих поверхонь та забезпечує задовільну провідність.

3.4. Математичне моделювання отриманих результатів та їх оптимізація

Композиційний матеріал, що досліджується, мусить виготовлятися не затратним фізичним методом, а саме, за мінімальних енергозатрат та за максимальних його експлуатаційних характеристик. Таким чином, було визначено два основні

фактори, що впливають на його опір у робочому положенні (провідність) власне його характеристики, що впливають на захист паливозаправного обладнання аеропорту від статичної електрики, що неодмінно накопичується при перекачуванні палива по гумових шлангах, та загрожує накопичення між ємкостями, що ущільнені гумовими прокладками.

Математичну обробку результатів випробувань проводили із застосуванням методики математичної теорії планування експерименту [17-19], який дозволив використовувати математичний апарат не тільки при обробці результатів дослідження, а й при підготовці та проведенні дослідів, а також істотно скоротив час при виконанні дослідницької роботи (оскільки повнофакторний експеримент для двох факторів вимагає 9 експериментів, а для трьох факторів – 15 експериментів). Для цього здійснювали обчислення коефіцієнтів регресії для некомпозиційного ротабельного плану другого порядку для числа факторів $K = 2$. Для виконання умови ортогональності базисних функцій, за допомогою яких визначалися коефіцієнти регресії і для зручності розрахунку переходимо від істинних значень параметрів до кодових (табл.3.4.1). Таким чином, була складена матриця планування (табл.3.4.2) для центрального некомпозиційного ротабельного плану 2-го порядку для числа факторів $K = 2$.

Таблиця 3.4.1

Умови дослідів дослідження провідності композиційних матеріалів

Фактори	Товщина шару матеріалу $X_1, h, [мм]$	Навантаження, X_2, P [МПа]
Верхній рівень (+1)	4	1,5
Нижній рівень (-1)	2	0,5
Основний рівень (0)	3	1
Інтервал варіювання (J)	1	0,5

Оскільки було випробувано два струмопровідні матеріали, то було визначено наступні параметри оптимізації:

Y_1 – опір матеріалу AG XXXXXX-YY ($R_1, Ом$).

Y_2 – Y_2 – опір матеріалу AD 2740X-YY-ZZ (R_2 , Ом).

Шукана функція відгуку в факторному просторі має вигляд для другого порядку:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2$$

Лінійні і квадратичні ефекти визначалися за формулами [17-19]:

$$B_0 = Y_0 \quad (3.4.1)$$

$$B_i = A \sum_{U=1}^N X_{iU} Y_U \quad (3.4.2)$$

$$B_{ii} = B \cdot \sum_{U=1}^N X_{iU}^2 Y_U + C \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{U=1}^N X_{iU}^2 Y_U - \frac{B_0}{p} \quad (3.4.3)$$

$$B_{ij} = D \cdot \sum_{U=1}^N X_{iU} X_{jU} Y_U \quad (3.4.4)$$

де: А, В, С, D – константи, що залежать від числа факторів К, в нашому випадку:

$K = 2$; $A = 0,5$; $B = 0,33$; $C = -0,1$; $D = 0,15$; $p = 2$.

Таблиця 3.4.2

Центральний некомпозиційний ротабельний план 2-го порядку
для числа факторів $K = 2$

№ досліджу	Фактори						Дослідні параметри оптимізації		Розрахункові параметри оптимізації	
	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	X_1^2	X_2^2	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1
1	1	1	1	1	1	1	2	22	3,97	95,40
2	1	1	-1	-1	1	1	6	17	10,57	76,00
3	1	-1	1	-1	1	1	1	21	1,57	94,00
4	1	-1	-1	1	1	1	3	14	6,97	73,40
5	1	1	0	0	1	0	1	4	6,05	72,22
6	1	0	1	0	0	1	1	20	1,22	88,48
7	1	-1	0	0	1	0	2	6	3,05	70,22
8	1	0	-1	0	0	1	1	12	7,22	68,48
9	1	0	0	0	0	0	1	5	3,00	65,00

Використовуючи наведені формули можна обчислити коефіцієнти регресії:

Для опір матеріалу AG XXXXXX-YY Y_1 :

$$B_0 = 1,0$$

$$B_{12} = -0,3$$

$$B_1 = 1,5$$

$$B_{11} = 1,55$$

$$B_2 = -3,0$$

$$B_{22} = 1,22$$

Для опір матеріалу AG XXXXXX-YY Y_2 :

$$B_0 = 5,0$$

$$B_{12} = -0,3$$

$$B_1 = 1,0$$

$$B_{11} = 6,22$$

$$B_2 = 10,0$$

$$B_{22} = 13,48$$

Дисперсія дослідів визначається за формулою:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{U=1}^{n_0} (y_{0U} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1} \quad (3.4.5)$$

Для Y_1 : $S_Y^2 = 0,330000$ Для Y_2 : $S_Y^2 = 0,330000$, з числом ступенів свободи $f_1 = n_0 - 1$, де n_0 - число дослідів на основному рівні; y_0 - середнє арифметичне значення y_{0U} , $n_0 = 3$; $f_1 = 2$.

Для визначення статистичної значущості лінійних і квадратичних ефектів визначаємо їх дисперсії:

$$S_{B_0}^2 = \frac{S_y^2}{n_0} \quad (3.4.6)$$

$$S_{B_i}^2 = A \cdot S_y^2 \quad (3.4.7)$$

$$S_{B_{ii}}^2 = \left(B + \frac{1}{p^2 n_0} \right) \cdot S_y^2 \quad (3.4.8)$$

$$S_{B_{ij}}^2 = D \cdot S_y^2 \quad (3.4.9)$$

Для Y_1 :

Для Y_2 :

$$S_{B_0}^2 = 0,11111111$$

$$S_{B_0}^2 = 0,11111111$$

$$S_{B_i}^2 = 0,16666667$$

$$S_{B_i}^2 = 0,16666667$$

$$S_{B_{ii}}^2 = 0,13777778$$

$$S_{B_{ii}}^2 = 0,13777778$$

$$S_{B_{ij}}^2 = 0,050000$$

$$S_{B_{ij}}^2 = 0,050000$$

Визначаємо середньоквадратичні відхилення коефіцієнтів регресії:

Для Y_1 :

$$S_{B_0} = 0,333333$$

$$S_{B_i} = 0,408248$$

$$S_{B_{ii}} = 0,371184$$

$$S_{B_{ij}} = 0,22$$

Для Y_2 :

$$S_{B_0} = 0,333333$$

$$S_{B_i} = 0,105248$$

$$S_{B_{ii}} = 0,371184$$

$$S_{B_{ij}} = 0,22$$

Далі визначаємо довірчі інтервали коефіцієнтів регресії за формулою

$$\Delta B_i = \pm t_{\alpha, N} \cdot S_{B_i} \quad (3.4.10)$$

де: t - критерій Стьюдента (вибирається з таблиць); $\alpha = 0,05$ - рівень значущості,

у нашому випадку, для числа дослідів $N = 9$ і для рівня значущості $\alpha = 0,05$ - $t = 2,13$

Для Y_1 :

$$\Delta B_0 = \pm 0,7100$$

$$\Delta B_i = \pm 0,8696$$

$$\Delta B_{ii} = \pm 0,7906$$

$$\Delta B_{ij} = \pm 0,4763$$

Для Y_2 :

$$\Delta B_0 = \pm 0,7100$$

$$\Delta B_i = \pm 0,8696$$

$$\Delta B_{ii} = \pm 0,7906$$

$$\Delta B_{ij} = \pm 0,4763$$

Коефіцієнт регресії слід вважати статистично значущим, якщо його абсолютне значення дорівнює або перевищує величину довірчого інтервалу. Таким чином для Y_1 маємо 5 статистично значущих коефіцієнтів регресії, для Y_2 маємо 6 статистично значущих коефіцієнтів регресії. Для визначення дисперсії адекватності $S_{ад}^2$ обчислюємо суму квадратів відхилень між розрахованими і експериментальними значеннями відгуку у всіх точках плану ($SS_{ост}$):

$$SS_{ост} = \sum_{U=1}^N (y_{U_{РОЗР}} - y_{U_{ЕКСП}})^2 \quad (3.4.11)$$

Для Y_1 : $SS_{ост} = 110,1934$. Для Y_2 : $SS_{ост} = 37983,5976$.

Далі віднімаємо від неї суму квадратів, використану для визначення дисперсії досліду за результатами експерименту на основному рівні ($SS_{\bar{y}}$):

$$SS_{\bar{y}} = \sum_{U=1}^{n_0} (y_{0U} - \bar{y}_0)^2 \quad (3.4.12)$$

Для Y_1 : $SS_{\bar{y}} = 0,6667$. Для Y_2 : $SS_{\bar{y}} = 0,666667$.

Різниця між відхиленнями:

$$SS_{ad} = SS_{ocm} - SS_{\bar{y}} \quad (3.10.13)$$

Для Y_1 : $SS_{ad} = 109,5267$. Для Y_2 : $SS_{ad} = 37982,93093$.

розділена на число ступенів свободи:

$$f_2 = N - k' - (n_0 - 1) \quad (3.4.14)$$

Для Y_1 : $f_2 = 3$ Для Y_2 : $f_2 = 2$ де: k - число статистично значущих коефіцієнтів регресії, для Y_1 , $k = 5$, для Y_2 , $k = 6$ являє собою дисперсію адекватності рівняння регресії:

$$SS_{ad}^2 = \frac{SS_{ad}}{f_2} \quad (3.4.15)$$

Для Y_1 : $SS_{ad}^2 = 36,50891111$. Для Y_2 : $SS_{ad}^2 = 12660,97698$. Далі обчислюємо розрахункове значення критерію Фішера для отриманих моделей:

$$F_{f_2:f_1} = \frac{S_{ad}^2}{S_{\bar{y}}^2} \quad (3.4.16)$$

Для Y_1 : $F_{f_2:f_1} = 109,526733$. Для Y_2 : $F_{f_2:f_1} = 37,98$. Визначаємо табличні значення для чисел ступенів свободи чисельника і знаменника відповідно і для рівня значущості $\alpha = 0,05$:

Для Y_1 : $F_{2;2} = 224,6$ Для Y_2 : $F_{1;2} = 224,6$.

Гіпотеза про адекватність моделі може бути прийнята, якщо розрахункове значення F-критерію не перевищує табличного для обраного рівня значущості.

Остаточно, модель, отримана після ротабельного планування другого порядку, має вигляд:

Для опір матеріалу AG XXXXXX-YY Y_1 (Рис. 3.4.1.):

$$Y_1 = 1 + 1,5X_1 - 0,3X_1X_2 + 1,55X_1^2 + 1,22X_2^2$$

Для опір матеріалу AD 2740X-YY-ZZ Y_2 (Рис. 3.4.2.):

$$Y_2 = 5 + X_1 + 10X_2 - 0,3X_1X_2 + 6,22X_1^2 + 13,42X_2^2$$

Перехід від кодованих до натуральних значень факторів здійснюється за формулами:

$$x_1 = \frac{X_1 - 3}{1}, \quad x_2 = \frac{X_2 - 1}{0,5}$$

За отриманими даними побудовані двомірні графічні залежності (рис. 3.4.1. та 3.4.2.). Таким чином, можна провести аналіз впливу всіх двох факторів на опір (провідність) двох досліджуваних матеріалів AG XXXXXX-YY та AD 2740X-YY-ZZ. Розроблена модель дозволяє комплексно і наочно оцінити вплив факторів на шукану функцію відгуку, провести оптимізаційні заходи та математичну обробку регресійної залежності.

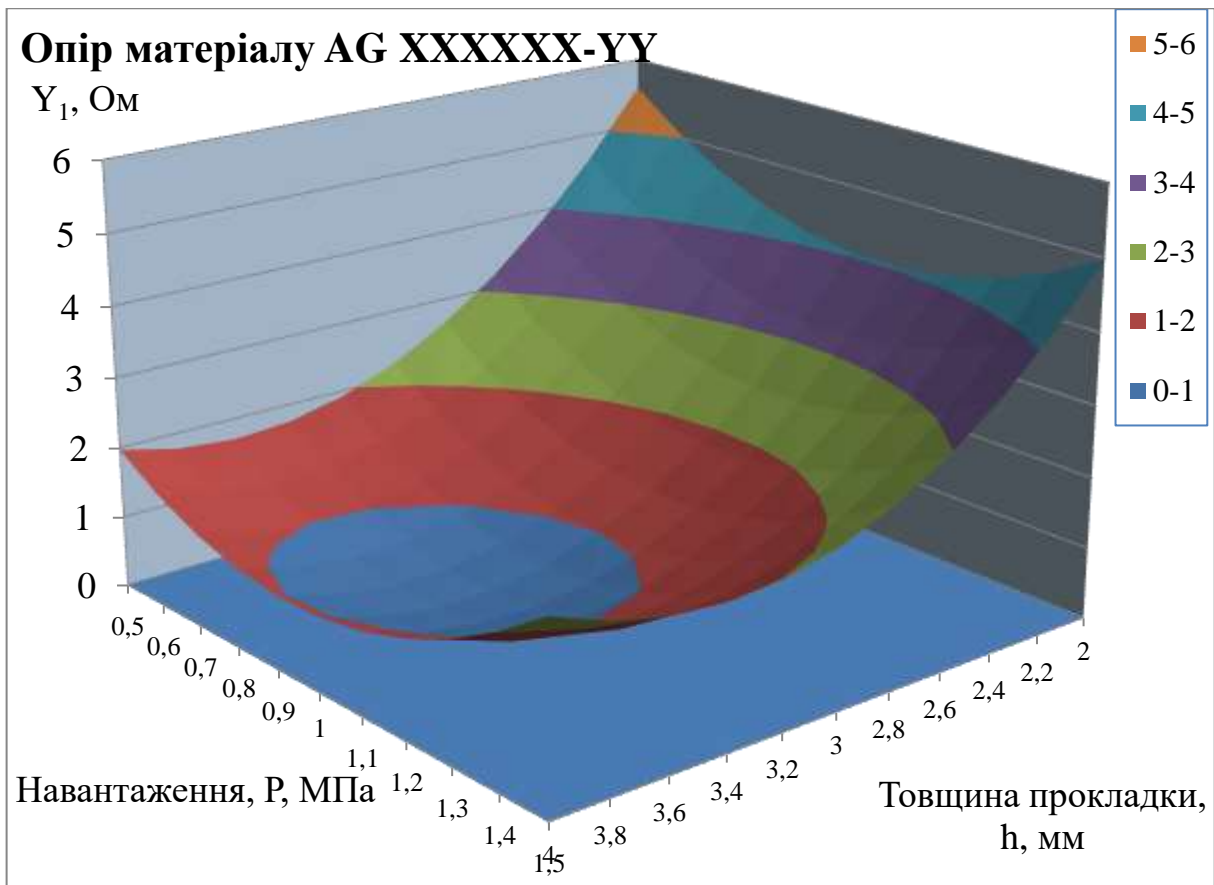


Рис.3.4.1. Результат моделювання залежності опору матеріалу AG XXXXXX-YY від товщини прокладки та навантаження притискання у штуцері.

Зокрема для остаточного вирішення оптимізаційної задачі можна вибрати два результати. Згідно проведеного моделювання за адекватними статистичними моделями та враховуючи вплив всіх точок факторного простору можна визначити фактори, що відповідають найбільш оптимальним параметрам оптимізації

Так, згідно отриманої поліноміальної моделі мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 0,65Ом та відповідає наступним факторам: тиск затяжки штуцера 0,8МПа за товщини прокладки 3,4мм. А мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 3,15Ом та відповідає наступним факторам: тиск затяжки штуцера 1 МПа за товщини прокладки 3 мм [21-22].

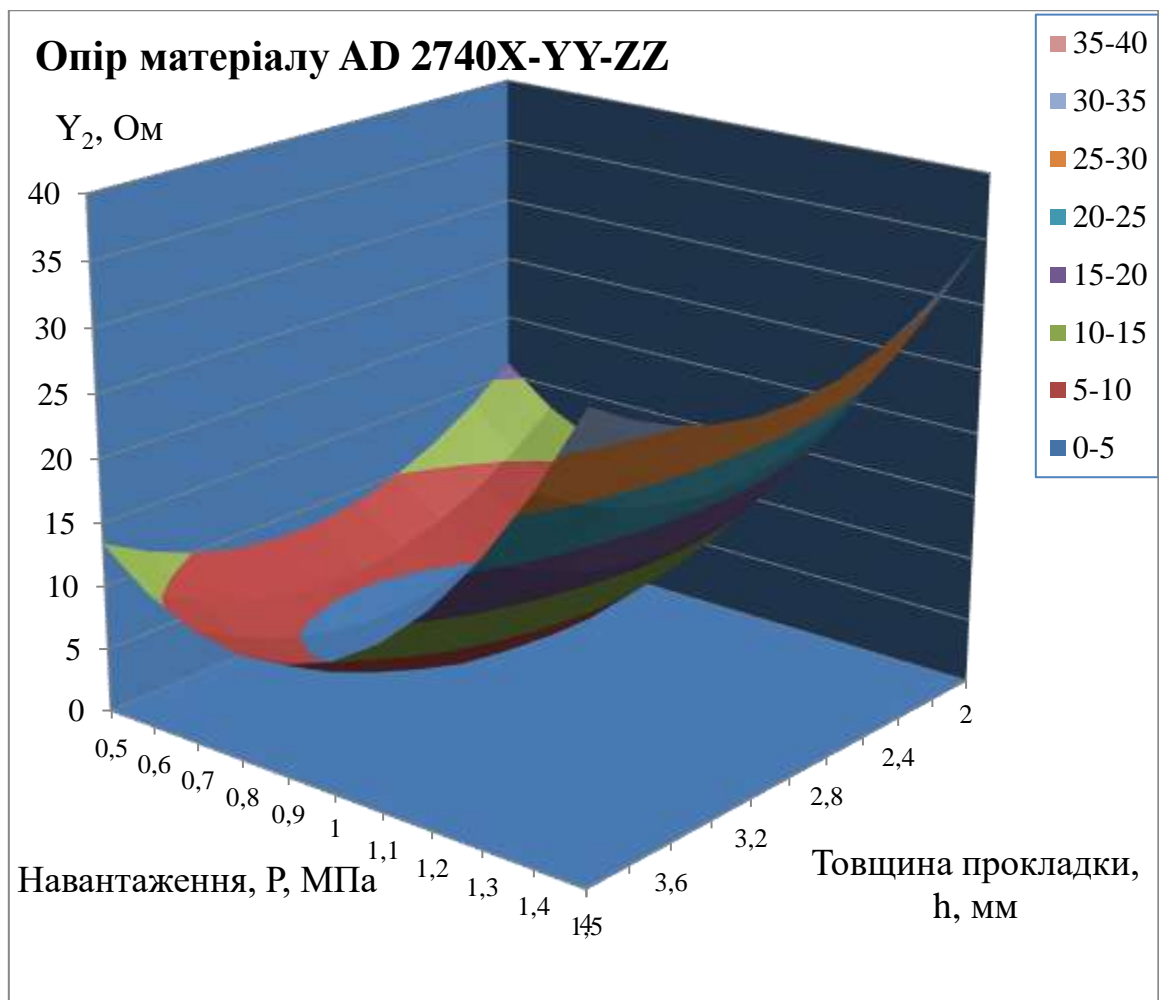


Рис.3.4.2. Результат моделювання залежності опору матеріалу AD 2740X-YY-ZZ від товщини прокладки та навантаження притискання у штуцері.

То ж отримані значення дозволять сформулювати технологічні рекомендації для виготовлення стандартних кільцевих прокладок для універсального облавкового штуцера заправлення ПС (100 мм) та подібних розмірів паливозаправників та стаціонарного паливозаправного обладнання аеропортів. Таким чином значно пришвидшити та убезпечити технологічний процес заправлення повітряних суден та паливозаправні операції із іншим паливозаправним обладнанням, де під'єднуються подібні штуцери та можуть бути використані подібні матеріали фірми AVDEC.

3.5. Висновки до розділу 3

1. Запропоновані нові ущільнювальні матеріали для універсального облавкового заправного штуцера, що володіють струмопровідністю, а тому надають

власний статичний захист резервуарів та шлангів.

2. Було розроблено новий композиційний матеріал на основі оксиду алюмінію (сировина якого достатньо наявна у ресурсній базі України).

3. Було обрано два струмопровідні ущільнювальні матеріали фірми AV-DEC (Aviation Devices and Electronic Components) за специфікацією фірми AG XXXXXX-YY та AD 2740X-YY-ZZ.

4. Унаслідок двофакторного поліномного моделювання повнофакторного експерименту було визначено, що мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 0,650м та відповідає наступним факторам: тиск затяжки штуцера 0,8 МПа за товщини прокладки 3,4мм. А мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 3,150м та відповідає наступним факторам: тиск затяжки штуцера 1 МПа за товщини прокладки 3 мм

5. Отримані значення дозволять сформулювати технологічні рекомендації для виготовлення стандартних кільцевих прокладок для універсального облавкового штуцера заправлення ПС (100 мм) та подібних роз'ємів паливозаправників та стаціонарного паливозаправного обладнання аеропортів. Таким чином значно пришвидшити та забезпечити технологічний процес заправлення повітряних суден.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Обслуговуючий персонал повинен притримуватися заходів безпеки при усіх видах експлуатації АПЗ (встановленні на місці експлуатації, підготовці до роботи, безпосередньому застосуванні, перевірці технічного стану, видаленні недоліків, зберіганні і транспортуванні).

При експлуатації виробу необхідно користуватися технічним описом та інструкцією по експлуатації АПЗ, його складових частин і комплектуючого обладнання, вказівками, що містяться в них по безпечному виконанню робіт, а також діючими в організації правилами з техніки безпеки.

До роботи з АПЗ допускаються особи, що досягли 18-ти років, вивчили пристрій АПЗ, засвоїли правила техніки безпеки і отримали дозвіл на обслуговування АПЗ.

Терміновість робіт, нестача засобів чи обслуговуючого персоналу та інші причини не можуть бути причиною недотримання заходів безпеки.

Відповідальним за дотримання заходів безпеки являється безпосередньо керівник робіт.

Площа, яка призначена для встановлення АПЗ на місці експлуатації, повинна дозволяти зручний підхід до місця оператора для управління і обслуговування АПЗ і повинна бути очищена від зайвих предметів [20].

4.1. Заходи безпеки при підготовці АПЗ до роботи

Світильники освітлення робочих місць АПЗ повинні бути справні, при виявленні недоліків стаціонарних світильників необхідно користуватися переносними.

Положення органів керування (важелів, рукояток) повинно виключати самовільне включення/виключення під дією тряски, вібрації, випадкових поштовхів і відповідати вказівкам пояснюючих табличок.

Під час миття АПЗ потрібно запобігти попаданню води на пристрої та електрооснащення.

Забороняється робота АПЗ з несправними заземлюючими пристроями (в тому числі забороняється зв'язувати трос заземлення з декількох частин) і з несправними елементами проведення струму в заправочних рукавах. Опір ланцюга «клин заземлення – наконечник закритої заправки (роздавальний пістолет)» не повинен перевищувати 10 Ом.

Не допускається експлуатація АПЗ після закінчення термінів чергового технічного огляду контрольно-вимірювальних приладів, вогнегасників, роздавальних рукавів та за відсутності пломб на контрольно-вимірювальних пристроях, а також за відсутності засобів пожежогасіння.

Під час підготовки АПЗ до роботи необхідно:

- переконатися, що АПЗ заземлено (клин тросу заземлення повинен бути встановлений в спеціальне гніздо, або забитий в землю – забивати клини в асфальт і проміжок між плитами заборонено);

- переконатися, що АПЗ з'єднано із заземлюючим ПС тросом вирівнювання потенціалів;

- переконатися, що АПЗ з'єднано шнуром заземлення із сторонньою насосною станцією;

- переконатися, що трос з кільцем приєднано до затвору вогнегасника;

- переконатися в наявності тиску в стаціонарних вогнегасниках і його відповідності паспортному (для вогнегасників типу ОС – 8 МФ);

- прибрати від АПЗ осіб, що не приймають участі безпосередньо в роботі;

- прибрати з місця роботи всі зайві предмети.

Перед виїздом АПЗ водій повинен перевірити технічну справність автомобіля і напівпричепу та їх зчеплення і підключення гальмівної та електричної систем, звернувши особливу увагу на справний стан шин, гальм, рульового управління, фар, стоп-сигналу, а також на відсутність протікання палива, масла, води, наявність інструментів та інвентарю, заправку автомобіля паливом, маслом, водою або

антифризом, зарядженість акумуляторних батарей, дотику дороги ланцюгами заземлення.[21-22]

4.2. Заходи безпеки при роботі АПЗ

Забороняється експлуатація технічно несправного АПЗ, використання його не за призначенням [23-24].

Спецодяг на особовому складі, що обслуговує АПЗ, повинен бути застебнутий, заправлений, не мати частин, що майорять.

При експлуатації АПЗ в темний час доби площадка повинна бути оснащена так, щоб не перевантажувати обслуговування АПЗ.

При роботі АПЗ забороняється:

- знімати запобіжні кожухи з рухомих частин (в тому числі – з карданного валу привода гідронасоса);
- продовжувати роботу при виявленні витікання палива в системі трубопроводів;
- залишати працюючий АПЗ без нагляду.

Під час відкритої заправки (або наповненні цистерни АПЗ через заливну горловину), перед початком подачі палива необхідно доторкнутися роздавальним краном (кінцем металевого армування рукава) металевій оболонки об'єкта, що заправляється, на відстані не менше 1,5 м від заливної горловини.

При заповненні цистерни АПЗ зверху через заливну горловину:

- виключити удари арматури рукава, що можуть викликати іскроутворення;
- налив проводити під шар палива, опустивши рукав наливу до кінця заглиблення в трубі цистерни і закріпивши його в цій трубі;
- виймати рукав не раніше ніж після однієї хвилини після закінчення наливу.

Початок заправки паливом (1-2 м³) як відкритим, так і закритим способом, а також початок наливу цистерни АПЗ здійснюється на зниженій подачі. При закінченні наливу, подачу також знизити. Не допускаючи переливу, і своєчасно (за показаннями рівнеміра чи лічильника рідини) перекрити магістраль наповнення.

Запірні органи необхідно відкривати і закривати плавно, щоб уникнути гідравлічного удару в трубопроводах.

Подача під час наливу повинна відповідати показанням експлуатаційної документації (не перевищувати дозволеної величини рівня за умовами електростатичної безпеки і пропускну здатності дихаючих пристроїв).

Контролювати тиск в надпаливному просторі цистерни АПЗ, у випадку виходу за обмежену величину, роботу відразу ж припинити і видалити несправність.

Тиск заправки повинен відповідати дозволеному для паливних систем об'єкту, що заправляється (або роздавальних рукавів, якщо величина останнього менша).

В процесі заправки необхідно слідкувати за роботою обладнання (в тому числі, за рукавами, якими подається паливо) і у випадку появи будь-яких дефектів (наприклад, витікання палива в роз'ємних з'єднаннях) – припинити заправку.

В процесі заправки і після нього повинно відкрити мінімально необхідну кількість дверей та люків АПЗ.

Розлите при роботі паливо потрібно засипати піском, який потім прибрати в спеціально відведене місце.

Технічний стан тягача і напівпричепа-заправника АПЗ повинні відповідати діючим правилам технічної експлуатації дорожнього транспорту і правилам дорожнього руху і забезпечувати їх безпечну і безвідмовну роботу.

При виконанні робочих операцій повинні бути відкриті всі запірні органи, які передбачені принциповою пневмогідравлічною схемою, інша арматура повинна бути закрита.

4.3. Пожежна безпека і вибухобезпека

Паливо (і його присадки), з яким працює АПЗ, являється легкозаймистою та вибухонебезпечною рідиною, що здатна накопичувати електричні заряди і шкідливо діяти на організм людини [25-27].

За цих умов категорично забороняється:

- розводити вогонь і курити поблизу АПЗ;

- працювати у випадку витікання або наявності слідів витікання палива в обладнанні АПЗ;

- зберігати в середині або поблизу з АПЗ будь-які легкозаймисті матеріали (в тому числі ганчірки та інші обтиральні матеріали) та зайві предмети;

- працювати з АПЗ, попередньо не заземливши його клином з тросом заземлення (для забезпечення зняття статичної напруги);

- зістикувати і розстикувати штепсельні розніми знеструмлених електричних ланцюгів;

- будь-яким чином контактувати з паливом, що знаходиться в АПЗ (відбирати проби, зливати і т. п.) раніше однієї хвилини після припинення руху палива або АПЗ.

Для тушіння пожежі, у випадку її виникнення, використовувати вогнегасники, які повинні постійно знаходитися у справному стані і готові до дій. Замок кронштейна кріплення ручного вогнегасника повинен бути справним і забезпечувати швидке зняття вогнегасника. Зарядка і використання вогнегасників повинні відповідати інструкції підприємства-виробника вогнегасників.

При пожежі в середині насосної установки АПЗ потрібно закрити люки і двері та привести в дію засоби пожежогасіння.

Знак «вогнебезпечно» на АПЗ повинен бути чітким, без забруднень.

Забороняється виключати і заводити двигун тягача АПЗ на пунктах наливу і місцях заправки.

Необхідно систематично контролювати стан заземлювачів обладнання.

Місця зберігання АПЗ повинні бути оснащені засобами пожежної безпеки по ДСТУ 12.4.009-83. Комплектуючі пожежних пунктів і стендів повинні відповідати правилам пожежної безпеки, затвердженими або погодженими з ГУПО МВС та МНС України.[25-27]

4.4. Заходи безпеки при обслуговуванні АПЗ

Підтягнення кріплення, регулювання обладнання та інше допустимо виконувати тільки при відсутності тиску в гідравлічній і пневматичній системах

АПЗ, виключених силових установках, знеструмленому електрообладнанні (при ремонтно-профілактичних роботах з ним).

При роботі в середині цистерни АПЗ обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту: шланговий протигаз, страхувальний пояс з мотузкою, виведеною через люк-лаз ззовні і надійно закріпленої, брезентовий костюм, взуття без набоїв та цвяхів, рукавички. Не допускається падіння деталей чи інструментів, використання електроприладів, а також наявність при собі в середині цистерни сірників, запальничок та інших предметів, що можуть стати джерелом вогню.

Під час роботи повинен бути забезпечений контроль за працюючим в цистерні.

Через кожні 15-20 хвилин виконувач роботи повинен відпочивати на свіжому повітрі протягом 10-15 хвилин.

Перед ремонтом, консервуванням, зберіганням та іншими роботами по технічному обслуговуванню, необхідно видалити залишки палива з обладнання АПЗ.

В процесі спільної експлуатації напівпричепа та тягача АПЗ необхідно при кожному технічному обслуговуванні (ТО-1) перевіряти кріплення шворня, діаметр його робочої шийки, стан захватів шворня, запірного кулака, кріплення цистерни.

4.5. Заходи безпеки при видаленні несправностей АПЗ

Користуватися потрібно тільки справним інструментом – без ушкоджень, щілин, задирок, не викликати іскроутворення.

Для ремонтно-профілактичних робіт порожнина цистерн повинна бути випарена та провентильована до санітарних норм. При цьому повинна бути виключена подальша можливість постування парів через трубопроводи. Роботи повинні виконуватися по діючим правилам для конкретного виду робіт.

До випарювання, мийка внутрішніх порожнин цистерн АПЗ водою під тиском забороняється для запобігання утворення небезпечних зарядів статичної електрики.

Технічне обслуговування та ремонт при працюючому двигуні забороняється за виключенням регулювання систем живлення і електрообладнання двигуна та обладнання гальм.

При технічному обслуговуванні або ремонтних роботах в місці включення двигуна вивішувати табличку з написом: «двигун не запускати – працюють люди».

При роботах, пов'язаних з провертанням колінчатого валу, необхідно перевірити виключення запалення та подачі палива.

4.6. Заходи безпеки при зберіганні та транспортуванні АПЗ

У АПЗ прохідність автопоїзда обмежується прохідністю напівпричепа, а не тягача, ось чому під час руху водій повинен бути обережним та уважним.

Найбільша швидкість руху АПЗ, заповненого паливом, не повинна перевищувати передбачену інструкцією транспортного засобу для даних дорожніх умов.

Необхідно бути обережним під час руху:

- під лініями електропередач, враховуючи висоту АПЗ;
- через мости, дамби і т. п., враховуючи масу заповненого паливом АПЗ.

Зрушення з місця, розгін і гальмування необхідно виконувати повільно, без ривків. Особливої обережності дотримуватися при підйомах, спусках, поворотах.

Під час зупинки на похилих площинах, потрібно:

- пригальмувати автомобіль (автопоїзд) ручним і стояночним гальмами, включити нижню передачу і виключити подачу палива;
- підкласти під колеса противідкатні опори. Особи, що виконують роботу повинні знаходитися збоку від АПЗ.

Суворо дотримуватися правил дорожнього руху, постійно пам'ятати про наявність рухомого та вогненебезпечного вантажу.

Під час консервації і розконсервації АПЗ, під час прийому на зберігання і зберіганні повинні бути передбачені знаки безпеки по ДСТУ 12.4.026-76.

Знаки безпеки (їх розміри), місця розміщення, а також порядок застосування пояснюючих написів до них, встановлює експлуатуюча АПЗ організація за згодою відповідних органів держнагляду.

При необхідності консервації АПЗ в сховищах, потрібно притримуватися вимог безпеки у відповідності з ДСТУ 9.014-78. На ділянках консервації і розконсервації гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони, а також температура та вологість не повинні перевищувати норм, встановлених Мінздравом та санітарними нормами проектування промислових підприємств, затверджених Держбудом.

4.7. Підготовка до роботи

Виконати роботи з підготовки до роботи тягача та напівпричепа, відповідно до їх експлуатаційної документації, та закачати повітря в ресивери.

Для підготовки технологічного обладнання АПЗ до роботи потрібно:

- відкрити двері кузова;
- включити вимикач живлення, автомати захисту мережі пристроїв;
- в нічний час включити освітлення;
- розчохласти пристрій дихаючий на цистерні;
- підготувати до роботи акумуляторну батарею (перевірити рівень і щільність електроліту);
- перевірити наявність рукавів на катушках на відповідну операцію (в залежності від приймального штуцера ПС);
- перевірити зарядку стаціонарних вогнегасників (по манометру);
- перевірити наявність ручних вогнегасників.

Перед початком виконання операцій всі затвори і клапани повинні бути закриті.

В зимовий час вентилі ВН 1 та ВН 5 повинні бути постійно відкриті (крім операції заповнення цистерни з глибини в початковій стадії – заповненні насоса паливом ежекторним пристроєм).

В зимовий період масло для системи гідроприводу повинне бути розігріте до температури не менше $+15^{\circ}\text{C}$.

4.8. Розробка заходів щодо захисту від статичної електрики. Заземлення.

Для захисту працівників від ураження струмом використовують процес заземлення [26]. Заземлення бувають природними та штучними.

В нашому випадку розраховуємо штучні заземлювачі – сталевий стержень діаметром $d=38$ мм, довжиною $l=2$ м, для захисту від статичної електрики за умови, що $r_3 \leq 100$ Ом. Стержень забитий в поверхню землі (піску) на глибину $H_0=0,5$ м. Відстань між стержнями $a=4$ м. Питомий опір піску $\rho=7 \cdot 10^2$ Ом·м. Глибина закладання $H=H_0=0,5$ м, $b=40\text{мм}=0,04\text{м}$

Опір стержня заземлення розраховуємо за формулами (4.1) та (4.2):

$$R_{\text{СТ}} = 0,366 \cdot \rho/l \cdot (\lg \cdot (2l/d) + 1/2 \cdot \lg \cdot ((4H+1)/(4H-1))) \quad (4.1)$$

$$R_{\text{СТ}} = 0,366 \cdot 350 \cdot (\lg \cdot 105 + 1/2 \lg \cdot 2) = 278 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ПОЛ}} = 0,366 \cdot \rho/l_{\text{ПОЛ}} \cdot \lg \cdot (2l_{\text{ПОЛ}}^2/bH) \quad (4.2)$$

$$R_{\text{ПОЛ}} = 0,366 \cdot 58,3 \cdot \lg \cdot 288/0,02 = 88,8 \text{ Ом}$$

$$l_{\text{ПОЛ}} = n a = 3 \cdot 4 = 12 \text{ м}$$

Якщо опір одиночного заземлювача більше нормованого значення, то заземлення виконують з декількох заземлювачів. Вони з'єднуються між собою і розміщуються один від одного на відстані a .

Відношення $a/l=2$. Кількість заземлювачів n при $\eta_{\text{СТ}}=0,8$ (з таблиці) визначаємо за формулою:

$$n = R_{\text{СТ}} / r_3 \cdot \eta_{\text{СТ}} \quad (4.3)$$

$$n = 278 / 80 = 3,475 = 3$$

Приймаємо кількість сталевих стержнів - 3 шт.

Коефіцієнт $\eta_{\text{ПОЛ}} = 0,6$ (таблиці) тому опір контурного заземлюючого пристрою визначаємо по формулі:

$$r_{\text{К.З}} = R_{\text{СТ}} \cdot R_{\text{ПОЛ}} / (R_{\text{СТ}} \cdot \eta_{\text{ПОЛ}} + 3 \cdot R_{\text{ПОЛ}} \cdot \eta_{\text{СТ}}) \quad (4.4)$$

$$r_{\text{К.З}} = 24686,4 / 379,92 = 64,98 \text{ Ом}$$

Отримане значення опору контурного заземлюючого пристрою менше норми, тому приймаємо кількість заземлювачів – 3.

4.9. Висновки до розділу 4

Розробка заходів з охорони праці є вельми важливою для захисту здоров'я людей від дії зовнішніх шкідливих факторів та їх впливів [20]. Це дозволить значно покращити культуру та продуктивність праці, скоротити видатки на охорону здоров'я та відновлення персоналу на лікарняному, поліпшити соціальну привабливість професії при експлуатації паловизаправного обладнання аеропортів.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вплив нафтопродуктів на навколишнє середовище має широкий негативний діапазон, який створює малі та великі проблеми практично в усіх сферах екології [28].

При транспортуванні та зливно-наливних операціях можуть виникнути негативні фактори, які впливають на забруднення навколишнього середовища [29]:

- розлив, пожежа, вибух;
випаровування нафтопродукту з автоцистерни;
- вихлопні гази.

5.1 Вихлопні гази двигунів АПЗ та їх вплив на навколишнє середовище

Основним наслідком зростання числа автотранспорту, безперечно, є зростання антропогенної дії на навколишнє середовище та, насамперед, на атмосферу забудованих територій. На сьогоднішній день, вклад автотранспорту в забруднення атмосфери досягає 95%. Забруднення повітряного середовища викидами автотранспорту насамперед обумовлено фізико-хімічними процесами, які відбуваються в бензинових та дизельних двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ), в паливній та вихлопній системах автомобіля, системі запалювання та згорання, а також в ходовій частині, які приносять у навколишнє середовище як матеріальні так і фізичні забруднення, які чинять поганий вплив на її компоненти. Але найбільший антропогенний вплив на собі випробовує атмосфера, так як саме в повітряне середовище потрапляють всі газоподібні викиди ДВЗ.



Рис. 5.1. Класифікація факторів, які визначають рівень викидів ДВЗ ПММ.

Крім того, в повітряному середовищі розповсюджується шум, що створюється автотранспортом (фізичне забруднення). Таким чином, можна стверджувати, що питання захисту атмосфери забудованих територій пов'язані зі зниженням викидів від автотранспорту. По результатам проведеного аналізу, науково-технічної літератури можна виділити дві основні групи факторів, які визначають ступінь токсичності викидів ДВЗ – технологічні та організаційні. Їх сукупність характеризує, з одного боку, вплив об'єктивних причин, які визначають існуючий на сьогоднішній день рівень екологічної технологічності ДВЗ, а з іншого – суб'єктивний вплив людини на процес забруднення атмосфери.

Кількість забруднюючих речовин у відпрацьованих газах (ВГ) автомобіля в більшості своїй залежить від режиму руху автомобіля. Зі збільшенням пробігу автомобіля ступінь токсичності ВГ збільшиться.

Фактори, які виділені і класифіковані, що впливають на кількість шкідливих викидів ДВЗ, дозволили проаналізувати основні підходи до зниження забруднюючих викидів ДВЗ. На сьогоднішній день розроблено велику кількість методів зниження викидів забруднюючих речовин ДВЗ [8,30].



Рис. 5.2. Класифікація методів, зниження рівня викидів ДВЗ.

Технологічні методи пропонують втрутитися в роботу автомобіля, що повинно поліпшити ряд технологічних характеристик і, як наслідок, привести до зниження викидів забруднюючих речовин ДВЗ. Реалізація цих методів вимагає як значних матеріальних, так і виробничих затрат. При розгляданні методу вдосконалення процесів сумішоутворення результат досліджень показав, що викиди вуглеводню, як правило, знижуються до 60%, а концентрація оксиду вуглеводню зменшується на 70%. Також спостерігається незначне зниження концентрації вуглеводнів та оксидів сірки.

Організаційні методи обумовлені діяльністю людини і не вимагають технологічного втручання та матеріальних затрат, дозволяють знизити рівень шкідливих викидів ДВЗ. Під час руху автомобіля в умовах забудованих територій водій самостійно визначає швидкість його руху, враховуючи існуючі обмеження. Як показує практика, найбільш економічною в межах міста є швидкість 40 – 50км/год. Мінімум викидів оксиду вуглеводню має місце при швидкості, яка дорівнює 55 – 65км/год; викиди оксиду азоту та вуглеводню не мають чітко

вираженого мінімуму та збільшуються при зростанні швидкості руху. Тому, мінімальні сумарні викиди забруднюючих речовин, які дорівнюють 25г/кг, зафіксовані при швидкості 40 – 60км/год, тобто при оптимальній швидкості руху автомобілів.

До інженерних методів відносять методи, реалізація яких передбачає встановлення додаткових пристроїв захисту повітря в основні технологічні системи автомобіля. Методи, які складають цю групу, доцільно розділити на інженерно-технологічні та інженерно-екологічні.

Інженерно-технологічні методи дозволяють оптимізувати основні технологічні характеристики автомобіля і, як наслідок, призводять до поліпшення їх екологічних параметрів. Наприклад, в карбюраторному двигуні в результаті переходу з рідкого палива на газоподібне полегшується запуск двигуна в холодний період року, забезпечується більш рівне та стійке горіння всередині робочого простору циліндрів двигуна.

При проведенні більшості експериментів різними авторами було виявлено, що переведення двигунів з бензину на газоподібне палива призводить до зниження кількості викидів оксиду вуглеводню в 10 раз та не згорівших вуглеводнів в 5 разів.

Крім того, було виявлено, що при переведенні двигунів з бензину на газоподібне паливо спостерігається зниження (до 70%) викидів оксидів азоту, оксиди сірки та з'єднання свинцю практично відсутні, а вміст оксиду вуглеводню та не згорівших вуглеводнів знижується на 80 та 70% відповідно.

Інженерно-екологічні методи покращують безпосередньо екологічні характеристики, не здійснюючи істотного впливу на роботу двигуна. Наприклад, попередня фізико-хімічна обробка палива, як інженерно-екологічний метод, полягає в обробці палива, і частково в збагаченні його невеликою кількістю каталізатору безпосередньо перед вприскуванням.

5.2 Методи зниження впливу випаровування з автоцистерни АПЗ

З метою зниження мутагенної дії парів нафтопродукту на навколишнє середовище, управління екології, санітарні відомства та інші природозахисні

організації розроблюють цілий ряд заходів по скороченню кількості випаровування нафтопродуктів під час їх переливання та транспортування. Так, у великих містах, де повітря перенасичене вихлопними газами та парами нафтопродуктів, системи уловлювання парів нафтопродуктів при зливі палива з автоцистерни в резервуар АЗС і при відпусканні в бензобак автомобіля вже стали дійсністю. Нормативи країн близького зарубіжжя, які регламентують викид парів в атмосферу, поступово адаптуються до більш прогресивних стандартів, які прийняті в економічно розвинутих країнах [30].

Впровадження системи нижнього наливу палива в автоцистерни вже не один раз обговорювалось в природоохоронних відомствах. І, не дивлячись на те, що нормативних документів про необхідність подібних систем поки нема, їх поява для сфери нафтопродуктозабезпечення – всього лиш питання часу. Оскільки нижній налив є, для більшості економічно розвинутих країн, звичайною справою, то можна припустити, що цю технологію будуть застосовувати і в нашій країні.

В більшості країн технологія нижнього наливу була затверджена на рівні законодавства. Є надія, що в найближчий час такий тип заправлення отримає статус обов'язкового і в нас.

При використанні системи нижнього наливу автоцистерна заповнюється в декілька разів швидше, ніж у випадку, коли паливо заливається через горловину резервуара цистерни. Середня швидкість автомобіля на лінії зростає, з'являється можливість збільшити кількість рейсів на одну автоцистерну, а значить, можна не використовувати декілька автоцистерн, що дозволяє економити.

При наповненні автоцистерни виникає процес витиснення пароповітряної суміші в атмосферу «Велике дихання» («ВД») [8]. Так як автоцистерна, що проектується, має три секції, то розрахуємо втрати від «ВД» автомобільного бензину А – 92 з ємності – 11 м².

Додаткові відомості :

- висота газового простору (в межах циліндра) до проведення спорожнення резервуара $H_1 = 1,7$ м;

- висота газового простору, після проведення операції спорожнення $H_2=11,82\text{м}$;
- висота газового простору, після наступного наповнення резервуара $H_3 = 1,2 \text{ м}$;
- продуктивність спорожнення і заповнення ємності $d_c = d_3 = 6 \text{ м}^3/\text{хв}$;
- час простою перед заповненням $\tau_{\text{п}} = 0,3 \text{ год}$;
- температура А-92, що закачується в ємність вдень $t_3 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$;
- концентрація парів на лінії насичення $C_s = 0,4$.

Проведення розрахунку:

Визначаємо C_{cp} / C_s - середню відносну концентрацію парів в газовому просторі, за формулою:

$$C_{\text{cp}}/C_s \approx V_1/V_2 + \Delta C_B / C_s + \Delta C / C_s,$$

де V_1 – об'єм газового простору перед початком викачки,

V_2 – об'єм газового простору по закінченню викачки,

$\Delta C_B / C_s$ - приріст середньої відносної концентрації газового простору резервуара за термін викачки продукту, або визначити цю величину спочатку необхідно за графіком, визначити швидкість струму повітря в монтажному патрубку дихального клапана з умовним проходом 250мм $U_0 = 3,5 \text{ м/с}$ при $g_3 = 6 \text{ м}^3/\text{год}$; після чого по графіку, знаючи що $U_0 = 3,5 \text{ м/с}$ визначаємо, що $\Delta C_B * \tau_B = 0,035$, причому τ_B - час спорожнення резервуара, який знаходиться за формулою:

$$\tau_B = \pi D_p^2 * (H_2 - H_1) / 4q_3$$

$$\tau_B = 3,14 * 152 * (11,82 - 1,7) / 4 * 600 = 2,01 \text{ год}$$

$\Delta C_B / C_s$ – приріст концентрації в газовому просторі за сумарний час простою $\tau_{\text{п}}$ та заповнення резервуара τ_3 , тобто:

$$\tau = \tau_{\text{п}} + \tau_3,$$

в свою чергу τ_3 знаходиться за формулою:

$$\tau_3 = \pi D_p^2 / 4 * (H_2 - H_3) / g_3$$

$$\tau_3 = 3,14 * 152 / 4 * (11,82 - 1,2) / 6 = 2,1 \text{ год},$$

звідси

$$\tau = 0,3 + 2,1 = 2,4 \text{ год,}$$

по графіку визначаємо, що $\Delta C_B / C_S = 0,14$.

Отже, визначивши всі величини, розрахуємо:

$$\frac{C_{cp}}{C_S} = \left(\frac{1}{3} R_p^2 \cdot h \cdot \pi + \pi D_p^2 \cdot \frac{H_1}{4} \right) / \left(\frac{1}{3} R_p^2 \cdot h \cdot \pi + \pi D_p^2 \cdot \frac{H_2}{4} \right) + \frac{\Delta C_B}{C_S \cdot \tau_B} \cdot \tau_B + \frac{\Delta C}{C_S}$$

$$\frac{C_{cp}}{C_S} = \frac{\left(\frac{1}{3} 38,44 \cdot 0,49 \cdot 3,14 + 152 \cdot \frac{1,7}{4} \right)}{\left(\frac{1}{3} 38,44 \cdot 0,49 \cdot 3,14 + 3,14 \cdot 152 \cdot \frac{11,82}{4} \right)} + \frac{1,5}{0,4 \cdot 2,01} \cdot 2,01 + 0,14 =$$

$$= 0,155 + 0,9 + 0,14 = 1,2$$

Визначаємо P_p – середній розрахунковий тиск парів продукту за формулою:

$$P_p = (C_{cp} / C_s) \cdot P_s,$$

де P_s – тиск насичених парів А-92, який в свою чергу визначається за формулою

$$P_s = C_s \cdot P_{2\Gamma} = C_s (P_a + P_{к.д.}),$$

де $P_{2\Gamma}$ – абсолютний тиск в газовому просторі в кінці заповнення, звідси

$$P_p = (C_{cp} / C_s) \cdot C_s (P_a + P_{к.д.})$$

$$P_p = 1,2 \cdot 0,4 (101,320 + 19,62) = 1,2 \cdot 41,312 = 49,575 \text{ Па}$$

Визначаємо густину парів А-92 по формулі:

$$\rho = (P_{\Gamma} / P) \cdot (M / T_3), \text{ де}$$

$$T_3 = 273,15 + t_3$$

$$\rho = ((101,320 + 19,62)/8314,5) \cdot (55,98/273,15 + 28) = 12,42 \cdot 0,19 = 2,31 \text{ кг/м}^3$$

При $t_H \leq t_{н.к.}$ $V_{п. сум.} \approx V_{зак}$ визначаємо втрати від одного “великого дихання” за формулою:

$$M_{в.д.} = (V_{п. сум.} - V_2) \cdot \left(\frac{P_{2\Gamma} - P_{1\Gamma}}{P_{2\Gamma} - P_p} \right) \cdot P_p - P_{2\Gamma} \cdot \rho$$

де V_2 - об'єм газового простору перед заповненням, причому $P_{1\Gamma} \approx P_a$ – на початку заповнення вдень, звідси:

$$M_{в.д.} = [\pi D_p^2 \cdot (H_2 - H_3) / 4 - \pi D_p^2 / 4 \cdot H_2 \cdot ((P_a + P_{к.д.} - P_a) / (P_a + P_{к.д.} - P_p))] \cdot P_p / (P_a - P_{к.д.}) \cdot \rho$$

$$M_{в.д.} = [3,14 \cdot 152 (11,82 - 1,2) / 4 - 3,14 \cdot 152 / 4 \cdot 11,82 \cdot ((101,320 + 19,62 - 101,320) / (101,320 + 19,62 - 49,575))] \cdot 49,575 / (101,320 + 19,62) \cdot 2,31 = 0,347 \approx 0,347 \text{ кг/м}^3$$

5.3 Висновки до розділу 5

Проаналізовані шкідливі і забруднюючі фактори, при використанні аеродромного АПЗ. Найбільш небезпечним фактором є викид рідких та газоподібних нафтопродуктів, який забруднює атмосферне повітря, водойми і землю.

Запропоновані технічні рішення для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище викидів ПММ та вихлопних газів. Запропоновані інженерні та інженерно-технологічні заходи по захисту навколишнього середовища від шкідливих та забруднюючих факторів.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було підтверджено актуальність обраної тематики шляхом аналізу інформаційних джерел, експериментальним дослідженням та моделюванням.

Для заправлення повітряних суден використовуються як рухомі – аеродромні паливозаправники, так і стаціонарні – централізована заправна система з агрегатами централізованого заправлення у якості комутації. Заправлення виконується у двох варіантах – відкрите самоналивом, так і закрите під тиском до 4 кгс/см². Закрите заправлення у свою чергу вимагає ущільнення з'єднань.

Для закритого заправлення ПС, як і для закритого заправлення паливозаправника використовується уніфіковане з'єднання об'ємного заправного штуцера. Відома основна проблема заправлення це накопичення статичної електрики при русі по гумових шлангах. Тому паливозаправне обладнання має бути заземлене, а між резервуарами для перекачування палива повинен бути забезпечений стійкий електричний зв'язок.

У стандартному виконанні ущільнення виконується за допомогою стандартної гумової прокладки, а електричний зв'язок забезпечується чи то за допомогою пелюсткової, чи то тросової металізації, що часто кородує в умовах аеропорту та вкривається брудом погіршуючи електричний контакт.

Відомі розробки провідних американських фірм, що розробили струмопровідний ущільнювальний матеріал для герметизації паливних баків ПС та заправлення ПС у повітрі. Наукову зацікавленість викликає застосування такого матеріалу для ущільнення заправної комутаційної апаратури для цивільних повітряних суден.

Все це вимагає ретельних наукових досліджень та підбору матеріальної, наукової-технічної бази та відповідного математичного апарату обробки отриманих даних.

Для вивчення взаємозв'язків між властивостями композиційних матеріалів з їх структурою, а також впливом зовнішніх факторів на умови випробування матеріалів,

що моделюють роботу ущільнювальних вузлів паливозаправного обладнання аеропортів, велике значення має вибір методів дослідження.

Отримання достовірних результатів дослідження в даній роботі забезпечено використанням сучасного обладнання і приладів, перевірених і каліброваних службами метрологічного забезпечення, апробованих методик, необхідною відтворюваністю дослідів, ретельною обробкою зразків до і після експерименту, суворим дотриманням порядку проведення експерименту. Важливе місце посідають математичні та статистичні методи отримання та опрацювання дослідних даних.

Запропоновані нові ущільнювальні матеріали для універсального об'єктового заправного штуцера, що володіють струмопровідністю, а тому надають власний статичний захист резервуарів та шлангів.

Було розроблено новий композиційний матеріал на основі оксиду алюмінію (сировина якого достатньо наявна у ресурсній базі України).

Було обрано два струмопровідні ущільнювальні матеріали фірми AV-DEC (Aviation Devices and Electronic Components) за специфікацією фірми AG XXXXXX-YY та AD 2740X-YY-ZZ.

У наслідок двофакторного поліномного модулювання повнофакторного експерименту було визначено, що мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 0,65 Ом та відповідає наступним факторам: тиск зтяжки штуцера 0,8 МПа за товщини прокладки 3,4 мм. А мінімальне значення опору матеріалу AG XXXXXX-YY складає 3,15 Ом та відповідає наступним факторам: тиск зтяжки штуцера 1 МПа за товщини прокладки 3 мм

Отримані значення дозволяють сформулювати технологічні рекомендації для виготовлення стандартних кільцевих прокладок для універсального об'єктового заправлення ПС (100 мм) та подібних роз'ємів паливозаправників та стаціонарного паливзаправного обладнання аеропортів. Таким чином значно пришвидшити та убезпечити технологічний процес заправлення повітряних суден.

У магістерській роботі було ретельно розглянуто питання охорони праці та навколишнього середовища.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
2. EN 12312-5:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 5: Aircraft fuelling equipment. . – CEN: 2009, – 40 p.
3. Технологии наземного обслуживания воздушных судов: Лабораторный практикум для студентов иностранцев направления 6.070103 «Обслуживание воздушных судов» / сост.: А. П. Уманский, А. Г. Довгаль, В. В. Варюхно – К.: 2012. – 102 с.
4. Автотопливозаправщик АТЗ-35-6043. Техническое описание.
5. Автотопливозаправщик АТЗ-40-6443. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
6. Топливозаправщик ТЗ-22. Инструкция по эксплуатации.
7. ОСТ 54 71005-85 Самолёты и вертолёты гражданской авиации. Техническое обслуживание. Заправка горюче-смазочными материалами и спецжидкостями. Общие требования безопасности.
8. БОЙЧЕНКО С.В., ІВАНОВ С.В., БУРЛАКА В.Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки. – Київ: НАУ, 2005. – 216с.
9. ИПАТОВ А.М., ТЕРЕХИН В.И., ПУЗИК С.А. Средства заправки горюче-смазочными материалами: Учебник. – К.: КМУГА, 1996. – 304с.
10. НИКИТИН Г.А., ЧЕОТАРЁВ Л.И. Средства хранения и заправки авиаГСМ воздушных судов на аэродромах авиации спецприменения: Курс лекций. - К.: КИИГА, 1978. – 70с.
11. НИКОНОВ К.В. Конструкция технологического оборудования складов ГСМ. Учебное пособие. – К.: КМУГА, 1996. – 392с.
12. ЗОРЯ Е.И., КОВАЛЕНКО В.Г., ПРОХОРОВ А.Д. Техническая эксплуатация автозаправочных комплексов. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: ООО «Паритет Граф», 2001 – 492 с.

13. Чеботарьов Л.І. Технічна експлуатація засобів паливозабезпечення аеропортів [Technical Operation of Airport's Fuel Supply Facilities]: підручник /Л.І. Чеботарьов, С.О. Пузік, П.С. Борсук // – К.: Вид-во НАУ, 2018. – 264 с.
14. Евдокимов Ю. А. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. / Ю. А. Евдокимов, В. И. Колесников, Л. И. Тетерин – М.: Наука. – 1980. – 228 с.
15. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное руководство. / Л. З. Румшинский. – М.: Наука. – 1971. – 192 с.
16. Шведков Е. Л. Элементарная математическая статистика в экспериментальных задачах материаловедения. / Е. Л. Шведков – К.: Наукова думка. – 1975. – 110 с.
17. О. А. Тамаргазін, А. Г. Довгаль, Л. Б. Приймак Моделювання зносостійкості композиційного покриття для поверхонь поршнів ДВЗ авіаційної наземної техніки. // XXXIII Міжнародний конгрес двигунобудівників, Тези доповідей: - Харків, - Нац. аерокосмічний ун-т, «Харк. авіац. ін-т» – 2018. – С. 51.
18. О. А. Тамаргазін, А. Г. Довгаль, Л. Б. Приймак Моделювання зносостійкості композиційного покриття для поверхонь поршнів ДВЗ авіаційної наземної техніки. // Двигатели внутреннего сгорания. – Всеукраинский научно-технический журнал, – № 1. – 2018. – С. 67–73.
19. Повышение эксплуатационных свойств деталей уплотнения механических нагнетателей энергетических установок наземной авиационной техники. / А. А. Тамаргазін, А. Г. Довгаль, Л. Б. Приймак // Вестник двигателестроения. – №2. – 2017. – С. 98-102.
20. ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація (ГОСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы Классификация)
21. Протоерейский А.С. Безопасность труда при применении ГСМ в ГА: Учебное пособие. М.: Транспорт, 1987, 248 с.
22. Буриченко Л.А. Охрана труда в гражданской авиации: Учебник для ВУЗов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 1993. – 288 с.

23. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення
24. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.
25. ДНАОП 0.00-1.28-97. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Держнагляд охорони праці України 13.01.1997 Наказ № 5.
26. ДНАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики. Держнагляд охорони праці України 22.04.97 Наказ № 103
27. ДНАОП 5.1.30-5.02-84 Інструкція з питань охорони праці та пожежної безпеки на об'єктах паливо-забезпечення підприємств ЦА.
28. ЕНЕНКОВ В.Г., ЖЕЛТОВ П.М., МЕЛЬНИКОВ Б.Н. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах. – 2-е изд., стереотип. – М.: Транспорт, 1986. – 198с.
29. ІСАЄНКО В.М., КРИВОРОТЬКО В.М., ФРАНЧУК Г.М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навчальний посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 192с.
30. ПАВЛОВА Е.И. Экология транспорта: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 2000. – 248с.

Публікації за темою атестаційної роботи

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY
AEROSPACE FACULTY

Abstracts of
XX International
conference of higher education students
and young scientists

POLIT.
CHALLENGES OF SCIENCE TODAY

MODERN AVIATION TECHNOLOGIES

Kyiv 2020

UPGRADING THE AIRCRAFT REFUELING SPEED USING THE NEW CONDUCTIVE SEALING MATERIALS

Zavgorodnia S. A.¹

¹ National Aviation University, Kyiv

Scientific supervisor – Pryimak L. B., PhD.

Introduction. The refuelling equipment is to be safe and reliable and provide the highest level of fire and human safety[1]. So the fuel velocity is restricted as follows: Fuel circuits shall be designed to limit velocity to the following levels. Jet fuel without static dissipator additive – 5 m/s maximum. Jet fuel with static dissipator additive, providing that the conductivity is maintained above 50 pico Siemens per metre — no upper velocity limit. However, where possible, a maximum of 7 m/s is desirable. Avgas – 5 m/s maximum. The aircraft ground handling requirements are also about that [2].

Problem issue. Specific fuelling equipment, excluding the cargo tank on aircraft refuellers and the tank on hydrant pit: servicing vehicles, the expansion tank on hydrant dispensers and the closed sampling container on any vehicle; shall be designed for an operating pressure of 10 bar. The system shall be able to withstand a test pressure of 15 bar which it shall hold without leak for 15 minutes [1].

In order to withstand this pressure the joints shall be properly sealed and the sealing should be conductive for avoidance of reduction of refuelling velocity. For example the self-sealing aircraft refuelling adapter is to be tightened by the conductive seal additionally for improvement of refuelling velocity as well as pressure (fig. 1).

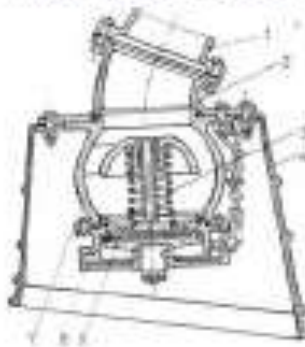


Fig. 1. The Typical Aircraft Refuelling Adapter: 1 – pipe of manifold; 2 – core member; 3 – spring; 4 – protective shroud; 5 – valve; 6 – lid; 7 – case.

Aircraft refuelling requires constant supervision over the pressure and velocity of fuel flow. When flowing inside the rubber pipe the fuel is acquiring the static charge of negative value. When flowing out the manifold in to the earth bonded aircraft tank the static discharge with intensive sparking [3]. That's why inside the rubber hoses of refuellers the metal string is lain that removes the static charge from the fuel when flowing in the rubber insulator hose [4]. But even such structural measure of the hose is insufficient for boosting the refuelling velocity which is very vital especially for military aircraft arial refuelling. Thus the problem of the conductive gasoline-proof/kerosene-proof sealing gaskets had been risen.

Research results. Research goal is to provide non-hazardous solutions for all your corrosion needs. We will work with you to utilize one of our existing products or develop a new product to fit required fuelling equipment specifications. The engineers, technical sales team and support staff at of aviation fuel service have a

diverse background comprised of both Military and Commercial experience to better serve you. (fig. 2.3.4.).



Fig. 2. Gaskets materials sampling: a – HI-TAK Polyurethane Conductive Gasket standard antenna gasket material; b – HI-TAK Polyurethane Fuel Resistant Conductive Gasket (FG 323000-XX).



Fig. 3. Gaskets materials sampling: a – HI-TAK Tape TufSeal™ (HT3000); b – HI-TAK Tape (HT3935-7).

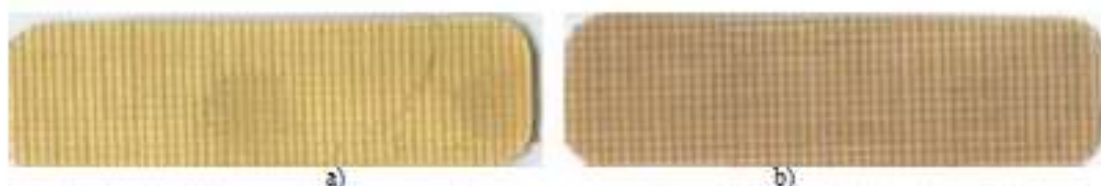


Fig. 4. Gaskets materials sampling: a – HI-TAK TAPE MPN: T3935-7FR flame retardant; b – HI-TAK Tuf Seal™ MPN: HT3000FR flame retardant

Developed materials when connector gasket has the following features:

- excellent material memory and elasticity;
- sealing is maintained during vibration and thermal expansion and contraction.

Summary. Application of conductive sealing materials is strongly recommended for aircraft refuelling equipment but it requires the thorough investigation and researches.

References:

1. EN 12312-5:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 5: Aircraft fuelling equipment. – CEN: 2009, – 40 p.
2. Функциональные системы воздушных судов: Учебное пособие/ В. В. Гаража, А. Н. Желоба, В. И. Казанец, П. Ф. и др: - Киев: КИИГА, 1989. – 402 с.
3. Технологии наземного обслуживания воздушных судов: Лабораторный практикум для студентов иностранцев направления 6.070103 «Обслуживание воздушных судов» / сост.: А. П. Уманский, А. Г. Довгаль, В. В. Варюхно – К.: 2012. – 102 с.
4. Баканов Е. А., Баринов В. А., Захарчук В. П., Сивашенко Т. И. Расчет топливных, масляных и гидравлических систем воздушных судов: методическое руководство по курсовому проектированию/ МГА СССР, КИИГА. – К.: 1977. – 60 с.



XXI Міжнародна науково-практична конференція
здобувачів вищої освіти і молодих учених
"Політ. Сучасні проблеми науки"

СУЧАСНІ АВІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ЗБІРНИК ТЕЗ

Київ 2021

Conclusion. The active magnet bearings have several advantages when compared to other bearings. Since they have been discovered they have brought a lot of benefits to the manufacturing sector. The active magnetic bearings work by suspending a rotor or shaft using electromagnetic forces. Due to the use of electromagnetic force, wearing and frictional forces are absent. These bearings also allow for quiet and environmentally friendly operation due to absent of friction and oil evaporation. The active magnet bearings today aren't used in aircraft engines but research is still being conducted to further optimize them for aircraft engines.

References

1. Access mode: <https://www.calnetix.com/resource/magnetic-bearings/advantages-magnetic-bearings>
2. Access mode: <https://www.waukbearing.com/resources/bearing-knowledge/how-active-magnetic-bearings-work>.

ACCELERATION THE AIRCRAFT REFUELING SPEED USING THE NEW CONDUCTIVE SEALING MATERIALS

Zavgorodnia S. A.

National Aviation University, Kyiv

Scientific supervisor – Dovhal A.G., PhD, Associate Professor

Introduction. The static electricity is the most crucial hazard of the big volumes of fuel transfer from one custody into another. So its research will be urgent either in civil aviation or in military aircraft operation [1].

Problem issue. The static charge is to be removed or at least prevented during any transfer processes of petroleum products including the aircraft fuels. Typical examples of accumulation are illustrated in Fig.1. Static fuel discharge can result an ignition [2].

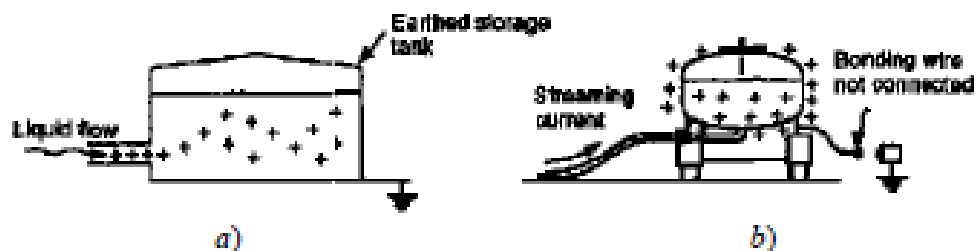


Fig. 1. Charge Accumulation on Low Conductivity Liquid in Storage Tank. (a) Charge Accumulation on an Insulated Conductor Rubber Wheels of Refueller (b).

So the rubber hose is an insulator, and it does not remove the static charge and even improves it during the fuel flow. The steel pipe can not be made as one integral section and requires elbows and curvatures to lead it in place precisely, thus the pipe to pipe bonding is necessary Fig. 2. Adjustable steel bar should have the sealings.

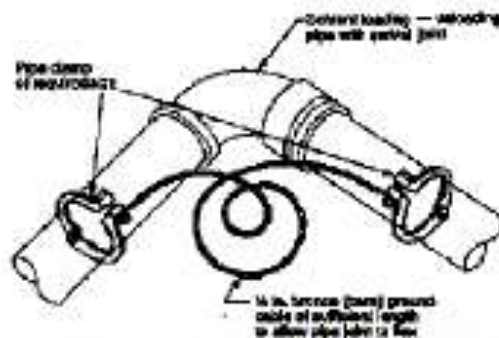


Fig. 2. Pipe Grounding Jumper for Movable Bars.

The swivel joints are made of non conductive materials, as well as all gaskets for sealing of easy splittable joints, so as the stuff sealing of metallic surfaces is impossible.

Research results. So in order to eliminate the static charge accumulation, the joints of pipes and hoses are to be sealed by conductive gaskets. So the conductive sealing materials of Unites States brand AV-DEC (Aviation Devices and Electronic Components) are selected for unified aircraft refuelling adapters. First of all the static resistance of seleted materials was tested. (Fig. 3). However some of them are to be conductive in order to remove the static charge (Fig. 3.) and some of them are to be insulators in order to block the static charge dissemination (Fig. 3).

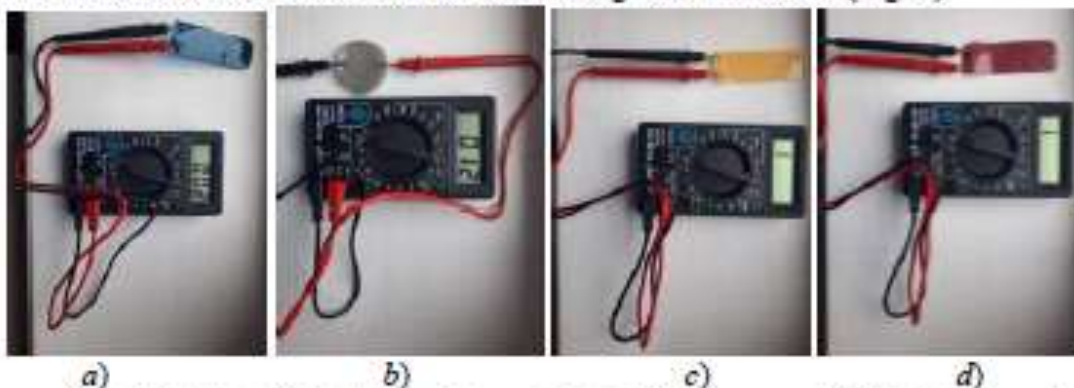


Fig. 3. Gaskets Materils Resistance Static Measure: *a* – HI-TAK Polyurethane Conductive Gasket standard antenna gasket material (AG XXXXXX-YY) US Patent No 6,530,577; *b* – HI-TAK Polyurethane Connector Gasket Material US Patent 6,530,577 (AD 2740X-YY-ZZ); *c* – HI-TAK TAPE MPN: HT3935-7FR flame retardent US Patent 6,530,577; *d* – HI-TAK Tape: HT3935-7 US Patent 6,530,577.

So the testing result are following in static (unloaded) state the conductive materials (fig. 3.) has the resistance 2 and 12 Ω respectively, and insulating materials has infinitively big resistance (fig. 3).

Summary. Static resistance check is preliminary to dynamic (loaded) resistance check modeling the gasket state in the aircraft refueling adapter. It will enable development the recommendations of gasket manufacture for this firm and it will be the subject of investigation of my future master thesis.

References:

1. Zavgorodnia S. A. Upgrading the aircraft refueling speed using the new conductive sealing materials. / "POLIT.Challenges of science today,. Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів. 1-3 April 2020. - К.: 2020. - С. 36-37.
2. EN 12312-5:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 5: Aircraft fuelling equipment. . – CEN: 2009, – 40 p.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF A GAS TURBINE UNIT WITH TWO-STAGE COMPRESSION

Pikul Marina, Otroshchenko Volodymyr

National Aviation University, Kyiv

Scientific supervisor – Volianska L., PhD, Associate Professor

A promising direction in the development of the power engineering is the use of energy-saving technologies based on gas turbine units, which can significantly increase the efficiency of using fossil fuel. In a number of cases, the operation of a gas turbine unit is carried out at modes below the optimum in terms of efficiency. Therefore, the economic efficiency of the unit is of great interest. During the last years, gas turbine efficiencies were successfully improved by raising the compressor pressure ratio and the turbine inlet temperature. The challenge of constantly improving the gas turbine efficiency by these methods has reached a critical moment, raising of the compressor pressure ratio and the turbine inlet temperature ran up to the limit [1]. A high level of these parameters require the using of new expensive durable heat-resistant materials.

A cycle with multistage compression and intermediate air cooling in the compressor is analyzed. Intercooling is obtained by placing a heat exchanger between the low and high pressure compressors, allowing the inducted air to be cooled between compressions, reducing the compression work (Fig. 1).

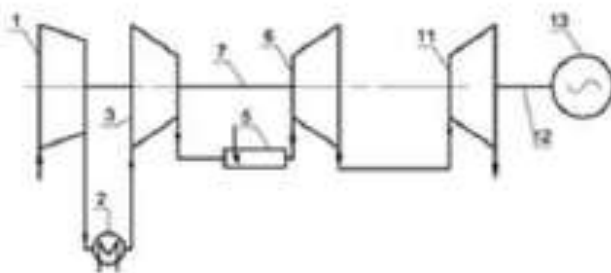


Fig. 1. Scheme of gas turbine plant with

compressions, reducing the compression work (Fig. 1).

Intercooling has some positive and some negative effects on the efficiency. The major effect is the reduction of the compression work and the lower temperatures of the compressed air limit [2]. On the other hand, more fuel is needed to maintain the fixed

turbine inlet temperature since energy is lost as heat in the intercooling.

The aim of the study is to optimize the parameters of a two-stage compression engine with intercooling. For this purpose gas-turbine drive AI-336-1/2-10 was taken as based gas turbine plant and its parameters are considered. The ambient temperature,