

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПІДТРИМАННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ
СУДЕН

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доц.

_____ О.В. Попов

«__»_____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН І
АВІАДВИГУНІВ»

Тема: «Аналіз та удосконалення процесів відновлення планера
повітряного судна клепанням»

Виконав: _____ С.Ю. Попов

Керівник: д. техн. наук, проф. _____ О.І. Духота

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

охорона праці: ст. викладач _____ О.О. Козлітін

охорона навколишнього
середовища: _____ А.О.Падун
канд.б.н., доц.

Нормоконтролер _____

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет (заочна форма навчання)

Кафедра підтримання льотної придатності повітряних суден

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт»

Освітньо-професійна програма «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доц.

_____ О.В. Попов

«__»_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Попова Сергія Юрійовича

1. Тема роботи «Аналіз та удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням» затверджено наказом ректора № 1785/ст від 29.09.2022 р.

2. Строк виконання роботи: з 26.09.2022 р. по 30.10.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічний процес відновлення планера повітряного судна клепанням.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз дефектів планера літака; технологічний процес відновлення планера повітряного судна клепанням; удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням; аналіз охорони праці та навколишнього середовища при роботі з авіаційною технікою.

5. Перелік графічного матеріалу: спеціальні види заклепок; технологічні дефекти при постановці заклепок в авіаційну конструкцію з вуглекомполімеру; перспективне спеціальне заклепування з одностороннім підходом до ділянки, що ремонтується.

6. Графічний (ілюстративний) матеріал виконано з використанням Microsoft Office Excel, Power Point та представлено у вигляді презентацій.

7. Календарний план-графік.

Завдання	Строк виконання	Відмітка про виконання
Видача завдання на дипломне магістерське досліджування	26.09.22-02.10.22	
Пошук матеріалу до кваліфікаційної магістерської роботи	03.10.22-06.10.22	
Аналіз та удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням	06.10.22-09.10.22	
Забезпечення охорони праці при виконанні дослідження	10.10.22-12.10.22	
Дослідження багатоосередкового втомного пошкодження літаків старіючого парку	13.10.22-16.10.22	
Обробка результатів дослідження	17.10.22-19.10.22	
Оформлення кваліфікаційної магістерської роботи:	20.10.22-23.10.22	
Охорона праці та навколишнього середовища	24.10.22-26.10.22	
Основні висновки та рекомендації	27.10.22-30.10.22	

8. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Ст. викладач Козлітін О.О.		
Охорона навколишнього середовища	Доцент Падун А.О.		

9. Дата видачі завдання: « ___ » _____ 2022 року.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **О.І. Духота**

Завдання прийняв до виконання _____ **С.Ю. Попов**

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи "Аналіз та удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням": 102 сторінки, 27 рисунків, 3 таблиць, 36 використаних джерел, 2 додатки.

Об'єкт дослідження – літаки, що поступають у ремонт з дефектами експлуатаційного походження.

Предмет дослідження – технологічний процес відновлення планера повітряного судна клепанням.

Мета дипломної роботи – аналіз та удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням.

Метод дослідження – відновлення обшивки і силового набору планера літака за допомогою операції клепання та ремонт композиційних матеріалів, які застосовуються в сучасній авіації в якості обшивки.

Встановлено, що відновлення планера літака за допомогою операції клепання повертає початкову (задану) міцність та якість робочих поверхонь.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати як основу для проведення наступних, більш широких наукових досліджень. Існуючими результатами та рекомендаціями необхідно скористатися при обслуговуванні та відновленні працездатності планера літака.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук нових і вдосконалення вже існуючих напрямків відновлення працездатності із застосування найсучасніших інформаційних та електронних технологій для контролю стану авіаційної техніки на всіх етапах її життєдіяльності.

ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОБШИВКА, ВІДНОВЛЕННЯ, ЗАКЛЕПКА, ДЕФЕКТ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ПЛАНЕРА ЛІТАКА	10
1.1 Пошкодження та дефекти елементів конструкції планера.....	10
1.2 Конструктивні недоліки та виробничі дефекти.....	14
1.3 Порухення правил експлуатації.....	15
1.4 Система ремонту за фактичним технічним станом.....	16
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНОГО СУДНА КЛЕПАННЯМ	18
2.1 Класифікація методів клепаання.....	18
2.2 Способи утворення отворів і гнізд під заклепки.....	26
2.3 Схема процесу ударної клепки.....	28
2.4 Застосування заклепок з композиційних матеріалів.....	29
Висновки до розділу 2.....	36
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНОГО СУДНА КЛЕПАННЯМ	37
3.1 Технологічний процес відновлення силових елементів планера....	37
3.2 Ремонт планера клепкою.....	43
3.3 Ремонт герметичних відсіків планера.....	47
3.4 Ремонт обшивки клепаанням.....	48
3.5 Ремонт лонжеронів.....	52
3.6 Ремонт стрингерів.....	56
3.7 Ремонт герметичних конструкцій.....	59
3.8 Ремонт конструкцій з полімерно-композиційних матеріалів.....	61

3.10	Методи контролю відремонтованих конструкцій.....	65
	Висновки до розділу 3.....	69
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....		70
4.1	Особливості поширення аварійних ситуацій на виробництві.....	70
4.2	Організаційні і технічні заходи щодо зменшення впливу на працюючих небезпечного і шкідливого виробничих факторів при технічному обслуговуванні.....	74
4.3	Розрахунок шуму та застосування захисних засобів.....	76
4.4	Пожежна й вибухова безпека.....	78
4.5	Інструкція з техніки безпеки та пожежної безпеки.....	80
	Висновки до розділу 4.....	81
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....		82
5.1	Групи природоохоронних заходів.....	82
5.2	Заходи щодо зниження впливу на навколишнє природне середовище пересувних та стаціонарних джерел забруднення на транспорті.....	83
5.3	Заходи в зонах аварій транспортних засобів.....	86
5.4	Елементи управління природоохоронною діяльністю на авіаційному транспорті.....	88
	Висновки до розділу 5.....	94
ВИСНОВКИ.....		95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		97
ДОДАТКИ.....		101

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АТ – авіаційна техніка;
- БД – базові деталі;
- БФО – базово-фіксуючі отвори;
- ВТК – відділ технічного контролю;
- ЕКС – електромагнітна клепка;
- КМ – композиційний матеріал;
- КФО – координато-фіксуючі отвори;
- ЛА - літальний апарат;
- ЛФП – лако-фарбні покриття;
- НД – нормативний документ;
- НО – направляючі отвори;
- ПКМ – полімерно-композиційні матеріали;
- ПС – повітряне судно;
- СО – складальні отвори;
- ТД – технічна документація;
- ТО – технічне обслуговування;
- ЦА – цивільна авіація.
- ШКП – шаблон контура перетину.

ВСТУП

Зовнішність авіаційних конструкцій - це, по суті, компроміс між вимогами, що пред'являються до авіаконструкцій, та існуючими технічними можливостями.

Вимоги умовно можна розділити на три складові: безпека, екологія (включаючи комфорт), технічна та економічна ефективність.

Технічні можливості, в першу чергу, визначаються властивостями конструкційних матеріалів, технологією виробництва авіаконструкцій з них, рівнем проектування та особливо їх сполуками в конструкціях планера при застосуванні полімерних композиційних матеріалів [7].

У процесі експлуатації вузли і агрегати деталей літальних апаратів зазнають змін, які пов'язані з накопиченням утомленості металу, зі зміною якості робочих поверхонь, геометричних даних деталей та інших робочих параметрів, закладених конструктором. Своєчасний і якісний ремонт дозволяє продовжувати ресурс авіаційної техніки і є головним завданням авіаремонтного виробництва.

Накопичений досвід відновлення льотної придатності авіаційної техніки на ремонтних заводах цивільної авіації свідчить про те, що відновлення працездатності деталей, вузлів і агрегатів літальних апаратів, як правило, пов'язане з відновленням їхньої початкової (заданої) міцності і, якості робочих поверхонь, форми і розміру деталей.

При виготовленні вузлів, панелей, агрегатів літаків і вертольотів з легких сплавів клепка дотепер є найбільш розповсюдженим видом нероз'ємного з'єднання, тому що вона забезпечує необхідні надійність і ресурс роботи агрегату планера. Процес виготовлення клепаної конструкції містить у собі операції зборки і клепки, тобто установки деталей у складальне пристосування і з'єднання заклепками. Кількість заклепок у літаках і вертольотах середньої ваги досягає 400 000 - 800000 шт., а у важких і надважких - до 1500000 - 2000000 шт.

При такій кількості заклепок трудомісткість складально-клепальних робіт

складає 30-35% загальної трудомісткості виготовлення планера літака (вертольота).

Клепання - це операція отримання нероз'ємних з'єднань за допомогою заклепок, застосовується для створення нероз'ємного і нерухомого з'єднання елементів конструкції або деталей. Вона підрозділяється на холодну, гарячу і змішану. В авіабудівельному й авіаремонтному виробництві застосовується холодна клепка. Клепані шви можуть бути виконані з плоско-опуклої або потайної головками заклепок. Для полегшення конструкції ПС створюються нові матеріали на основі композитів. Для полегшення ваги заклепок знайшли застосування титанові сплави. Автоматизується технологія клепки, що вбудовуються в оснащення клепальних автоматів, що багаторазово зменшують трудомісткість, електроємність, металоємність.

Актуальність обраної теми в тому, що кожне пошкодження планера повинно ремонтуватися в мінімальні строки (це пов'язано з постійним нальотом судна) та головне якісним.

Об'єкт дослідження – літаки, що поступають у ремонт з дефектами експлуатаційного походження.

Предмет дослідження – технологічний процес відновлення планера повітряного судна клепанням.

Мета дипломної роботи – аналіз та удосконалення процесів відновлення планера повітряного судна клепанням.

Метод дослідження – відновлення обшивки і силового набору планера літака за допомогою операції клепання та ремонт композиційних матеріалів, які застосовуються в сучасній авіації в якості обшивки.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ПЛАНЕРА ЛІТАКА

1.1 Пошкодження та дефекти елементів конструкції планера

Дефектом є кожна окрема невідповідність стану виробу встановленим вимогам нормативно-технічної документації (ДСТ 16504-81).

Відмова - це стан виробу, при якому він не відповідає хоча б одному із заданих робочих параметрів [3].

Поломка - це стан виробу, при якому в разі виникнення певних дефектів або пошкодження виробу погіршуються його характеристики [3].

Відмови деталей, агрегатів, як правило, пов'язані з виникненням і розвитком різного роду дефектів у процесі їх виробництва та експлуатації. Своєчасне виявлення несправностей і знання їх причин забезпечує надійність деталей машин, механізмів і виробу в цілому [3].

Несправності деталей і вузлів АКПП за походженням поділяються на чотири основні групи: несправності конструкції, виробництва, експлуатації та зберігання.

Основними пошкодженнями та дефектами елементів конструкції планера є: пошкодження, тріщини, вм'ятини, подряпини, деформації, втрата стійкості, знос, корозія, руйнування захисних покриттів. Їх можна класифікувати певним чином і віднести до експлуатаційних і складських дефектів. Експлуатаційні недоліки поділяються на дві основні групи. До першої групи належать природні дефекти, що виникають при тривалому використанні деталей протягом встановленого ресурсу. Друга група експлуатаційних дефектів - це дефекти, що виникають внаслідок порушення встановлених норм експлуатації. До дефектів, що виникають при зберіганні, належать механічні пошкодження, корозія та інші, що виникають на деталях, вузлах і агрегатах внаслідок порушення встановлених норм утримання, зберігання та транспортування.

Залежно від можливості виявлення дефекти поділяють на явні та приховані. До явних дефектів належать дефекти, виявлені під час контролю без використання засобів вимірювальної техніки та методів неруйнівного контролю [3].

Приховані дефекти виявляються за допомогою спеціальних приладів, обладнання для неруйнівного контролю та технічної діагностики. Недоліки, які залежать від застосовності деталі, поділяються на критичні, істотні та несуттєві.

Дефекти, які перешкоджають використанню деталей за призначенням, називають критичними [3].

Істотними недоліками є ті, що суттєво впливають на цільове використання деталей, але не є критичними [3].

Дрібні дефекти практично не впливають на працездатність деталей, але за певних умов можливе їх перетворення в значні та критичні дефекти [3].

1. «Закрилки» - локальна втрата стійкості тонкостінних елементів в зонах стиску при перевантаженнях і нерівномірних посадках (на обтічниках крила, закрилках, бічних стінках мотогондол двигуна). Дефект небезпечний, «клапан» вібрує в польоті, а по його контуру з'являються втомні тріщини, що призводить до випадання або відриву шматка футеровки.

2. Хвилястість накладки викликає ті ж причини в тих же місцях, але при значно більших перевантаженнях це більш серйозний дефект, що супроводжується руйнуванням заклепок, деформацією каркаса, що вимагає складного ремонту.

3. Руйнування захисних покриттів, корозія в багажних відділеннях, туалетах, кухнях, буфетах, батареях. Причина – конденсація вологи, погана вентиляція, дренаж тощо.

4. Механічні пошкодження: подряпини, вм'ятини, вм'ятини. Вони спостерігаються на бічній поверхні фюзеляжу, крилах, оперенні, на нижній стороні закрилків, фюзеляжу і опереннях, на кінцях крил і опереннях.

5. Тріщини в арматурі між отворами для заклепок і від країв пластин у місцях, що піддаються вібрації (капоти, закрилки, закрилки, рулі, елерони,

тримери, газовідводи, деталі гондоли двигуна тощо).

6. Ослаблення клепаних і заклепочно-болтових з'єднань (підвищені навантаження і вібрації, саморозкручування).

7. Потертості в місцях контакту рухомих і нерухомих елементів (закрилки, капоти, крила).

8. Руйнування захисних покриттів біля шлюзів, заливної горловини, колодязів, підходів до фільтрів, зливних кранів (недбале обслуговування, напрацювання).

9. Дірки в обшивці, пошкодження частини рами. Некваліфіковане використання під час роботи інструментів, наземного обладнання та засобів механізації.

Існують певні допуски для всіх пошкоджень шкіри та корозії. Спосіб і технологія усунення дефекту залежить від розміру дефекту. При зберіганні ПС на відкритих стоянках відбувається корозія різьбових з'єднань, кабелів, обкладок у місцях пошкодження захисних покриттів, руйнування ЛФП, сріблення скла, старіння ущільнювачів, гуми тощо.

Характерними дефектами рами приводу (прутків, нервюр, шпангоутів) є деформації (погнуті стрингери, полиці нервюри, лонжеронні стояки, балки перекриттів тощо), тріщини, корозія.

Технічний стан елементів приводу планера визначається візуально шляхом технічних вимірювань і неруйнівного контролю.

Таким чином, затримку заклепки виявляють по темній коронці навколо її головки або по руху шкіри вздовж стрижня під час притискання руки до шкіри біля заклепки. Розміри виступів або западин головок заклепок, глибину вм'ятин і подряпин, глибину вм'ятин і западин або складок на обшивці визначають спеціальними індикаторами зі змінними ніжками.

Діаметри і овальність отворів деталей, що сполучаються, вимірюють спеціальними штангенциркулями, штангенциркулями або індикаторами внутрішніх розмірів. Знімні силові частини, елементи футеровки піддаються дефектації на магнітних та інших дефектоскопах. Нерознімні елементи і деталі

пошкоджуються переносними дефектоскопами. Закриті та важкодоступні місця конструкції відкриті (зшиті) та пошкоджені. Для дефектних деталей і ділянок конструкції найчастіше використовують ультразвуковий, електромагнітний методи контролю, рентгенівський контроль, метод фарбування та ін.

Дефектація або процес контролю технічного стану - один із найвідповідальніших етапів технологічного процесу ремонту. Для виконання дефектації залучаються найбільш досвідчені працівники, які добре знають конструкцію авіаційної техніки, умови її роботи та можливі дефекти кожної деталі, а також досконало володіють методами виявлення дефектів. Крім того, дефектатор повинен знати технологію ремонту деталі та технічні умови на її відбраковування, щоб об'єктивно оцінити стан деталі та призначити технічно правильний та економічний метод ремонту або забракувати деталь. Таким чином, від якості дефектації безпосередньо залежить обсяг робіт з ремонту, якість ремонту та надійність відремонтованої техніки.

Дефектація повинна проводитись у спеціально обладнаних приміщеннях. Робочі місця дефектаторів мають бути добре освітлені, у тому числі додатковими лампами для підсвічування під час огляду деталей. На ділянках, де використовуються точні вимірювальні пристрої, необхідно підтримувати постійну температуру $+20^{\circ}\text{C}$. Виявлені дефекти фіксуються у спеціальних відомостях. Крім того, на деталі та зчленування, що піддаються мікрометричному обміру, заповнюються картки обміру. Відомість дефектації має містити ескіз деталі, у якому спеціальними індексами відзначаються місця, які мають дефекти. У відомості вказано також маршрут дефектації. Щоб уникнути пропуску дефектів, контроль кожного об'єкта (вузла, агрегату, деталі) повинен вестися безперервно і без зміни персоналу.

Після закінчення контролю відомість дефектації та карти обміру є посібником для ремонту. За результатами дефектації всі деталі, вузли та агрегати поділяються на три групи: - що не потребують ремонту та придатні до подальшої експлуатації; - вимагають ремонту; - не підлягають ремонту через його технічну неможливість або економічну недоцільність. 33 Об'єкти третьої

групи позначаються червоною фарбою та направляються до так званого ізолятора шлюбу. Оскільки елементи конструкції авіаційної техніки виготовлені з різних матеріалів, мають різні форми і розміри, працюють у різних умовах, то й дефекти їх можуть мати різний характер. Тому універсального методу, придатного контролю будь-якого матеріалу чи деталі, немає. Серед великої різноманітності видів контролю, що існують в даний час, при технічному обслуговуванні та ремонті найчастіше застосовуються такі методи: оптичні, капілярні, акустичні, з використанням проникаючих випромінювань, магнітні, токовихрвові, а також технічні вимірювання та випробування на міцність та герметичність.

1.2 Конструктивні недоліки та виробничі дефекти

Конструктивні вади. Літаки та авіадвигуни передаються в експлуатацію після заводських, державних та експлуатаційних випробувань. Ці випробування короткострокові й у них бере участь обмежена кількість дослідних зразків. Під час випробувань літаки ретельно пілотуються та обслуговуються висококваліфікованими фахівцями. Тому в процесі випробувань не вдається виявити всі недоліки конструкції. Лише в процесі масової експлуатації літаків та двигунів з'являється можливість виявити усі слабкі місця конструкції виробів авіаційної техніки.

У різноманітних умовах роботи під час експлуатації ЗС фахівцями виявляються ті чи інші конструктивні недоліки, які можуть призвести до виходу авіатехніки з ладу. В результаті в ремонтних органах доводиться не лише ремонтувати літаки та двигуни, а й вирішувати питання щодо доопрацювання конструкцій. Виробничі дефекти.

Початок експлуатації нових типів літаків та двигунів збігається зазвичай із запуском їх у серійне виробництво. Технологічні процеси на серійних заводах відмінні від дослідних заводів. Тут є інші способи заготівлі деталей, прискорені процеси механічної та термічної обробки. Всі ці зміни можуть

спочатку викликати виробничі дефекти, які не спостерігалися на дослідних зразках. Дефектні деталі можуть з'явитися і внаслідок порушення технологічної дисципліни та недостатньо суворого контролю якості на заводах.

Характерними виробничими дефектами деталей літаків та двигунів є невідповідність структури металу внаслідок неправильної технології штампування, зварювання чи термообробки; залишкові напруги в зварних конструкціях внаслідок порушення режиму зварювання; поверхневі тріщини внаслідок неправильних режимів шліфування; відшарування гальванопокриттів в результаті неправильного заточування та заправки шліфувальних кіл тощо. Скорочення кількості виробничих дефектів забезпечується зростанням технічної культури на заводах та підвищенням кваліфікації робітників та інженерно-технічних працівників та суворим дотриманням технологічної дисципліни на виробництві.

1.3 Порушення правил експлуатації

Справність літаків та двигунів значною мірою обумовлюється суворим дотриманням рекомендацій щодо льотної та технічної експлуатації. В результаті не повно проведених оглядів та підготовок літаків до польотів можуть залишитися непоміченими дефекти, що спричиняють відмови виробів АТ. Так, наприклад, достатньо не зашплінтувати або не законтрувати гайку, щоб під впливом вібрацій у польоті вона мимоволі відвернулася, кріплення ослабло і в результаті з'явилася текти олії чи пального.

Недбалий огляд форсунок двигуна або засмічення пального при заправці ведуть до засмічення форсунок, порушення режиму горіння і в результаті обриву лопаток і виходу двигуна з ладу. Порушення правил пілотування (надмірний форсаж двигуна тощо) призводять до перевантажень елементів конструкції. До таких самих результатів призводять грубі посадки. В результаті прискорюється розвиток втомних явищ та вихід конструкції з ладу.

1.4 Система ремонту за фактичним технічним станом

Для всіх перерахованих систем ремонтів характерно, що напрацювання до чергового ремонту (етапу) задається заздалегідь і не пов'язане зі станом конкретного ЛА. При цьому виявляється, що для частини ЛА, які перебували у сприятливих умовах експлуатації, ремонт міг бути виконаний набагато пізніше. Економічно доцільно ремонтувати літак у момент, коли її технічний стан потребує ремонту. Тут є повна аналогія з перевагами та недоліками ресурсу за граничним станом та призначеного ресурсу. Якщо ремонт виконується при напрацюванні, що відповідає деякому граничному стану літака, при якому він вимагає усунення несправностей, то кажуть, що використовується система ремонтів фактичного технічного стану.

Виконання вимог забезпечення високої безпеки польотів за системою ремонтів за фактичним технічним станом є складним технічним завданням. Можливість використання цієї системи ремонтів має бути закладена у процесі конструювання та виготовлення літака, тобто повинні бути забезпечені висока живучість частин літака, висока контролепридатність, легкознімність та взаємозамінність частин.

Висока живучість означає, що дефекти і несправності, що викликаються ними, дуже повільно розвиваються, і тому є достатній час для їх виявлення, перш ніж настане відмова. Висока контролепридатність означає, що його частини можуть бути без загального демонтажу ПС піддані діагностуванню виявлення їх технічного стану.

Для цього мають бути вбудовані діагностичні датчики, прилади для контролю стану ЛА. Наприклад, авіадвигун повинен мати вікна контролю стану роторів і статорів компресора і турбіни, датчики контролю стану підшипників і т.д.

Легкознімність частин дозволяє проводити їхню заміну без загального демонтажу літака. Наприклад, при блокувній конструкції авіадвигуна можлива заміна частин компресора без загального розбирання всього двигуна.

Взаємозамінність частин забезпечує їх заміну без підбору та припасування. Складність конструкції ЛА та його агрегатів призводить до необхідності обмеження набору агрегатів та їх частин, що підлягають ремонту за технічним станом.

Основою для виконання ремонту за технічним станом є не тільки виявлення стану ЛА та його частин без суттєвого обсягу розбирання, а й прогнозування технічного стану ЛА на тривалий термін експлуатації. Це особливо стосується частин ЛА, усунення несправностей яких в умовах експлуатації занадто трудомістке.

Висновок до розділу 1

В даному розділі розглянули основні пошкодження та дефекти елементів конструкції планера, конструктивні недоліки та виробничі дефекти повітряних суден та порушення правил експлуатації планера, що призводить до дефектів останнього.

Основними пошкодженнями та дефектами елементів конструкції планера є: пошкодження, тріщини, вм'ятини, подряпини, деформації, втрата стійкості, знос, корозія, руйнування захисних покриттів. Їх можна класифікувати певним чином і віднести до експлуатаційних і складських дефектів.

Проаналізовано основні системи ремонту за фактичним технічним станом.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНОГО СУДНА КЛЕПАННЯМ

2.1 Класифікація методів клепання

Заклепувальні з'єднання - це нерозбірні з'єднання, які можна отримати при складанні деталей заклепками. Розбирання їх в основному супроводжується руйнуванням деталей з'єднання. Місце з'єднання деталей заклепками є заклепувальний шов [3, с.75].

Заклепувальні з'єднання бувають з напівкруглою головкою, з потайною, з напівпотайною, з циліндричною, і з конічною та з конічною підголовками, розміри яких представлені в стандартах. Крім стандартних заклепувальних з'єднань, використовують спеціальні заклепки, а саме трубчасті, вибухові та інші заклепувальні з'єднання.

За призначенням заклепувальні шви поділяються на міцні шви, від яких потрібна лише механічна міцність, і міцнощільні шви, від яких крім механічної міцності необхідна герметичність заклепувальних сполук [5, с.108].

Заклепки виконують із сталі та міді, латуні та алюмінію, а також інших сплавів, які досить пластичні для формування головок.

При виборі матеріалів заклепувальних сполук бажано, щоб коефіцієнти лінійного розширення заклепок і деталей, що з'єднуються, були рівними для уникнення температурних напруг. У заклепувальних сполуках не варто використовувати поєднання різнорідних матеріалів, які утворюють гальванічні пари для уникнення появи гальванічних та швидко руйнівних сполук струмів. З цієї причини використовують для з'єднання мідних деталей мідні заклепки, для алюмінієвих деталей - алюмінієві та ін. В даний період заклепувальні сполуки використовують:

1) у конструкціях, які сприймають значні вібраційні та ударні навантаження при високих вимогах до надійності даних з'єднань;

2) при виготовленні конструкцій з матеріалів, що не зварюються, наприклад, дюралюмінію, текстоліту та ін;

3) у з'єднаннях остаточно оброблених деталей, у яких використання зварювання неприпустимо у зв'язку з коробленням при нагріванні та ін.

На якість заклепувального шва впливають правильний вибір величини заклепок та розташування їх по довжині з'єднань.

Основним критерієм працездатності заклепувальних сполук є міцність, при цьому при розрахунках передбачається, що напруга в перерізах розподілена досить рівномірно [4, с.218].

В основному заклепувальні сполуки навантажені силами, які діють паралельно площині контакту деталей, що з'єднуються, у зв'язку з цим руйнування заклепувальних сполук може відбутися в результаті наступних причин:

1) зрізу заклепок під дією дотичних напруг,

2) зминання отворів деталей, що з'єднуються, і заклепок під дією сил, які викликають напруження зминання, в результаті чого осі заклепок перекошуються - позацентрове розтягування і відрив головок від стрижня,

3) розриву деталі, що з'єднується по перерізу, ослабленому отворами під заклепки,

4) зрізу деталей, що з'єднуються, за двома перерізами та ін.

У результаті заклепувального з'єднання стрижень заклепки осідає, тобто коротшає або збільшується в діаметрі, в результаті матеріал цієї сполуки заповнює отвір.

Сила тертя, що виникає між склепанними деталями, у розрахунку на міцність не враховується. Заклепувальні конструкції в основному складаються з таких видів деталей, як ферми зі стрижнів, які працюють на розтягування або стиск, на поздовжній вигин, балки та стійки.

Для кожного з цих видів деталей використовують певні перевірені досвідом методи розрахунку та конструкції заклепувальних сполук. Стрижні при заклепувальних сполуках з'єднуються у вузлових точках шляхом косинок.

Стрижні, які працюють на стиск, виготовляються з профілів з малою площею перерізу та великим моментом інерції, а саме з косинців, двотаврів та швелерів.

Залежно від розташування використовують цілісні стрижні, які складаються з таврового, двотаврового або швелерного профілів.

Можуть використовуватися складові стрижні з двох профілів, а саме кутового, двотаврового, таврового або швелерного, які з'єднані суцільним рядом сполучних заклепок, включаючи складені, які виготовлені з двох або кількох цільних стрижнів, які взаємно пов'язані накладками та косинками.

Заклепувальне з'єднання як нероз'ємне з'єднання деталей шляхом заклепок, застосовується в основному для скріплення листового та профільного прокату. Заклепувальні сполуки здійснюють внахлестку, встик з однією накладкою і встик з двома накладками [1, с.45].

Заклепувальні з'єднання витісняють зварні та клейові з'єднання, в основному за рахунок економічності. До появи зварювання заклепувальні з'єднання були основними в металоконструкціях мостів і підйомних кранів, виконуючи роль силових і міцних з'єднань, котлів, як силові щільні або міцнощільні з'єднання, резервуарів малого тиску, як щільні з'єднання та ін. не допускають нагрівання матеріалів, тонкостінних деталей з листового матеріалу, в літакобудуванні, при виготовленні кузовів автобусів та ін., у сильно навантажених з'єднаннях, які функціонують в умовах ударного навантаження та вібрацій.

Переваги заклепувальних сполук полягають у наступному:

1. Високий рівень надійності заклепувальних з'єднань.
2. Зручність та надійність контролю якості шва заклепувальних з'єднань.
3. Висока опірність ударним і вібраційним навантаженням.

Недоліки заклепувальних сполук полягають у наступному:

1. Висока вартість, оскільки процес отримання шва заклепувальних з'єднань складається з великої кількості операцій, а саме розмітки, продавлювання або свердління отворів, нагрівання заклепок, їх закладки,

клепки, вимагає використання дорогого обладнання, а саме верстатів, пресів, клепальних машин та ін.

2. Велика витрата матеріалу, оскільки через ослаблення деталей отворами під заклепки потрібно розширення площі перерізів. Крім цього, потреба використання накладок та інших додаткових складових призводить до підвищення витрат матеріалу заклепувальних сполук [2, с.62].

Таким чином, заклепувальне з'єднання є нероз'ємним з'єднанням деталей за допомогою заклепок. Заклепувальні з'єднання використовуються в конструкціях, які функціонують в умовах ударних і вібраційних навантажень, при невеликих товщинах деталей, що з'єднуються, з метою скріплення деталей з різноманітних матеріалів, деталей з незварюваних і не допускають нагрівання матеріалів. Заклепувальні сполуки витісняються більш економічними сполуками, а саме звареними та клейовими сполуками.

Для з'єднання конструкцій із алюмінієвих сплавів використовуються заклепки зі спеціальних алюмінієвих сплавів. При температурі експлуатації до 100 ° С для виготовлення заклепок використовують сплави:

- В65 - для з'єднання деталей з алюмінієвих сплавів високої та середньої міцності (В95, Д16, ...);

-Д 18П - для з'єднання деталей із алюмінієвих сплавів середньої міцності (Д16, АК,...);

- АМг5П - для з'єднання деталей із алюмінієвих сплавів низької міцності (АЛ, АМг, АМц, ...).

При температурі експлуатації до 250°С використовують заклепки зі сплаву Д19П.

Застосування сталевих заклепок для отримання високоресурних конструкцій з алюмінієвих сплавів дуже небажано, так як при осадженні стрижня заклепки в процесі замикання головки більш міцний матеріал заклепки розриває поверхню отвору в деталі і призводить до появи мікротріщин, що різко знижують довговічність з'єднання. З цієї ж причини обмежено (до 8...10%) застосування ударного способу утворення замикаючої головки та

застосування заклепок з алюмінієвих сплавів великого (більше 8 мм) діаметра. У цих випадках доцільно використовувати болтове з'єднання.

Заклепки з напівкруглою головкою застосовують для ручного клепання, з плоскою головкою – для клепки на клепальних пресах. Ці заклепки дозволяють створити більш технологічне, міцне та дешеве з'єднання, ніж при використанні потайних заклепок.

Для силових швів, що не знаходяться на зовнішній поверхні літака, найкращими є заклепки із напівкруглою (рис. 2.1 а) та плоскою (рис. 2.1 б) заставними головками.

Для основної частини зовнішньої поверхні літака застосовують потаємні заклепки з конусністю заставної головки 90° (рис.2.1 в) та 120° (рис.2.1 г).

Заклепка вимагає "впотай" додаткової точної операції - зенковки отвори під заставну головку. При цьому западання головки неприпустимо, а виступання над поверхнею деталі має перевищувати 0,1 мм.

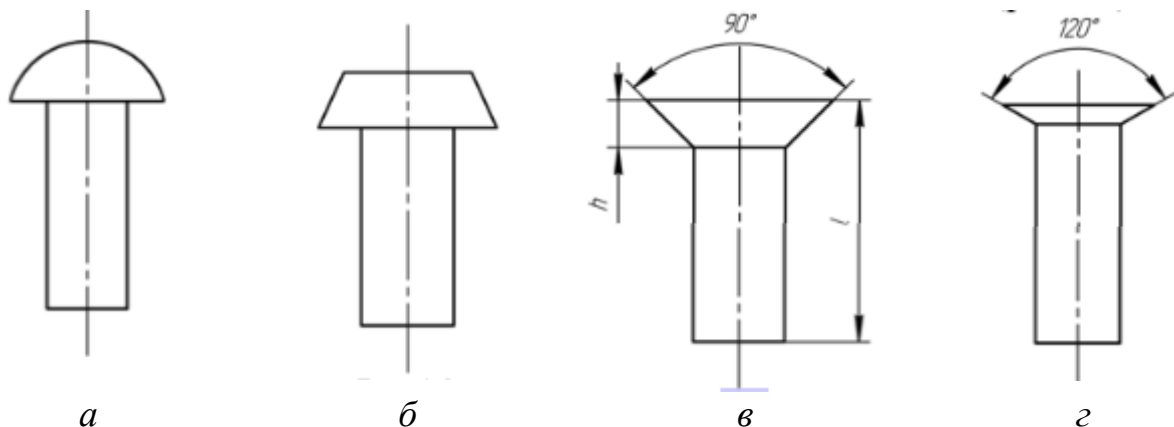
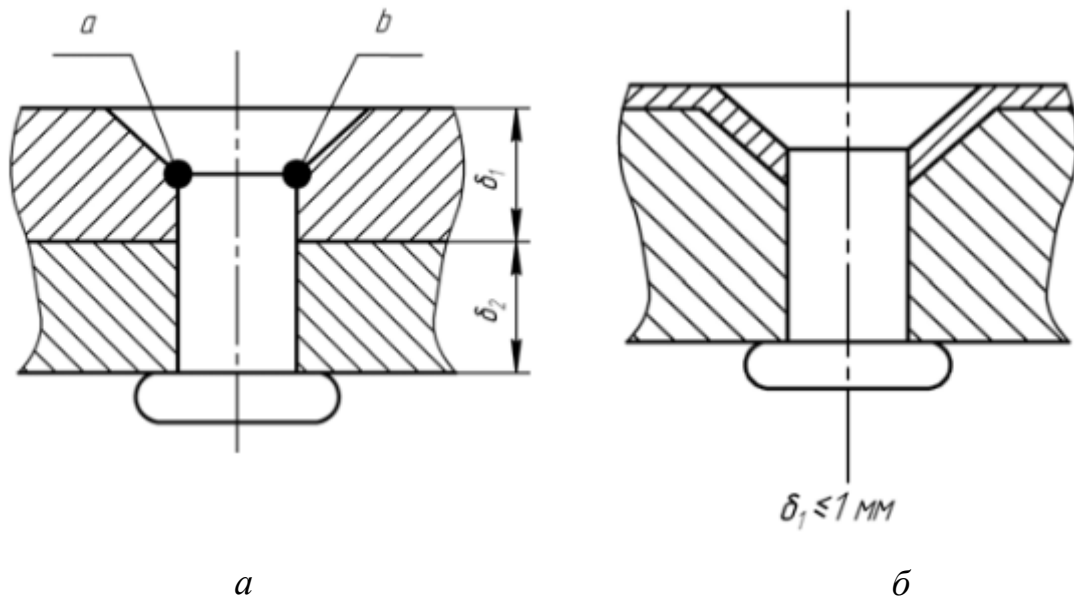


Рисунок 2.1 – Типи заклепок

Істотний недолік такого з'єднання - концентрація напруги в точках *a* і *b* (рис. 2.2 а) і, як наслідок, зниження ресурсу з'єднання. Тому заклепки підбирають так, щоб висота заставної головки була меншою за товщину листа (рис.2.2 а), тобто. для товстих обшивок використовують заклепки з конусністю заставної головки 90° , для більш тонких обшивок – заклепки конусного типу 120° .

Для кріплення листів товщиною менше 1 мм можна застосувати

підштампування обшивки (рис.2.2 б).



a – загальна схема

б - підштампування обшивки

Рисунок 2.2 - Заклепка "впотай"

Такий варіант істотно розвантажує заклепку від зусиль, але ще складніше у виробництві і дорожче.

Якщо вимоги аеродинаміки не дуже жорсткі, можна використовувати заклепки з плоско-опуклою заставною головою (рис. 2.3).

Підвищити витривалість та герметичність з'єднання можна, створивши хороший радіальний натяг у зоні переходу заставної головки у стрижень та збільшивши стяжку пакета. Виникають у місці контакту з'єднаних листів сили тертя істотно розвантажують заклепки від зусиль, що зрізають. Досягти цих ефектів можна, застосовуючи заклепки з компенсатором (рис. 2.4).



Рисунок 2.3 - Заклепки з плоско-опуклою заставною головою

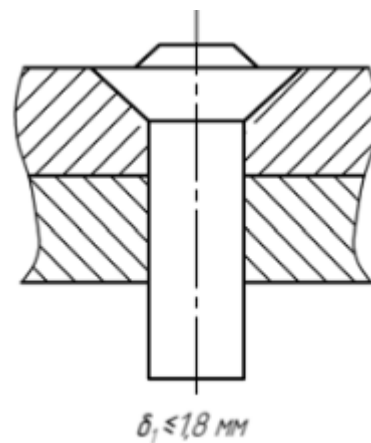
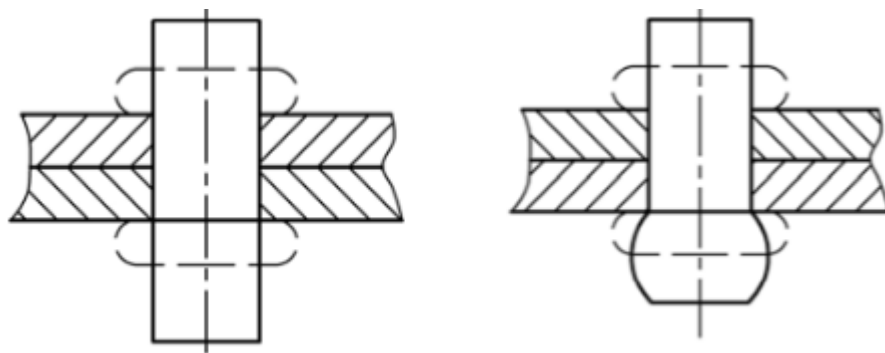


Рисунок 2.4 - Заклепки з компенсатором

Максимального ефекту можна досягти, використовуючи заклепку стрижнями (рис. 2.5 а). У цьому випадку замикаючі головки утворюються з двох сторін, стяжка пакета і радіальний натяг зростають, довговічність з'єднання збільшується в 7...10 разів у порівнянні з традиційними заклепками. Однак для отримання якісного з'єднання стрижень в отворі має бути дуже точно виставлений, тому клебка може виконуватися лише на спеціальних автоматичних пресах.

*a**б*

a – заклепка-стрижень; *б* – універсальна заклепка

Рисунок 2.5 – Види заклепок

Для ручної пресової клепки застосовують так звані універсальні заклепки, що є стрижнем, частково обложеним з одного кінця (рис. 2.5 б).

Для клепки з одного боку застосовують заклепки із сердечником (рис. 2.6 а) та інші спеціальні види заклепок. Для отримання високонавантажених швів використовують заклепки з високим опором зрізу, титанові або сталеві болт – заклепки (рис. 2.6 б) та інші види кріплення, повну інформацію про які можна знайти у відповідних ОСТах.

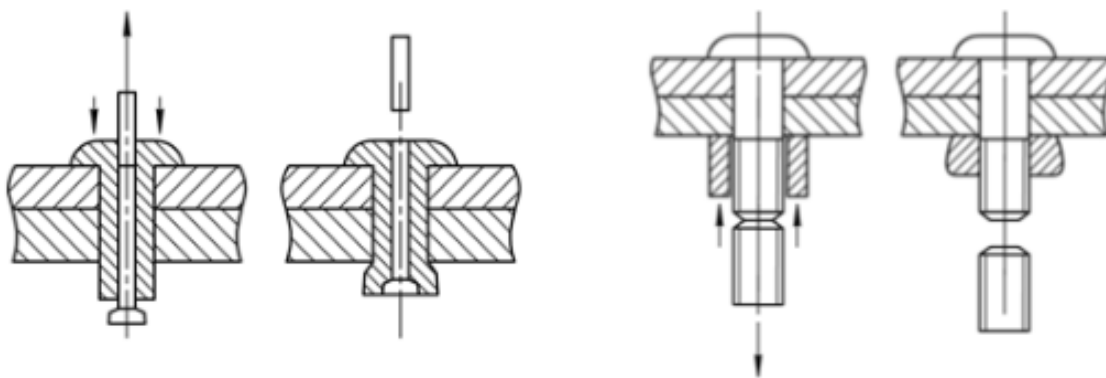
*a**б*

Рисунок 2.6 - Спеціальні види заклепок

2.2 Способи утворення отворів і гнізд під заклепки

Технологічний процес виготовлення заклепкових з'єднань складається з ряду послідовно виконуваних операцій. Процес починається з виготовлення отворів для заклепок. Розташування отворів у шві, розмір і якість поверхні отвору багато в чому визначають показники міцності і трудомісткість клепаного шва.

Отвори в шві розташовують згідно з кресленням і технічними умовами на вузли і агрегати. Діаметри отворів, їх допуски і чистота поверхні отворів залежать від типу заклепки.

У звичайних стрижневих заклепках отвір робиться шляхом пробивання або свердління. Для заклепок з великим зсувом використовуються три типи введення стрижня в отвір; після свердління отвори зенкерують, розширюють або витягують.

Так само обробляються отвори під заклепкові гайки і звичайні гвинти. Спосіб виконання отворів істотно впливає на міцність заклепкових з'єднань при статичних, повторюваних статичних і вібраційних навантаженнях.

Характер розподілу зусиль на заклепках залежить від механічних властивостей і товщини з'єднуваних елементів, характеру розташування силових точок у шві, технологічного процесу з'єднання, а також збігу отворів у з'єднанні елементи.

Отвори для точок живлення в з'єднувальних елементах можна просвердлити окремо для кожної деталі або одночасно для всіх з'єднувальних листів, тобто пучка. Залежно від способу формування отворів, фурнітури і оснащення змінюється точність розподілу силових точок по ступенях і рядах. Наприклад, при одночасному свердлінні пачки отвори у всіх листах добре підходять, при окремому свердлінні отвори можна вирівняти тільки за допомогою однакових високоточних дротів, або при наступному розтягуванні стику або розгортанні пачки. Навіть незначна розбіжність отворів або хвилястість одного з листів, що з'єднуються, призводить до нерівномірної

роботи точок живлення і зниження міцності з'єднання.

На рис. 2.7 показані два найбільш типові випадки розбіжності отворів в листах, що з'єднуються.

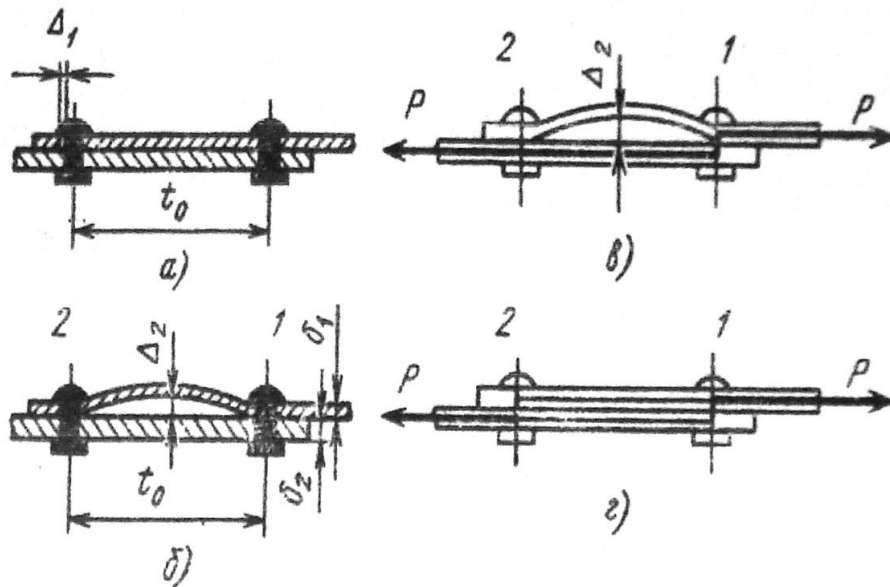


Рисунок 2.7 - Навантаження заклепок у шві

Хвилястість одного з аркушів (див. рис., б) приводить до того, що при навантаженні з'єднання навантаження першого листа (δ_1) передається (див. рис., в) на другий лист (δ_2) через силову точку (заклепку) 1. Це продовжується доти, поки перший лист (δ_1) не випрямиться або не знищиться зазор Δ_1 , (рис., а), після чого в роботу вступить силова точка 2 (див.рис., г). Момент включення в роботу силової точки 2, а також початкове навантаження на точку 1 залежать від прогину Δ_2 (або зазору Δ_1) і міцності листів.

Значні зазори і хвилястість листів можуть привести до того, що силова точка 1 буде зрізана, перш ніж у роботу вступить силова точка 2. Щоб не допустити цього, необхідно визначити припустимий зазор Δ_1 виходячи з умов роботи точки 1 (у пружній області) на зминання і листа (δ_2) на розтягання на довжині t_0 , тобто

$$\Delta_1 \leq \Delta_{зм} - \Delta L$$

$$\text{або } \Delta_1 \leq \Delta L - \Delta_{зм}$$

у залежність від того, що більше - Δz або ΔL . Δz - зсув від зминання листа (δ_2) і силової точки 1; ΔL - подовження листа (δ_2) на ділянці t_0 .

2.3 Схема процесу ударної клепки

Сьогодні в авіаційній промисловості на зміну клепальним машинам прийшли ручні пневматичні клепальні молотки або стаціонарні клепально-ударні молотки.

У процесі клепки (рис. 2.8) панель 1 з'єднується ударом прихованими заклепками з ребром 2. Заклепка вставляється з боку обшивки, притискається до опори 3 і заклепується пневматичним клепальним молотком 4. Один працівник тримає опору, інший клепальний молоток і керує його роботою. При включенні молотка поршень 8 переміщається всередині циліндра 7 молотка і вдаряється по виїмці 6, осаджуючи стрижень заклепки 5.

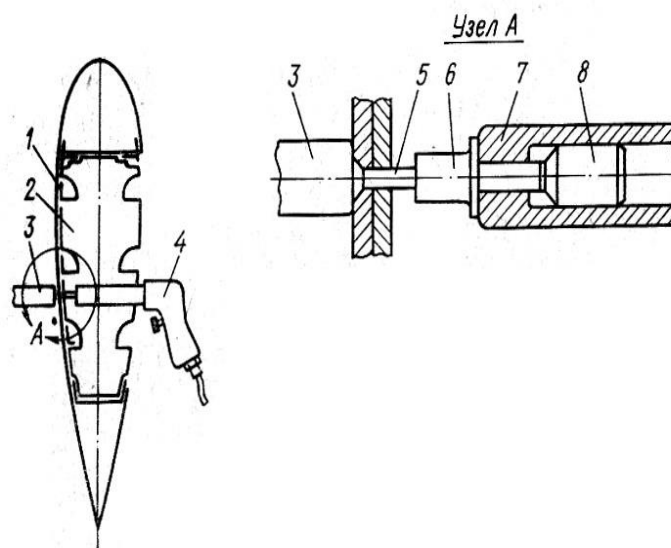


Рисунок 2.8 - Утворення замикаючої головки заклепки ударом

Після формування головки заклепки, що замикається, спостерігається збільшення діаметра стрижня заклепки, внаслідок чого не тільки заповнюється отвір, а й збільшується діаметр. В результаті збільшення діаметра стрижня зміцнюється матеріал деталей, що з'єднуються, що призводить до збільшення міцності і терміну служби з'єднань. Діаметр стрижня заклепки деформується нерівномірно по товщині заклепуваного пакета. Стрижень отримує конусність

2-7%; верхівка конуса звернена до бічної частини головки селезінки. Нерівномірна деформація стержня заклепки призводить до спотворення форми з'єднаних деталей.

Коли фіксуючі головки розміщені з одного боку щодо з'єднувального пакета, деталі деформуються в бік положення фіксуючих головок. Тому рекомендується, де це можливо, розташовувати фіксуючі та фіксуючі головки окремо з обох сторін, що значно зменшує загальну односторонню деформацію клепаних частин. При клепці упаковки, що складається з матеріалів різних марок або однієї марки, але різної товщини, розмістіть закриваючу головку з боку частини твердого матеріалу та сторони товстого листа однакової твердості.

Заклепки повинні відповідати вимогам, зазначеним у технічних умовах.

Поверхня заклепок повинна бути гладкою, чистою, без тріщин, розшарувань, ямок, лусочок, пухирів, корозії та інших дефектів.

За розмірами і допусками заклепки повинні відповідати вимогам відповідних стандартів на заклепки. Стержні заклепок повинні бути прямими і круглими в поперечному перерізі.

На головках заклепок допускаються тріщини внаслідок неповного затягування головки.

2.4 Застосування заклепок з композиційних матеріалів

Зовнішність авіаційних конструкцій - це, по суті, компроміс між вимогами, що пред'являються до авіаконструкцій, та існуючими технічними можливостями.

Вимоги умовно можна розділити на три складові: безпека, екологія (включаючи комфорт), технічна та економічна ефективність.

Технічні можливості, в першу чергу, визначаються властивостями конструкційних матеріалів, технологією виробництва авіаконструкцій з них, рівнем проектування та особливо їх сполуками в конструкціях планера при

застосуванні полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) [7].

При проектуванні літаків, при застосуванні КМ вирішується завдання мінімізації габаритів і маси конструкції при забезпеченні заданих ТТХ у складних умовах експлуатації та бойового застосування.

Застосування полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) на основі вуглеволокна - один з ефективних засобів зниження маси конструкції, через їх переваги за питомою міцністю та жорсткістю з традиційними матеріалами.

Удосконалення міцнісних, деформаційних, теплофізичних характеристик вуглепластиків та підвищення їх теплостійкості дасть можливість використовувати їх не тільки в слабо- та середньо навантажених конструкціях літаків (засоби механізації крила, гальмівні щитки, залізи тощо), а й високонавантажених агрегатах типу крил, ЗГО, ПГО, ВО.

Зниження маси при застосуванні ПКМ, таких елементів конструкції, як крило, фюзеляж, оперення, а також можливості надання їм більш раціональних аеродинамічних форм при проектуванні знижує потрібну тягу двигунів, а отже, і масу силової установки.

Зниження маси конструкції крила, фюзеляжу, оперення, силової установки призводить, у свою чергу, до зниження маси шасі та маси палива, яке має бути розміщене на ЛА для забезпечення заданої дальності польоту, а це знову ж таки дасть можливість знизити вихідну масу конструкції ЛА (масу крила, фюзеляжу, оперення) та його розмірність.

В результаті такого «каскадного» ефекту маса ЛА з новими розмірами буде значно меншою, ніж при простій заміні звичайних матеріалів (традиційних) у конструкції ЛА на ПКМ (тобто при його модернізації) [6].

Це значно підвищує бойову чи транспортну ефективність повітряних суден.

Разом про те, за більш ніж 45-річного періоду експлуатації ЛА з композитами (з 1969 р.) [15] виявлено та його недоліки проти традиційними (металевими) авіаційними матеріалами.

До основних технологічних недоліків при виробництві та ремонті

агрегатів, вузлів, деталей із ПКМ слід віднести:

1. Недостатня міцність композитних конструкцій при застосуванні кріплення з традиційних матеріалів (стрижневих заклепок напівпустотілих заклепок, заклепок з витяжним сердечником, гайкопістонів, заклепок високого опору зрізу з Al-сплавів та легованих сталей).

Міцність найбільш поширених клепанних, болтових, гвинтових з'єднань металевих кріпильних елементів значно перевершує міцність авіаційних конструкцій із композитів. Через невисоку міцність останніх на змінання і зріз може бути зведений на «ні» весь вигравш в масі від застосування в конструкції композитів при встановленні металевого кріплення.

2. Висока чутливість до дотримання технологічної дисципліни в процесі збирання та ремонту агрегатів планера, виконаних із ПКМ.

Дослідження технологічних процесів збирання та ремонту агрегатів планера з ПКМ, візуальний та інструментальний контроль матеріалу в місцях, де встановлені традиційні кріпильні елементи (болт-заклепки, заклепки типу ЗВСС, заклепки з витяжним сердечником, вибухові заклепки, гайкопістони з традиційних матеріалів - сталі, сплавів) і алюмінію) показують, що навколо них виникають зовнішні та під поверхневі ушкодження у вигляді тріщин та сколів [12] (рис. 2.8).

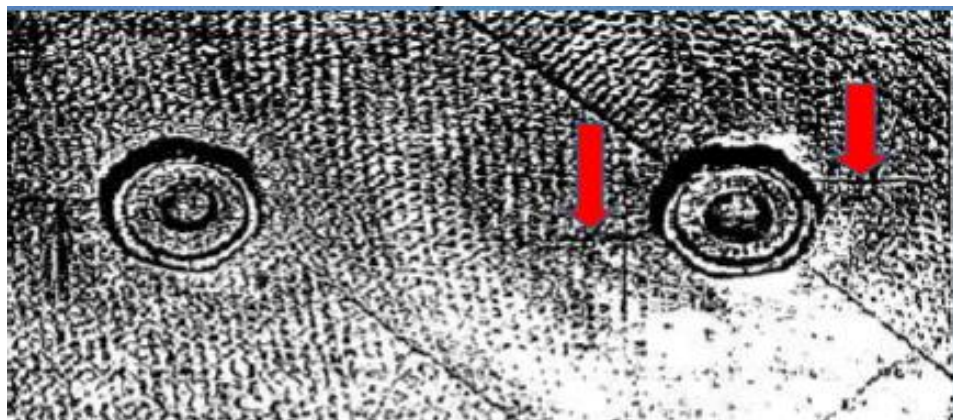


Рисунок 2.8 - Технологічні дефекти (тріщини) при постановці заклепок ЗВСС (матеріал 30ХГСА) в авіаційну конструкцію з вуглекомполімеру

Дослідження показують, що навіть при ненаголошеній заклепці, в результаті обтиснення металевих кріпильних елементів, в районі отвору конструкції з композиту спостерігається його руйнування. Останнє істотно впливає на характеристики міцності з'єднання в цілому і є неприпустимим.

Ударний метод клепок для авіаційних конструкцій з композитів при виробництві та ремонті взагалі не прийнятний через те, що призводить до появи великої кількості дефектів, що впливають на міцність заклепувальних сполук через руйнування сполучного композиту. Необхідно врахувати, що крім руйнування власне матеріалу спостерігаються розтріскування та відколи лакофарбових покриттів, що, у свою чергу, сприятиме виникненню електрохімічної корозії.

До основних експлуатаційних недоліків авіаційних конструкцій із композитів крім ремонтпридатності слід віднести:

2. Низька ударна стійкість полімерних композиційних матеріалів на відміну високої ударної в'язкості традиційних авіаційних сплавів (сплавів з Al і Ti).

Проблематичність цього явища полягає в тому, що ударні ушкодження, які завжди мають місце при технічній експлуатації, не можуть бути виявлені візуально у вуглекомполімерному матеріалі.

Для виявлення цих дефектів та оцінки їх зростання при циклічному навантаженні потрібне застосування високочутливих, дорогих приладів дефектоскопічного контролю (ДАМІ – 309, тепловізорів – неруйнівного контролю за допомогою інфрачервоного випромінювання та ін.) [15].

3. Низька корозійна стійкість металевих кріплень у композитних авіаційних конструкціях, виготовлених із вуглекомполімеру [14].

Відомо, що вуглекомполімер на основі графіту є крайнім елементом у гальванічній послідовності (рис. 2.9).

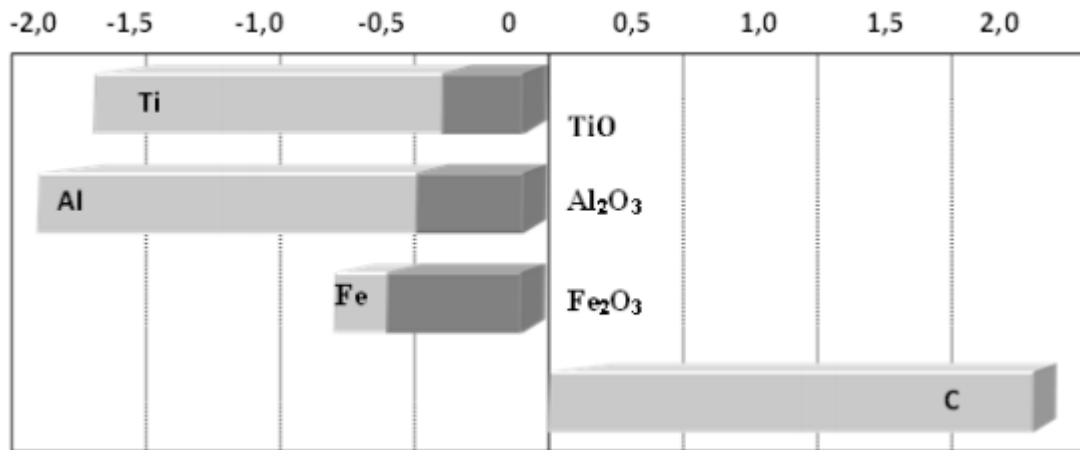


Рисунок 2.9 - Ряд напруг

Це означає, що він сам дуже стійкий проти корозії, але створює електрохімічний потенціал, який призводить до корозії менш інертні метали, що знаходяться з ним у безпосередньому контакті (рис. 2.10).

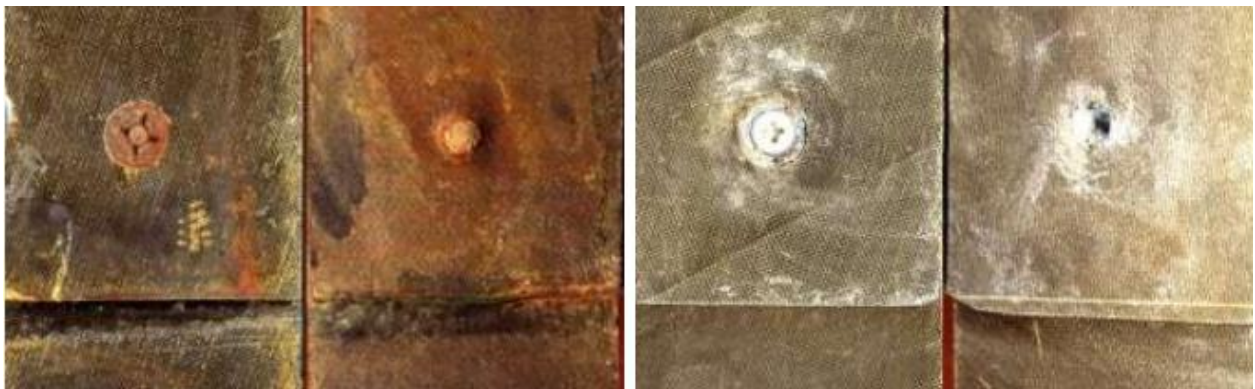


Рисунок 2.10 -. Корозія металевого кріплення (заклепка типу ЗВСС (матеріал 30ХГСА) та заклепка типу гайкопістон (матеріал В65)) у вуглекомполімерних авіаційних конструкціях

Ця проблема полягає в тому, що, як було встановлено, найдорожчим технологічним процесом при технічній експлуатації та ремонті повітряних суден є видалення та заміна прокорродованих або ослаблених металевих кріпильних елементів у композитних конструкціях. Ці капіталовкладення домінують незалежно від того, чи є літак військовим чи цивільним.

В даний час з метою боротьби з електрохімічною корозією при складанні агрегатів з ПКМ у місцях їх з'єднання використовуються антикорозійні покриття, а також встановлюються елементи кріплення зі сталі, сплавів титану і алюмінію, що, у свою чергу, не може не позначитися на показниках маси і вартості ЛА.

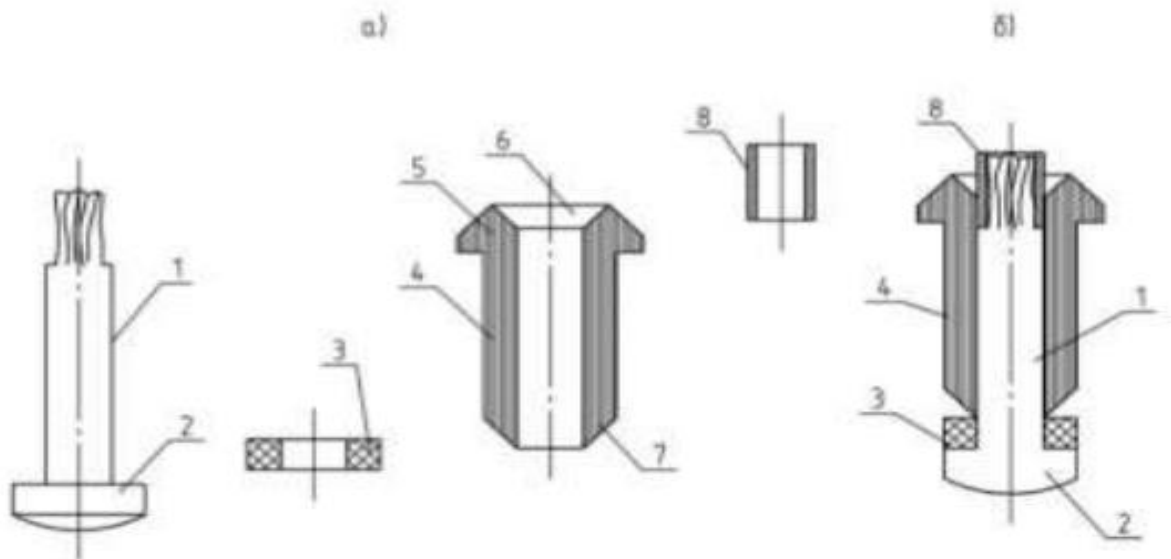
У зв'язку з цим виникають питання щодо необхідності вжиття заходів, що зменшують або послаблюють подібні явища, оскільки в іншому випадку це може призвести до наслідків, пов'язаних із ослабленням силової схеми авіаційних конструкцій із композитів.

Підвищити ремонтпридатність композитних авіаційних конструкцій можна, застосувавши нові елементи кріплення, виготовлені з ПКМ.

Недоліками заклепки та способу отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання, представлених у роботі [18] є низька надійність заклепувального з'єднання, що обумовлено тим, що після видалення фторопластової обичайки зі стрижня, між стрижнем і внутрішньою поверхнею оболонки у вигляді втулки з неотверженого препрега утворюється міцність заклепки та заклепувального з'єднання в цілому. При цьому можливим недоліком є низька технологічність заклепувального шва, обумовлена тим, що оболонка у вигляді втулки в момент постачання виробу знаходиться в нетвердому (неполімеризованому) стані.

Недоліком зазначеного способу є низька технологічність заклепувального шва, обумовлена тим, що оболонка у вигляді втулки в момент поставки знаходиться в нетвердому (неполімеризованому) стані.

Технічним результатом винаходу є підвищення технологічності одержання нероз'ємного заклепувального з'єднання деталей з ПКМ за відсутності двостороннього підходу (одночасно до заставної та замикаючої голівок) до заклепувального шва (рис. 2.11).



- а): 1 - стрижень заклепки; 2 – циліндрична головка;
 3 - кільце з тканинного рівноміцного неотвердженого препрега КМУ - 7ТР; 5 - заставна головка корпусу заклепки; 4 – втулка корпусу заклепки;
 6 - прозенкований отвір заставної головки; 7 – конус нижньої частини втулки корпусу; 8 - фторопластова обичайка;
- (б) - заклепка в зборі

Рисунок 2.11 - Перспективне спеціальне заклепування (ескізний проект) з одностороннім підходом до ділянки, що ремонтується

Це є результатом того, що корпус заклепки у вигляді втулки із заставною головкою в момент поставки знаходиться у затвердженому стані. Зазначений технічний результат досягається тим, що заклепування, що складається з стрижня, виконаного з полімерного композиційного матеріалу з волокнами, орієнтованими вздовж осі стрижня, з циліндричною головкою на одному кінці і неотверженою верхньою частиною стрижня на іншому кінці встановлена в корпус, виконаний спорідненого з'єднуваним деталям композиційного матеріалу і що складається з циліндричних співвісних заставної головки та втулки. При цьому заставна головка прозенкована, а нижня частина втулки виконана на конус.

Між циліндричною головкою заклепки і нижньою частиною втулки корпусу встановлено кільце з нетвердої тканини. При цьому довжина втулки корпусу дорівнює товщині деталей, що з'єднуються, а конус нижньої частини втулки корпусу знаходиться під деталями, що з'єднуються на товщину кільця. Зовнішній діаметр втулки корпусу дорівнює діаметру циліндричної головки заклепки, а внутрішній діаметру стрижня. Зовнішній діаметр кільця дорівнює зовнішньому діаметру втулки, при цьому тільки на нетверду верхню частину стрижня встановлена фторопластова обичайка.

Підвищення технологічності одержання нероз'ємного заклепувального з'єднання деталей з ПКМ за відсутності двостороннього підходу (одночасно до заставної та замикаючої голівок) до заклепкового шва полягає в тому, що корпус заклепки у вигляді втулки із заставною головкою в момент поставки знаходиться у затверденому стані.

Висновок до розділу 2

Проаналізовано способи утворення отворів і гнізд під заклепки, схеми процесу ударної клепки та особливості застосування заклепок з композиційних матеріалів.

Визначено, що заклепувальні з'єднання є нероз'ємним з'єднанням деталей за допомогою заклепок. Заклепувальні з'єднання використовуються в конструкціях, які функціонують в умовах ударних і вібраційних навантажень, при невеликих товщинах деталей, що з'єднуються, з метою скріплення деталей з різноманітних матеріалів, деталей з незварюваних і не допускають нагрівання матеріалів. Заклепувальні сполуки витісняються більш економічними сполуками, а саме звареними та клейовими сполуками

РОЗДІЛ 3.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНОГО СУДНА КЛЕПАННЯМ

3.1 Технологічний процес відновлення силових елементів планера

Типові технологічні процеси ремонту планера повинні відповідати таким вимогам:

1. забезпечення експлуатаційної надійності продукції.
2. збереження міцності і твердості конструкції.
3. забезпечення необхідної герметичності в необхідних відсіках або контейнерах.
4. підтримка або зміна в прийнятних межах аеродинамічних, геометричних і вагових властивостей.
5. забезпечення мінімальних витрат на ремонт.
6. забезпечення мінімальної тривалості ремонту.
7. створення безпечних умов для проведення ремонту.

Процес відновлення елементів конструкції планера складається з наступних етапів: підготовка відремонтованого елемента або його секції; відновлення несправного елемента або його ділянки; контроль повноти та якості робіт.

Підготовка включає наступні роботи: розмітку, видалення дефектного елемента або його частини (за наслідками дефекту), обробку кромки.

Реставація відбувається без або з видаленням дефектного виробу або його частини. При цьому ви можете встановити відновлений або новий елемент (сторінку). Новий елемент (розташування) можна отримати зі складу або виготовити на заводі ЦА. Етап реконструкції може включати роботи в такому порядку:

- а) якщо немає потреби у видаленні елемента (ділянки): металообробка та

механічна обробка, обробка олово-дюралюміній, відновлення антикорозійного покриття, огляд;

б) при заміні на новий елемент (профіль): розмітка, видалення несправного елемента (профілю), обробка кромки та антикорозійна обробка, отримання нового елемента (профілю) зі складу, складання на місці, складання нового елемента (секція), антикорозійна обробка, перевірка ;

в) при заміні з виготовленням елемента (ділянки) замість отримання нового елемента проводяться: розмітка, заготівка, виготовлення, термообробка, антикорозійна обробка, контроль. Потім виконуються роботи, вказані в п. «б».

Слюсарно-механічна обробка та жестяно-дюралюмінієві роботи включають зачистку корозії, засвердлення тріщин, заміну окремих заклепок (болтів, гвинтів), видалення забоїн, подряпин, правку, обробку кромки напилком, шабером і т.п.

Відновлення антикорозійного покриття передбачає нанесення ґрунту, ЛФП або інших захисних речовин на місця їх пошкодження і на знов виготовлені елементи (ділянки). Розмітка виконується відповідно до затвердженого креслення або ескізу. Елемент або його ділянка видаляється у такій послідовності: видалення деталей з'єднання (висвердлювання заклепок, вивертання болтів, гвинтів); вирізка або від'єднання елемента (ділянки).

Підготовка включає вибір відповідного або замінного матеріалу, розмітку і вирізання з матеріалу елемента (перерізу) необхідної конфігурації і форми, обробку кромки. Виготовлення полягає в наданні об'єкту форми і розмірів за кресленням або ескізом з необхідним свердлінням контрольних отворів або всіх отворів зі зменшеним діаметром. Виконуємо термообробку елемента (поверхні) згідно з кресленням, ескізом та відповідною інструкцією або технологією.

Монтаж на місці пов'язаний із збереженням аеродинамічних, геометричних форм, міцності, розмірів і властивостей під час складання елемента (на місці). Збірка включає заповнення отворів під заклепки (болти або шурупи) до необхідних розмірів і кріплення елемента (профілю) з'єднувальними деталями. Антикорозійний захист елемента (ділянки) після

ремонту необхідний для того, щоб захистити поверхні, пошкоджені під час монтажу та складання.

Контроль включає перевірку повноти та якості всього вищезазначеного мити.

При заміні клепанних елементів або їх ділянок необхідно видалити раніше стоячі заклепки в наступному порядку:

- забивання в центр закладної головки при створенні опори опорою зі зворотного боку;
- свердління головки закладної заклепки (діаметр свердла менше діаметра стержня заклепки на інший розмір за каталогом) на її висоту строго по осі стержня;
- відведення сидячої голови з підборіддям;
- пробивання бруска з блокуючою головкою заклепки з підборіддям на 0,2 мм менше діаметра отвору;
- виправлення краю отвору та зони заклепки. При установці нових елементів за старими отворами в тонкостінних елементах або профілях (особливо в обшивках) відповідні отвори просвердлюються до наступного діаметру заклепок згідно каталогу.

Видалення дефектних ділянок силових елементів залежить від розмірів, конфігурації, взаємного розташування, зручності підходів, товщини і міцності матеріалів. Завжди слід дотримуватися заходів безпеки, щоб не пошкодити конструкцію.

3. Видалення може виконуватися наступними способами:

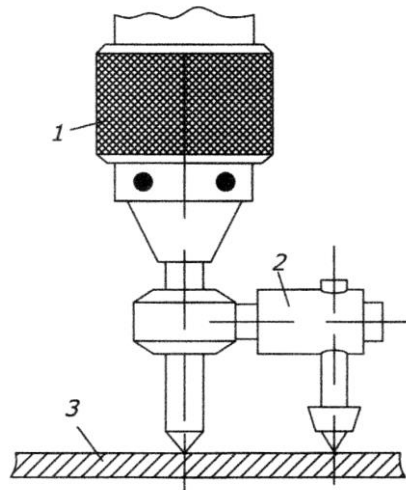
1. Вирізка за допомогою ножиць при товщині матеріалу до 1 мм.
2. Вирізка прямолінійних ділянок за допомогою ручного різача або круглих ділянок за допомогою пневматичного циркульного різача при товщині матеріалу до 1,5 мм.

3. Пневматична (електрична) вирізка за допомогою дискових ($d = 60...70$ мм) або циліндричних ($d = 4...5$ мм) фрез при товщині матеріалу 1,5...2,0 мм.

4. Видалення прямокутних ділянок обшивки, профілів, труб за

допомогою пневмоножовки при товщині матеріалу до 4 мм.

5. Висвердлювання за допомогою багаторазових свердлень отворів при великій товщині матеріалу і при будь-якій конфігурації вирізу.



1 – пневмодріль; 2 – різак; 3 – обшивка

Рисунок 3.1 - Вирізка ділянки обшивки пневматичним різак

6. Зняття прямокутних ділянок футеровок, профілів, труб, особливо сталевих або титанових, відрізними абразивними (карбундовими) дисками (діаметром до 150 мм, товщиною до 4 мм) на бакелітовому або вулканітовому зв'язуючому, закріпленому в пневматичному патроні [4].

Категорично забороняється використовувати газове або електродугове різання для видалення частин конструкції, щоб уникнути термічного впливу та істотної зміни міцнісних характеристик суміжних елементів і деталей [4].

Розмічаючи контури різку, їх слід розташовувати на відстані від отворів для заклепок (болтів, гвинтів) не менше ніж на два діаметри деталей, що з'єднуються. Щоб зменшити вплив концентрації напружень під час різання, слід прагнути до плавних переходів контурів. У вирізі неприпустимі вм'ятини, подряпини і загрози, які можуть стати концентраторами напруг і призвести до появи тріщин і пошкоджень. При знятті всього елемента облицювального листа досить зняти заклепки його кріплення (або відкрутити болти, шурупи). Усі

зрізані кромки ретельно випрямляють і обробляють напилком для видалення задирок [4].

Виготовлення за шаблонами здійснюється складної геометричної форми з одинарною або подвійною кривизною ремонтваного елемента або його поперечного перерізу. Завдяки простій геометричній формі виготовлення здійснюється відповідно до маркування. Виготовлені елементи або поверхні адаптуються до місця складання. Для цього на кромках елемента або перерізу при виготовленні надають припуск на матеріал [4]. Отвори під заклепки (болти, шурупи) розмічають одним із способів: через старі отвори в елементах, що залишилися; за розмірами подібних конструкцій; за шаблонами; за кресленнями або ескізами.

Перший спосіб розмітки характерний для відкритих підходів до наявних шурфів. У таких випадках розмітка здійснюється через ці отвори. Додатково, згідно з розміткою, свердяться отвори трохи меншого діаметру, ніж потрібно, елемент або секція скріплюється кріпленнями; висвердлюються отвори до необхідних розмірів і в них встановлюються кріплення. Якщо можливо, отвори просвердлюються позаду старих отворів, на одній лінії з трубопроводом. У таких випадках розмітка не потрібна, а зусилля при свердлінні зменшується на 30%.

Для відповідальних деталей свердлення іноді ведеться за шаблоном. Особлива ретельність розмітки необхідна при одночасній заміні двох і більш елементів (ділянок) в одному з'єднанні. В цьому випадку виконується розмітка отворів під фіксатори у всіх замінюваних частинах і отворів у верхньому елементі, зручному для свердлення. Потім складений пакет встановлюється на фіксатори, свердяться отвори по верхньому елементу і встановлюються деталі кріплення. Розмітку і свердлення отворів можна вести послідовно та по черзі в кожному елементі, а потім тільки скріпляти їх деталями з'єднання. Розмітку отворів можна вести також за старими отворами за допомогою спеціального кернера. Після свердлення отворів необхідно зенкером зняти заусенці по краях отворів.

При виготовленні нових елементів (ділянок) часто вимагається провести згинання листового матеріалу або профілів. Щоб уникнути появи тріщин при згинанні, необхідно вибирати мінімально допустимі радіуси вигинів (за довідником). Згинання виконується вручну і на верстатах. Вручну гнуться деталі малих розмірів. Дюралюмініові листи та профілі гнуть у відпаленому або свіжозагартованому стані.

Виконуємо термообробку та антикорозійне покриття відповідно до чинних технологій та інструкцій. Нові або виготовлені елементи та поверхні адаптуються до місця розташування. При цьому за основу зазвичай беруть довгу кромку, складову частину або просвердлені отвори. Найзручнішим способом підгонки з'єднувальних елементів є з'єднання їх один з одним при збігу отворів. Потім в отвори вставляються дюбеля або кріплення. Після такої збірки перевіряють збіг кромки і отворів, щільність прилягання, збіг необхідної кривизни поверхні і підганяють змонтовані елементи в місці їх з'єднання.

Ремонтні заклепки мають нестандартний розмір і часто мають діаметр, що дорівнює половині суми двох діаметрів заклепок, зазначених поруч у таблиці ДСТУ, але виготовлені з однакового матеріалу та однаково оброблені. Використовуються при ремонті елементів живлення планера ЛА, враховуючи те, що отвори, просвердлені на заводі, незначно збільшилися після зриву заклепки та внаслідок незначного зносу під час мікропереміщень компонентів, зібраного пакету деталей під час АТ. операція. Зазвичай додаткове свердління не використовується, оскільки під час свердління видаляється шар армованого металу, що сприяє збільшенню статичної міцності.

Під час роботи АТ окремі заклепки і заклепкові з'єднання послаблюються. Ослаблені заклепки - затягніть. Затягування заклепок підвищує довговічність заклепкового з'єднання. Дослідження показали, що при затягуванні заклепок на мм статична міцність збільшується в 4,5 ... 4,7 рази в порівнянні з з'єднаннями, де заклепки не затягувалися. Подальше затягування не дає ефекту через значне затвердіння металу по краю отвору і появу мікротріщин. Виходячи з цього, рекомендується підтягнути ослаблені заклепки, зменшити висоту закладної

голівки на 0,20 ... 0,35 мм додатковою заклепкою.

При цьому відновлюється щільність посадки заклепкового стрижня в отворі, чим забезпечується статична витривалість заклепкового з'єднання.

Якщо при підтягуванні заклепок послаблення посадки не усувається, їх необхідно замінити. Але перед постановкою нових заклепок розсвердлювати отвори під наступний розмір діаметра не треба, бо при розсвердлюванні отворів видаляється нагартований в період експлуатації шар металу, який забезпечує високу витривалість заклепкового з'єднання. В ці отвори необхідно ставить заклепки, що мають ремонтні розміри.

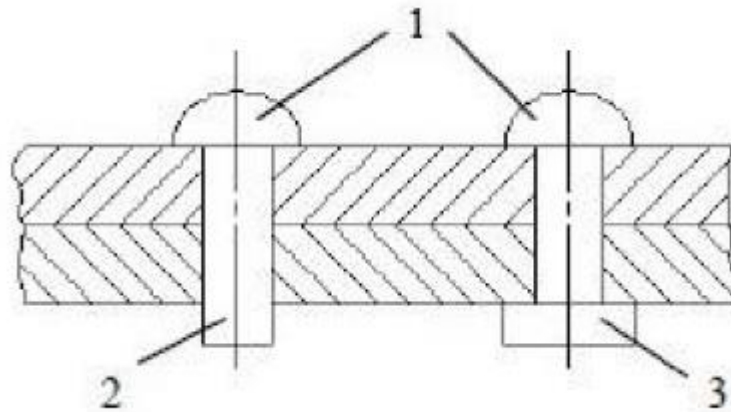
3.2 Ремонт планера клепою

Планер включає фюзеляж, крило, оперення, керма, елерони, закрилки, елементи механізації крила, двері, люки, стулки відсіків шасі, капоти, гондоли двигунів і т.п. Елементи планера складаються із силового каркасу та обшивки, з'єднаних між собою за допомогою клепок, зварювання, болтів та гвинтів. Деякі панелі планера сучасних літаків виготовлені шляхом хімічного фрезерування, тобто. в них каркас і обшивка є єдиним цілим. Основним видом з'єднання деталей планера є заклепувальні з'єднання. Кількість заклепок на сучасному важкому літаку може досягати півтора – двох мільйонів штук. Клепою називається процес отримання нероз'ємного з'єднання окремих деталей та вузлів заклепками. Основним елементом заклепувального з'єднання (рис. 9.1) є заклепка, що складається із заставної голівки та стрижня, що утворюються при виготовленні заклепки, і замикаючої

Для з'єднання елементів конструкції, розташованих усередині планера, застосовуються стрижневі заклепки з опуклими заставними голівками, а для з'єднання обшивки з елементами силового каркаса - заклепки з потайними голівками (рис. 3.2). У конструкції планера застосовуються заклепки з алюмінієвих сплавів і сталей. Для визначення марки матеріалу, з якого виготовлена заклепка, на заставній голівці наносяться маркувальні знаки –

опуклі або поглиблені крапки, хрестики тощо. Вибір матеріалу заклепок головним чином визначається матеріалом деталей, що склепуються.

головки, що отримується в процесі деформування стрижня заклепки.



1 – заставна головка; 2 – стрижень; 3 - замикаюча головка

Рисунок 3.2 - Елементи заклепки

Дефекти планера виникають у польотах під впливом різноманітних навантажень, при зльотах, посадках, і навіть землі під впливом довілля чи за порушення правил технічного обслуговування. Характерними дефектами елементів планера є руйнування та тріщини, втрата стійкості обшивки, ослаблення та випадання заклепок, пошкодження захисних покриттів та корозія, подряпини, вибоїни та вм'ятини. Способи ремонту планера залежать від характеру дефектів, їх розмірів та розташування. Однак у всіх випадках в результаті ремонту має бути відновлено початкову міцність конструкції. При незначних розмірах дефектів можливий ремонт без встановлення додаткових посилюючих елементів.

Так поодинокі тріщини для запобігання їх подальшому розвитку засвердлюються по кінцях, незначна деформація обшивки та каркаса може усунутись правкою, ослаблені заклепки “підтягуються” додатковим розклепуванням. У разі серйозніших дефектів проводиться ремонт постановкою підсилювальних накладок, повною або частковою заміною несправних елементів. Усі роботи з ремонту планера обов'язково реєструються у формулярі

силових елементів літака.

Ремонт за допомогою клепок складається з наступних етапів: підготовка елемента або ділянки, що ремонтується, складання та клепка, контроль якості роботи. Підготовка полягає у видаленні несправних елементів або їх частин, виготовленні та припасуванні нових елементів і деталей посилення, розмітці та свердлінні отворів під заклепки, утворенні гнізд під головки потайних заклепок, обробці кромek отворів. При заміні окремих елементів або частин планера необхідно попередньо видалити заклепки, що стояли раніше. Нові деталі виготовляються із того ж матеріалу, що й віддалені.

Для збереження аеродинамічних якостей літака ремонтні деталі повинні ретельно підганятися за місцем віддалених. Розмітка отворів під заклепки проводиться за старими отворами в елементах конструкції, що збереглися, або за допомогою лінійок або шаблонів. Потім виконується кернівка за допомогою керна та молотка.

Для отримання отворів під заклепки після розмітки та кернівки виконується свердління та зняття задирок з кромek отворів. При ремонті планера літака найчастіше застосовується ударна клепка, що виконується за допомогою пневматичних ручних клепальних молотків. Натяжка листів, що виконується перед клепкою, є дуже важливою операцією, тому що при цьому досягаються висока міцність заклепувального з'єднання та гладка зовнішня поверхня.

Ця операція вимагає застосування спеціального інструменту - натяжки та значного часу на натяжку та заміну натяжки обтисканням. У випадках, коли є вільний двосторонній підхід до місця ремонту, доцільно застосування пресової клепок. Пресове кліпання виконується за допомогою спеціальних пресів. Цей вид клепок має низку переваг перед ударною клепкою. Пресова клепка забезпечує кращу якість поверхні елементів, що з'єднуються, велику міцність заклепувальних сполук, підвищення продуктивності і поліпшення умов праці, завдяки відсутності шуму і вібрації, що виникають при роботі пневматичними молотками.

Пресова клепка створює гарне та рівномірне заповнення отворів по всіх заклепках, що забезпечує більш високу витривалість заклепувальних сполук при дії повторних навантажень. Якість клепки практично не залежить від індивідуальних особливостей робітника. Продуктивність праці при пресовій клепці підвищується як за рахунок вивільнення підручного робітника, так і за рахунок того, що сам процес утворення замикаючої головки відбувається значно швидше.

При ремонті планера можуть застосовуватися ручні преси з пневматичним, гідравлічним та пневмогідравлічним приводом (рис. 9.3). У зв'язку з тим, що ці преси мають значні розміри, а підходи до багатьох зон планера під час ремонту утруднені, можливості застосування пресової клепки при ремонті обмежені.

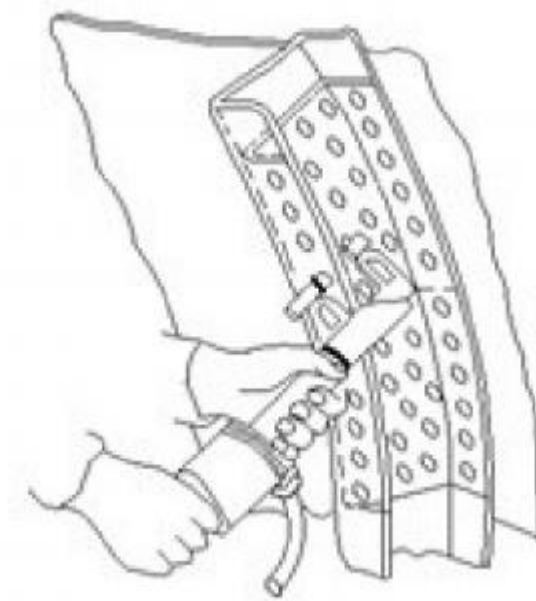


Рисунок 3.3 - Застосування ручного пневмоважільного преса під час ремонту шпангоуту

При ремонті планера часто зустрічаються такі місця, підхід до яких зсередини агрегату відсутнє і застосування клепальних молотків та пресів неможливо. Для виконання клепальних робіт у місцях, які мають двостороннього підходу, застосовуються спеціальні типи заклепок, замикаюча

головка яких може бути утворена без застосування підтримки: вибухові, гайки-пістони, заклепки з сердечником та ін.

Контроль якості ремонту клепокою, крім зовнішнього огляду, включає вибіркочну перевірку геометрії замикаючих головок заклепок (рис. 3.4), перевірку величини виступу заставних головок потайних заклепок, контроль обводів агрегату в зоні ремонту за допомогою шаблонів.

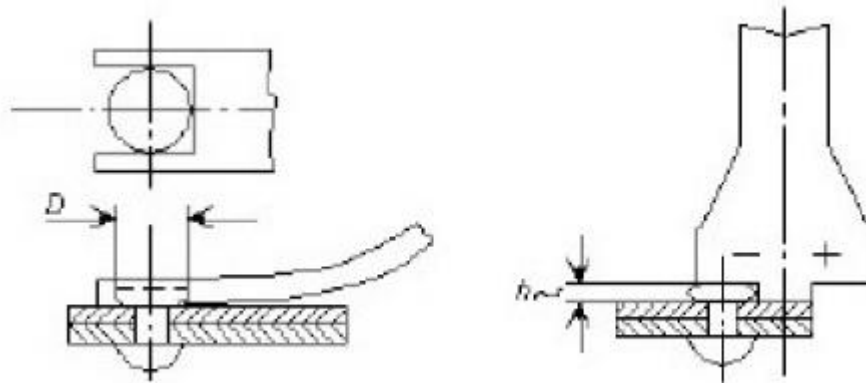


Рисунок 3.4 - Контроль розмірів замикаючих головок заклепок за допомогою шаблонів

3.3 Ремонт герметичних відсіків планера

Герметизація заклепувальних швів при виготовленні та ремонті планера виконується наступними способами (рис. 3.4): внутрішньошовна герметизація, при якій герметик наноситься між поверхнями, що стикаються, з'єднаних деталей; поверхнева герметизація, при якій герметик наноситься поверх деталей, що з'єднуються з боку дії надлишкового тиску газу або розміщення рідини; комбінована герметизація, при якій герметик наноситься як між деталями, що з'єднуються, так і на зовнішні їх поверхні.

Герметики, що використовуються при виготовленні та ремонті планера, застосовуються у вигляді готових плівок, стрічок, паст, розчинів або виготовляються з кількох компонентів. Рідкі герметики наносять у кілька шарів за допомогою шприца, пензлем або поливом.

Пастоподібні герметики наносяться за допомогою шпательів. Поверхні, на

які наноситься герметик, попередньо повинні протирати ганчіркою або серветками, змоченими в бензині, і потім після сушіння остаточно протираються серветками, змоченими в бензині або ацетоні. Перед нанесенням герметика наноситься підшар (наприклад, клей 88). Перевірка герметичності відремонтованих з'єднань проводиться через 10-15 годин після сушіння останнього шару герметика.

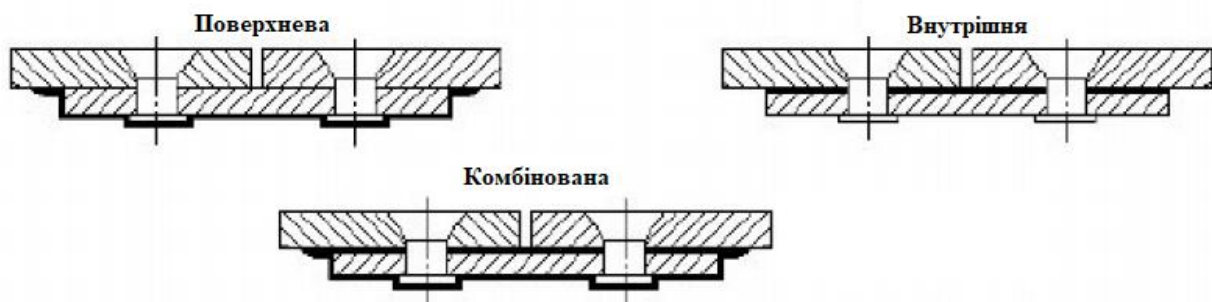


Рисунок 3.4 - Схеми герметизації заклепувальних з'єднань

Місцевий контроль на герметичність проводиться за допомогою вакуумного пристрою, яке виготовляється з плексиглаза у вигляді напівсфери. По краю напівсфери приклеєна гумова прокладка, що забезпечує щільне притискання пристосування до обшивки при відкачуванні з напівсфери повітря. Попередньо на контрольовану ділянку наноситься мильний розчин. Негерметичність виявляється за появою бульбашок.

3.4 Ремонт обшивки клепаанням

При ремонті обшивки планера літака доводиться усувати такі характерні дефекти, як ослаблення заклепок, хвилястість, тріщини, пробоїни, вм'ятини. В окремих випадках при значних ушкодженнях замінюють аркуші (панелі) або частини аркушів обшивки.

Ослаблення заклепок найчастіше зустрічається у місцях потайної клепки, особливо там, де клепка виконана із зенкуванням гнізда під заклепку. Ступінь ослаблення заклепок та необхідність їх підтяжки встановлюються за такими

зовнішніми ознаками, як задимлення заклепок, утворення віночка закладної головки, перекіс та ін. Ремонт обшивки з ослабленими заклепками полягає в їх підтяжці із застосуванням звичайних методів клепки. Підтяжку заклепок виробляють на 04-6 мм.

При клепці звичайними заклепками можливі такі дефекти:

- підсікання матеріалу деталі з боку заставної головки (причина: обтискання з молотком встановлені не під прямим кутом; велика лунка обтискання);

- скошена замикаюча головка (причина: при ударному клепанні робоча поверхня підтримки встановлена не паралельно деталі; при пресовому клепанні скошена робоча поверхня інструменту);

- Зміщена замикаюча головка (причина: довжина заклепки не відповідає товщині пакета);

- стрижень заклепки розклепаний між деталями, що з'єднуються (причина: деталі, що з'єднуються, погано стиснуті; наявність сторонніх предметів між деталями, що з'єднуються);

- висота замикаючої головки менше мінімального розміру, обумовленого документацією (причина: мала довжина заклепки; отвір під заклепку більше необхідного);

- замикаюча головка не відповідає розмірам, наведеним у документації (причина: заклепка заклепана або не заклепана);

- неправильна форма замикаючої головки (причина: мала потужність клепального молотка; недостатня маса підпірки);

- потайна головка виступає над поверхнею упаковки більше, ніж дозволено (причина: гніздо з поглибленою головкою менше необхідного розміру; висота вбудованої головки заклепки перевищує допустимий розмір);

- зазор між з'єднаним пакетом і головкою вкладиша заклепки (причина: під час клепання помічник занадто сильно притиснув опорою кінець заклепки; діаметр отвору менший, ніж передбачено технологічною документацією);

- сидяча голова виступає над поверхнею шкіри з одного боку (причина:

сидіння для сидячої голови не кругле, має ексцентриситет); - нещільне прилягання головки вкладиша до поверхні сидіння (причина: глибина сидіння більша за необхідну);

- пошкодження шкіри вздовж заклепувальних швів (причина: занадто велика потужність заклепувального молотка; неузгоджена робота заклепувального інструменту та помічника);

- поппери на шкірі (причина: недотримання порядку розміщення заклепок;

- недостатня кількість встановлених технологічних кріплень.

При з'єднанні деталей порожнистими заклепками, заклепками з сердечником і заклепками з високим опором зсуву існують певні недоліки та їх причини.

Результати випробувань механічних властивостей зразків з різними дефектами клепаки свідчать про зниження міцності на розрив до 30% при малій товщині головки вставки та зусилля зсуву до 15% за наявності зазору в пакеті деталей.

Хвилястість (згортання) обшивки зазвичай відбувається в клітці, утвореній стрингерами, ребрами, шпангоутами та іншими силовими елементами рами. Причиною цього дефекту є втрата стійкості оболонки внаслідок деформації конструкції внаслідок великих перевантажень у польоті або нерівномірної посадки. При невеликій кількості складок (або «попперів») шкіра укріплена закріпленими зсередини куточками. Якщо шкіра стає нестабільною на великій площі, вона повністю замінюється в одній або кількох клітинах.

Тріщини в обшивці довжиною до 50 мм свердлять на кінцях свердлом 2 мм, щоб запобігти їх подальшому розвитку. Зсередини приклепують арматурну шайбу, яка повинна закривати торці щілин на 25 мм. Для отворів розміром до 15 мм в шкірі вирізають круглий або овальний отвір, видаляючи деформовані (порвані) краї отвору; армуюча підкладка приклепана з внутрішньої сторони. Зовнішня поверхня обшивки заповнюється клеєм ВК-9, а після висихання

поверхня фарбується.

Ремонт обшивки з тріщинами більше 50 мм або пробоїнами більше 15 мм при відсутності пошкоджень опорної рами включає наступні операції:

- розрізання дефектної ділянки шкіри по рівному прямокутному контуру із заокругленими кутами, круглої або овальної форми; при цьому для заклепного шва необхідно залишити частину старої шкіри на відстані не менше 25 мм від частини каркаса;

- виконання і розклепування з внутрішньої сторони опорної поверхні у вигляді суцільної підкладки або розрізної підкладки, що перекриває вирізане в шкірі вікно на 20 мм;

- виготовлення, підганяння по контуру вирізу та приклепування заливної вставки (вставки) до опорної поверхні.

Накладки (несучі елементи) зазвичай склепають звичайними заклепками.

Клепка накладок-заповнювачів при відсутності двостороннього підходу до місця клепки здійснюється за допомогою ВВ, дюбелів та інших спеціальних заклепок. Іноді використовують гвинти з потайною головкою і анкерні гайки. Матеріал заклепок підбирають згідно з таблицями.

Заклеювання вм'ятин на шкірі пастою для заповнення. Вм'ятини на обшивці дюралюмінію дозвукових літаків і вертольотів глибиною не більше 1 см і площею до 100 см². можна герметизувати спеціальною пастою на основі епоксидної смоли. Таким способом рекомендується закладати не менше трьох вм'ятин на 1 м².

З місця пошкодження, включаючи ділянку в межах 20 мм від вм'ятини, видалити старий лак за допомогою засобу для зняття АFT-1, SD або суміші 30% розчинника R-5 і 70% бензину В-70. Поверхню вм'ятини очищають, знежирюють бензином БР-1 або ацетоном і просушують 30 хв. Пасту наносять на пошкоджену ділянку і розгладжують шпателем врівень зі шкірою. Після застигання пасти її поверхню зачищають наждачним папером №16 - і фарбують.

Проведено ремонт полиць нервюр і хвостового стрингера, які мають

тріщини встановлення арматурних накладок. Торці щілин висвердлюються. Виготовляються накладки з Д16АТ товщиною 0,4 - 0,6 мм і перед заклепкою промазати клеєм ПУ-2. Покриття (відрив) обшивки від нервюри або стрингера по довжині не більше 60% довжини з'єднання усувають заклепкою з перемичкою не менше 6 мм і кроком 20 мм. з'єднувані поверхні необхідно знежирити і промазати клеєм ПУ-2. Під час заклепування переконайтеся, що антипригарна зона перекриває заклепкове з'єднання щонайменше на 10 мм з кожного боку.

У разі затримки або пошкодження гумові носові вкладиші замінюють. Для цього дефектну ділянку обшивки видаляють, місце склеювання зачищають і наносять на нього шар клею К-153. Встановлена на місце накладка згортається валиком і притискається під певним тиском. Для затвердіння клею проводиться двоетапний процес нагрівання: спочатку протягом 12 годин при 15 °С, потім протягом години при 75 °С.

3.5 Ремонт лонжеронів

При відновленні лонжеронів виконуються такі види робіт:

- встановлення арматури (обшивки, профілю, обшивки) при ремонті лонжеронної полиці;
- заміна частини прогонової стіни та встановлення арматури – обшивки;
- встановлення арматури (накладки) при ремонті прогонової стіни.

При необхідності частину палиці можна вирізати, а замість неї підготувати і встановити нову вставку. Між отворами для деталей кріплення робиться виріз. Матеріал вкладки та її термічна обробка повинні збігатися з матеріалом лонжерона. Підбирається і підганяється куточок і накладка для з'єднання і армування. Щоб уникнути спотворення зовнішньої форми, необхідно точно підганяти облицювання і перевіряти збіжність площин пробною лінійкою [4].

При реконструкції прогонової стіни пошкоджену ділянку видаляють,

монтують вставку (заповнювач), яка наклеюється безпосередньо на саму стіну або через накладки по одній з кожного боку. У першому випадку на внутрішньоматкової спіралі робиться надріз (невеликий).

При втраті стійкості (наявності «клапа») стіну оновлюють (залежно від розміру пошкодженої ділянки) армуванням без вирізу або з вирізом «клапан». При установці арматури (вкладки, кришки) діаметр заклепок (болтів, шурупів) зазвичай збільшується до наступного розміру за каталогом. Але допускається встановлення заклепок (болтів, гвинтів) того ж діаметру, що й раніше встановлена, після ретельної перевірки (відсутності овальності та збільшення діаметра отворів). Водночас якість зняття заклепок потребує ретельного контролю [4]. На транспортних літаках лонжерони і оперення крил балкові, склеєні з поясів і стінок. Пояси балок виготовляються з пресованих або катаних дюралюмінієвих профілів (Д16-т або В95) змінної довжини і площі поперечного перерізу. Борт лонжеронів виготовлений з дюралюмінію В95 або Д16-Т.

Прогони є основними міцними елементами конструкції, які сприймають значну частину згинального моменту та зусилля зсуву. До ремонту пошкоджених лонжеронів слід підходити максимально уважно. Креслення і розрахунки на міцність для ремонту балок, особливо в зонах навантаження, необхідно погоджувати з ВКБ.

У практиці ремонту аварійних літаків зустрічаються такі пошкодження лонжеронів крила: часткове руйнування фланця лонжеронного пояса; руйнування пояса по всьому перетину; прогин ремня; локальна деформація фланця пояса; деформація стінки лонжерона. У більшості випадків при пошкодженні лонжерона пошкоджується і стінка лонжерона.

При частковому пошкодженні одного з фланців лонжеронного пояса ремонт полиці полягає в установці одностороннього підсилювального кутника, встановлення кутника з зовнішньою накладкою або встановлення однієї внутрішньої накладки.

Ремонт стрічкової полиці монтажем куточка проводиться при відносно

невеликих пошкодженнях полиці, напр. у разі відриву полиці від краю полиці на довжину, що не перевищує 25% ширини полиці. Матеріал полки в районі тріщини плавно підбирається шаром і при необхідності підганяється. Посилення полиці накладкою проводиться в разі глибокої подряпини або вдавнення на полиці.

У разі руйнування фланця балки по всьому перетину пошкоджену ділянку пояса вирізають, а на його місце кріплять вкладиш або нову торцеву ділянку пояса. Вставка або торцева частина стрічки виконана з профілю такого ж змінного перерізу, як і стрічка. Вкладиш кріпиться до секцій пояса з інтервалом не більше 0,5 мм. З'єднання секцій стрічки виконується аналогічно послідовному з'єднанню або з використанням куточків і заглушок або тільки з'єднувальних куточків. Куточки і заглушки прикладів виготовляються з матеріалу ЗОХСА або Д16-Т.

Деформовані пояси балки не є рівними, за винятком незначної деформації фланця в кінцевій, незначно навантаженій секції. Вирізають ділянку полки або всю смугу в зоні локальних деформацій. У разі помітного довгого прогину ремня, напр. відхилення вгору нижнього лонжерона крила від удару шасі при нерівній посадці, заміна пошкодженої ділянки ремня або всієї ділянки ремня до послідовного роз'єму або всього вузла.

З'єднання лонжеронних поясів передбачають на відстані 300 мм ближче до точки зіткнення великих зосереджених навантажень, наприклад, від точки кріплення опори шасі, точки підвіски елеронів і т. д. У разі пошкодження верхній і нижній пояси лонжеронів, пояси розрізані на різні ділянки на відстані не менше 200 мм один від одного. Якщо лонжеронний ремінь утворений двома кутами, то верхній компресійний ремінь розрізають в одну секцію для обох кутів. Кути нижнього пояса, який працює на розтягування, краще зрізати різними ділянками, віддаленими один від одного на відстані більше 100 мм.

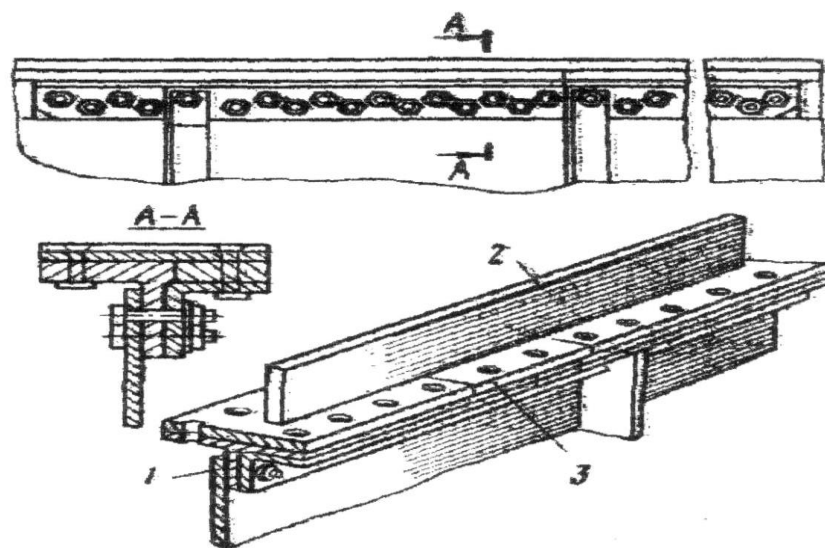
Відповідно до технічних умов не допускається свердлити тріщину в лонжеронних поясах і залишати її навіть у разі посилення пояса накладкою.

Деформація у вигляді «хлопка» відносно тонкої стінки лонжерона

(товщиною до 2,5 мм), виготовленої з матеріалу Д16-Т, усувається розрізанням стінки по гребню хвилі з наступним виправленням і зачищенням краю зрізу. Торці зрізу свердлять свердлом діаметром 8-10 мм і ставлять арматурну прокладку.

У разі більшої деформації, але не більше $2/3$ висоти стіни, пошкоджену ділянку стіни вирізають. У виріз встановлюється вставка тієї ж товщини, що і стіна, точно підігнана по її контуру, і закладається арматурна прокладка. Якщо розмір вирізу в стіні не перевищує відстані між сусідніми стінними стійками і виріз знаходиться на достатній відстані від пояса, вставка не встановлюється.

Якщо деформація стінки розташована біля пояса, склеєного з двох кутів, і відстань від краю вирізу не дозволяє встановити необхідну кількість заклепок для кріплення накладки, то накладку зазвичай обрізають на товщину вертикальної полицки пояса і кріпиться до цієї полицки.



1 – кутник; 2 – перевірочна лінійка; 3 – вкладка

Рисунок 3.5 - Приклад типового відновлення лонжерона з частковим пошкодженням полиці

При ремонті подвійної стінки лонжерона пошкодження зрізають в обох

стінках. Посилення стін виконується шляхом розміщення зовнішніх накладок на обидві стіни. Між стінками встановлюється дюралюмінієвий вкладиш товщиною, що дорівнює загальній товщині стінок. З'єднання накладок з поясом зазвичай здійснюється за допомогою болтів, а з'єднання накладок зі стіною і вставкою - за допомогою заклепок.

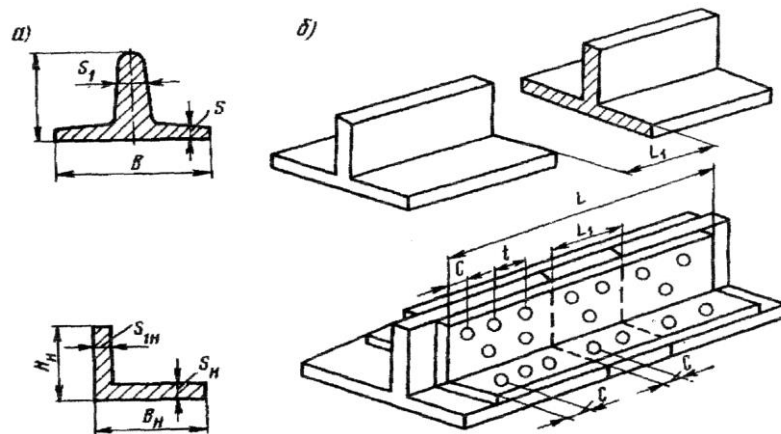
При ремонті слабкодеформованих товстих стін, коли є повна впевненість у відсутності розривів (тріщин) матеріалу, стіну не розрізають, а зміцнюють шляхом встановлення вертикальних дюралюмінієвих профілів у зоні деформації. Поверхні ковзання профілів фрезеровані та точно розміщені відповідно до кривизни деформації стіни або містять фрезеровані розпірки.

У разі значного пошкодження стіни, що перевищує $2/3$ висоти стіни, пошкоджену ділянку стіни видаляють і на його місце встановлюють нову. У цьому випадку або використовується старе з'єднання (якщо воно розташоване близько до пошкодження), або передбачається створення нового, аналогічного найближчому, найміцнішому старому з'єднанню. Стінові листи можна з'єднувати встик за допомогою стикових стрічок. Місця з'єднання стінки і поясів повинні бути рознесені по довжині лонжерона (на 150 мм). Пошкоджені стійки стінок лонжерона зазвичай замінюють новими. У разі ремонту стелажу нову секцію стелажу стикують з частиною, що залишилася, встик або внахлест, коли неможливо підрізати стійку до пояса. В останньому випадку між новою секцією стійки і стіною встановлюється вирівнююча прокладка.

3.6 Ремонт стрингерів

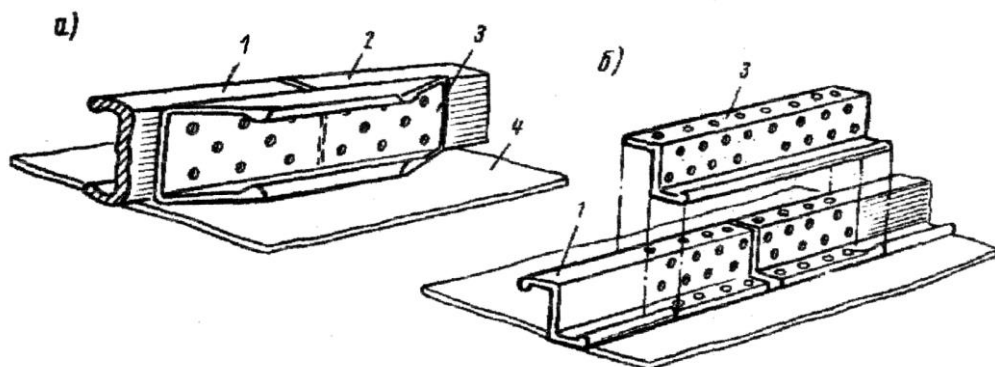
Ремонт стрингерів в чомусь схожий з ремонтом балок, оскільки мають ті ж дефекти і недоліки: деформації, тріщини, механічні пошкодження і руйнування. В останньому випадку пошкоджену секцію видаляють, а на її місце монтують таку ж вставку, яка зміцнюється відповідними кришками або аналогічним профілем. При заміні або ремонті стрингерів або їх ділянок необхідно стежити за тим, щоб з'єднання суміжних стрингерів не збігалися в

одному перетині, з'єднання повинні розташовуватися по прольоту - довжині стрингерів. Торці дрібних тріщин просвердлюють свердлом діаметром 2-3 мм. При незначних пошкодженнях полиць, стінок лонжеронів (тріщини, глибока корозія) або значних деформаціях встановлюють підсилювальні шайби. Деформацію усувають виправленням з обов'язковим подальшим оглядом на виявлення тріщин і усунення деформації [4].



a – тавровий профіль; *б* – накладка з кутника

Рисунок 3.6 - Приклад типового відновлення стрингера при заміні ділянки таврового профілю



a – швеллерного типу:

1,2 – ремонтвані ділянки стрингера; 3 – посилення; 4 – обшивка;

б – Z-образного типу: 1 – ремонтвана ділянка стрингера;

2 – нова ділянка стрингера; 3 – посилення; 4 – обшивка

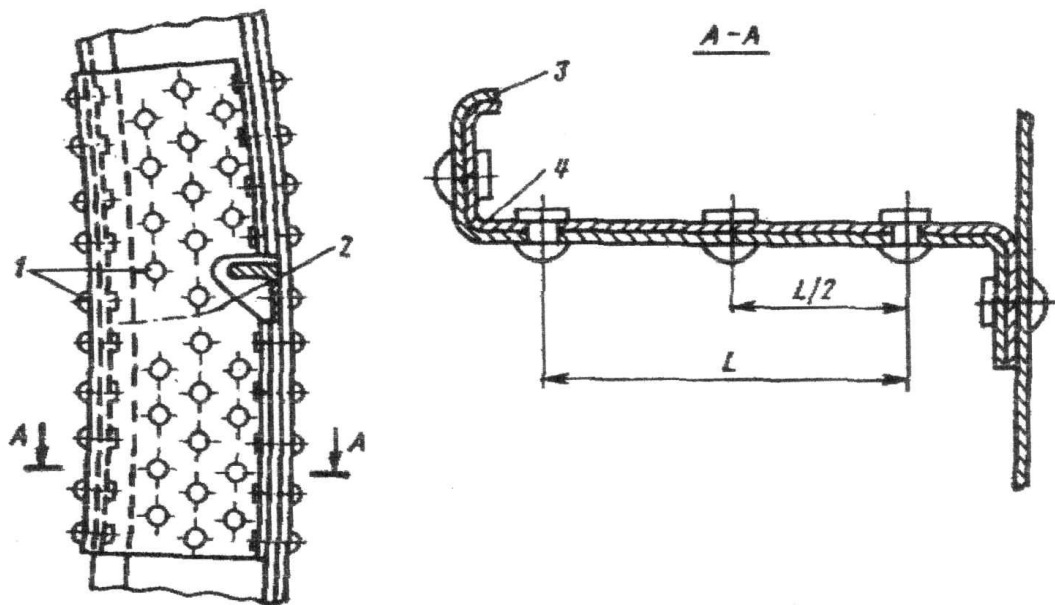
Рисунок 3.7 - Посилення стику стрингерів при відновленні

3.7 Ремонт шпангоутів

Відмови та дефекти рами подібні до несправностей ребер, а тому способи їх усунення однакові (рис. 3.8).

Якщо на полицях є щілини, торці щілин просвердлюють свердлом діаметром 2-3 мм. При втраті стійкості стіни каркаса встановлюють армуючий профіль по максимальній осі «стулки». Частина пошкоджених ділянок дверних коробок замінюють з обов'язковим встановленням арматурних накладок на стиках.

Оправи в зоні удару зазвичай сильно притираються шкірою. Ремонт таких каркасів здійснюється шляхом заміни їх деформованих ділянок. Нові частини каркасів збирають або детально кріплять до деталей, що залишилися, за допомогою кожухів і фартухів із запчастин цього ж каркаса або звичайних профілів, листів [4].



1 – заклепки; 2 – зона пошкодження; 3 – накладка; 4 – шпангоут

Рисунок 3.8 - Приклад типового відновлення шпангоута

3.7 Ремонт герметичних конструкцій

Ремонт герметичних конструкцій з пошкодженими силовими елементами проводиться тими ж будівельними методами, що і ремонт звичайних агрегатів. Однак вимоги до якості ремонту в цьому випадку значно вищі. При ремонті таких конструкцій з метою усунення можливих витоків повітря (або палива) слід подбати про високу точність підгонки деталей, що з'єднуються, по контактних площинах і кращу якість свердління, роз'єднання отворів під болти і заклепки і поглиблення розетки під їхніми прихованими головами. Головки болтів і заклепок повинні щільно прилягати до матеріалу деталей конструкції. Перед заклепкою з'єднань деталі, що з'єднуються, необхідно попередньо напружити. Для забезпечення герметичності з'єднань велике значення має чистота контактних поверхонь деталей, що з'єднуються. Наявність задирок, сколів та інших забруднень може призвести до значних витоків повітря (палива) через утворену течу.

Однією з особливостей виготовлення і ремонту герметичних конструкцій є небажаність використання болтів, що діють на розтяг у з'єднаннях, оскільки великі перекося при розтягуванні можуть порушити герметичність. Тому при ремонті вузлів, що передають навантаження на герметичні відсіки, завжди передбачаються заклепки, що діють на зріз. Заклепки, які не виходять за зовнішні контури пристрою, розміщуються з внутрішньої сторони герметичної камери, що покращує умови їх герметизації з герметик і дозволяє їх затягнути без попереднього демонтажу конструкції, що особливо важливо для кесонів резервуарів. Обсяг робіт з ремонту герметичних конструкцій дещо більше, ніж при ремонті звичайних конструкцій у зв'язку з необхідністю виконання додаткових операцій по видаленню старого герметика з поверхні деталей в місцях ремонту; після попереднього складання відремонтованих ділянок і їх розбирання з метою знежирення поверхні і виконання герметизації швів після остаточної підгонки деталей і обробки всіх отворів; після перевірки відремонтованих ділянок на герметичність.

Якість герметизації в окремих ділянках конструкції кабіни контролюється за допомогою негативного тиску, а герметичність усієї кабіни перевіряється методом нагнітання повітря. У герметичній кабіні створюється високий тиск і визначається час витoku повітря - час падіння тиску в кабіні до кінцевого має відповідати допустимим технічним умовам для даного типу ПС. Завдяки цьому методу контролю місце витoku повітря виявляється спочатку «на слух», а потім за допомогою піни.

Після ремонту кесонні баки перевіряють на герметичність, як правило, гасу. Для цього після закінчення клепаання (до нанесення зовнішнього шва і поверхневого герметизуючого шару) паливну камеру в зоні ремонту покривають із зовнішнього боку розчином крейди у воді, крейду підсушують і камеру заповнюють в камеру кладуть гас або вату, змочену гасом. На крейдяній фарбі там, де капає гас, з'являться темні плями. Заклепки, де виявлені витoki, замінюють заклепками наступного діаметру, болти затягують або встановлюють знову, перевіряючи правильність посадки з'єднання та замінюючи герметик. Відновлення герметичності між швами контактних поверхонь листів або інших деталей здійснюється шляхом введення в ці зони герметика під тиском через один або кілька болтових отворів, що з'єднують ці деталі. Герметик вводять шприцом і спеціальним пристроєм, встановленим в отвір. Після завершення робіт по відновленню герметизації внутрішнього шва таким же чином знову перевіряють герметичність кесона. Потім, при відсутності течі, наноситься зовнішній герметизуючий шар і верхній шар. Остаточна перевірка герметичності кесона бака проводиться візуально після повного заповнення бака гасом і витримки на 24 години. У місцях протікання спостерігається «запотівання» деталей конструкції.

При виявленні витoku в повністю герметичній конструкції кесонної ємності необхідно визначити місце входу і виходу гасу. Точка входу зазвичай визначається шляхом подачі стисненого повітря в зону виходу гасу із зовнішнього боку конструкції. Зсередини конструкція покрита мильною піною. У місцях потоку повітря в мильній піні утворюються бульбашки.

У таких випадках внутрішньошовну герметизацію відновлюють, як описано вище, а внутрішньошовний і поверхневий шари герметизації замінюють новими з поверхневим шаром 100-120 мм з перекриттям місця входу потоку. У процесі перевірки герметичності кесонів-баків за допомогою гасу і при виконанні робіт на площині після перевірки необхідно стежити за дотриманням правил пожежної безпеки.

Для перевірки кесонів-баків на герметичність використовують також метод пресування баків сумішшю азоту і фреону, який є кращим і пожежобезпечнішим. Місця витоку газу виявляються за допомогою чутливого течешукача типу GTI-b. Течешукач має стрілочні та звукові індикатори наявності витоку.

Характеристики герметиків, які використовуються в процесі ремонту, представлені в Додатку А.

3.8 Ремонт конструкцій з полімерно-композиційних матеріалів

Підвищення технологічності одержання нероз'ємного заклепувального з'єднання деталей з ПКМ за відсутності двостороннього підходу (одночасно до заставної та замикаючої голівок) до заклепкового шва полягає в тому, що корпус заклепки у вигляді втулки із заставною голівкою в момент поставки знаходиться у затверденому стані.

На рис. 3.9 представлена технологія отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальною заклепкою з одностороннім підходом до ділянки, що ремонтується (до заклепувального шва) [17].

Технологія отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальним заклепкою з одностороннім підходом до ділянки, що ремонтується (до заклепувального шва) розміщення заклепки в отворах деталей, що з'єднуються; фіксація заставної голівки корпусу заклепки; утворення замикаючої голівки; видалення фторопластової обичайки;

просочення клейовою композицією; формування фіксуючої частини заставної головки; співвісні отвори деталей, що з'єднуються; завзяте кільце; шприц з клейовою композицією; фторопластова оправка.

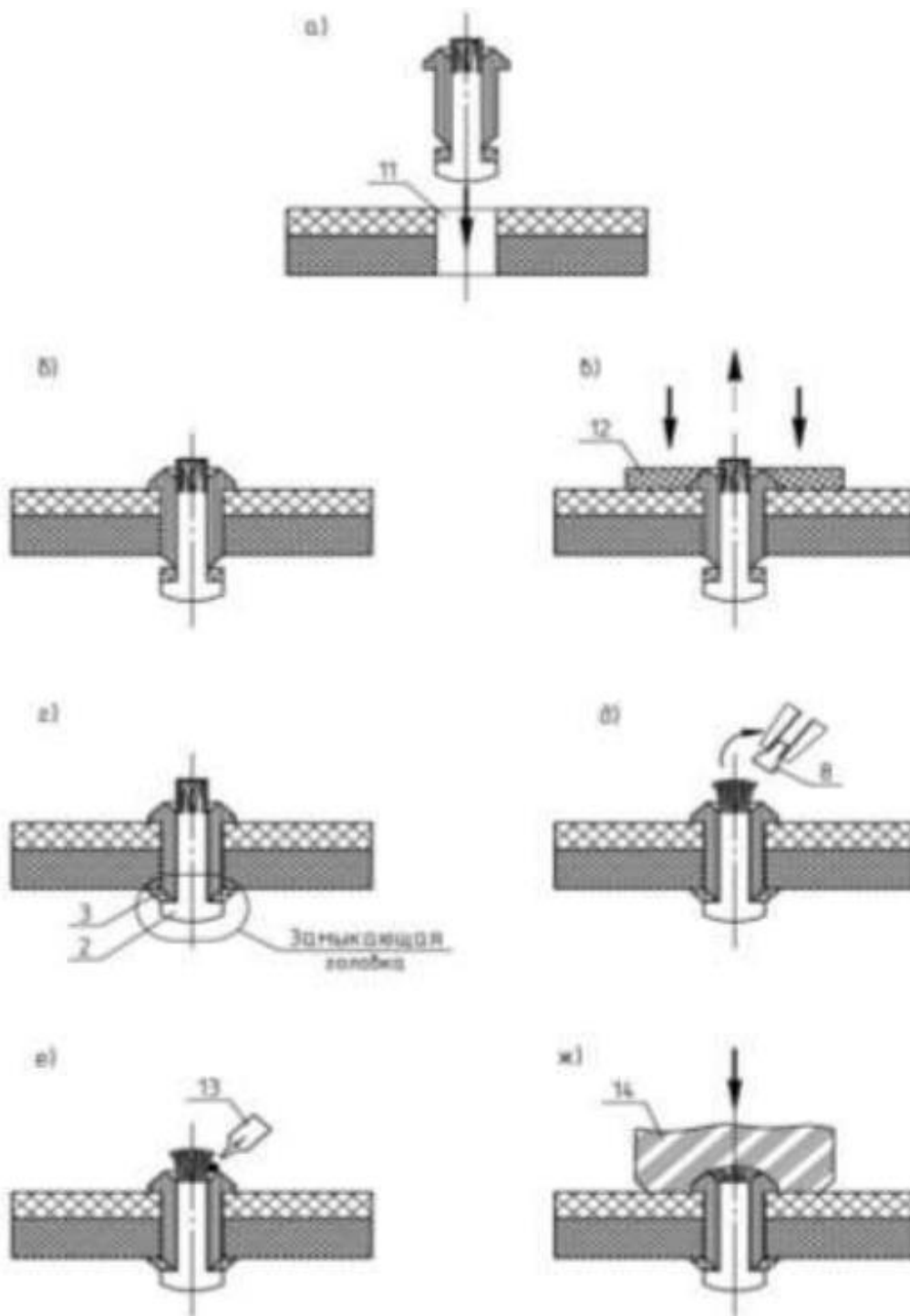


Рисунок 3.9 - Технологія отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальним заклепкою з одностороннім підходом до ділянки, що ремонтується

Пропонована технологія отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальним заклепуванням дозволяє

утворювати замикаючу головку за рахунок деформації препрега кільця в холодному стані про конусну (кінцеву) частину корпусу заклепки, при відсутності двостороннього підходу (одночасно до закладної та замикаючої), тим самим, надійність та технологічність заклепувального з'єднання.

Таким чином, нові технічні рішення - заклепування та спосіб отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання за допомогою неї, відповідає критерію «новизна».

Натурні зразки перспективного кріплення (заклепок з ПКМ) та технологія ремонту цими елементами кріплення авіаційних конструкцій з вуглекомполімерів представлені на рис. 3.10-3.13.

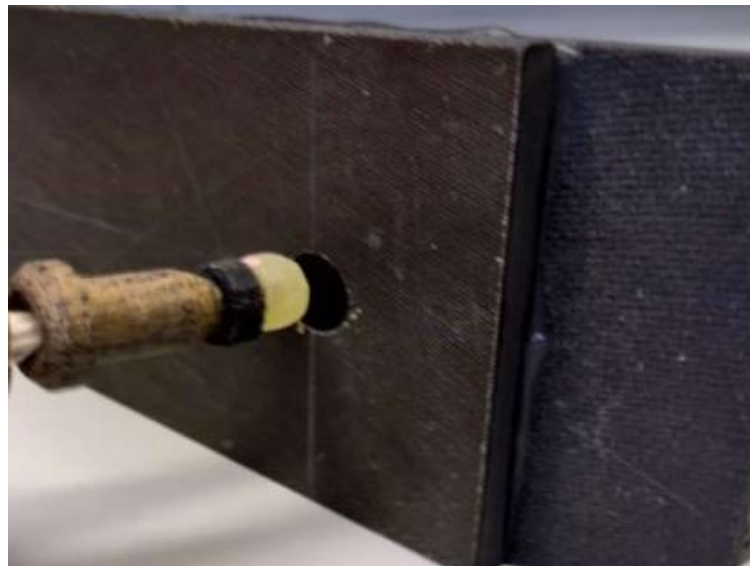


Рисунок 3.10 - Постановка заклепки в отвір деталей, що з'єднуються



Рисунок 3.11 - Формоутворення замикаючої головки після деформації препрега кільця про конусну (кінцеву) частину корпусу заклепки



Рисунок 3.12 - Постадійне утворення заклепувального шва при застосуванні перспективного елемента кріплення (заклепки) за відсутності двостороннього підходу до заклепувального шва



Рисунок 3.13 - Постадійне формоутворення замикаючої головки заклепки для виробництва та ремонту агрегатів планера з ПКМ за відсутності двостороннього підходу до заклепувального шва

Ефективність від застосування пропонованих технічних рішень досягається за рахунок підвищення надійності та технологічності одержуваного

нероз'ємного заклепкового з'єднання деталей авіаційної конструкції з композиційних полімерних матеріалів, за відсутності двостороннього підходу до заклепкового шва.

Застосування їх у конструкціях ЛА дозволить суттєво скоротити застосування різних антикорозійних ґрунтів і покриттів, а також буде засобом для зменшення рівня радіосигналу, що повертається, при опроміненні ЛА радіолокаційною станцією, оскільки ПКМ має властивості часткового поглинання цих сигналів.

З точки зору технології застосування кріпильних елементів з ПКМ дозволяє скоротити час ремонтних робіт і не вимагає спеціальних пристроїв і пристроїв для їх постановки, тим самим підвищується ремонтпридатність, надійність і технологічність композитної конструкції, зменшується її радіолокаційна помітність.

3.10 Методи контролю відремонтованих конструкцій

Розрізняють два види контролю якості клепаних з'єднань: післяопераційний контроль, під час якого перевіряють правильність виконання окремих операцій у процесі клепання, і заключний контроль, під час якого оцінюють якість заклепкового шва [3].

Якість заклепувального шва визначають зовнішнім візуальним оглядом за допомогою лупи п'яти- або десятикратного збільшення, технічними вимірюваннями та методами неруйнівного контролю. При цьому за допомогою шаблонів контролюють висоту і діаметри головок замкових заклепок, стан поверхонь заклепуваних елементів. Під час сліпого заклепування перевірте розміри виступів і виїмок вкладених головок заклепок. Для цих цілей використовуються спеціальні вимірювальні прилади (рис. 3.14). Об'єктивний контроль стану заклепкового шва визначають за допомогою спеціальних приладів неруйнівного радіаційного контролю [3].

Перевірку герметичних заклепкових з'єднань проводять за двома параметрами: загальним станом заклепкового шва і його герметичністю.

Перший параметр контролюють так само, як і звичайні заклепкові шви, другий – за допомогою спеціального обладнання [3].

Існує два типи перевірки герметичності: негативний тиск і позитивний тиск.

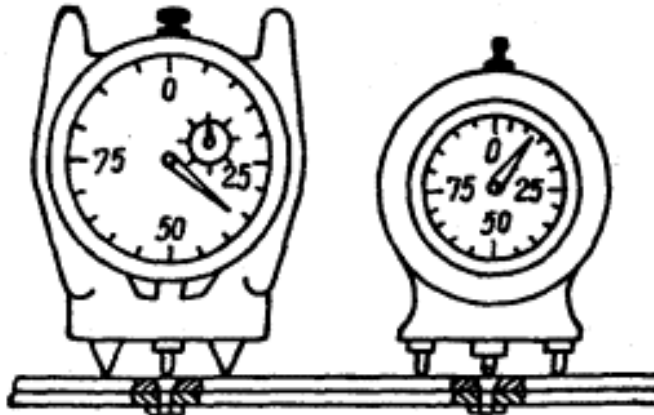
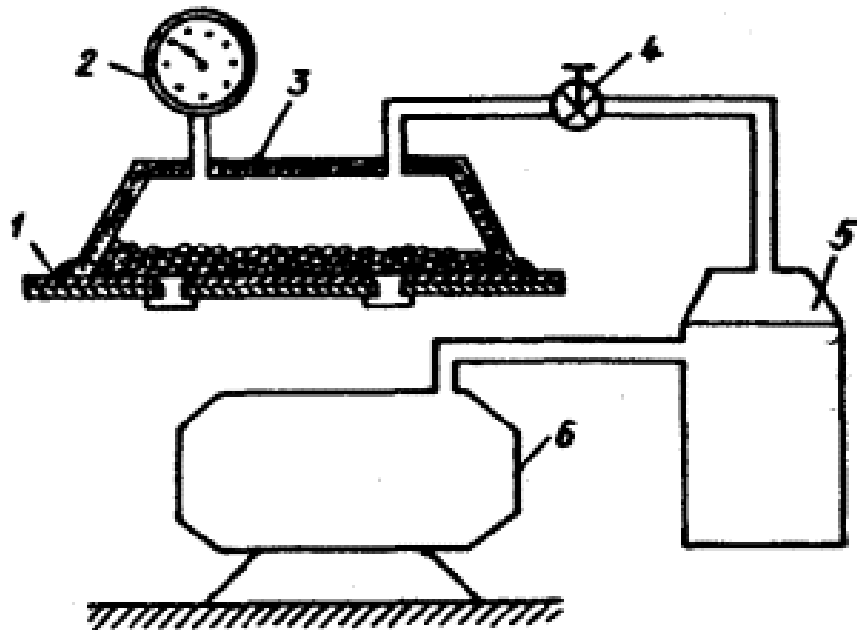


Рисунок 3.14 - Індикаторні вимірювальні прилади для контролю якості заклепкового з'єднання

Вакуумний контроль (рис.3.15) найчастіше застосовують з метою оцінки герметичності локальних частин поверхні конструкції ЛА. Це, як правило, контроль тих частин, де виконувались ремонтні роботи герметичних з'єднань. У цьому випадку контроль здійснюють за допомогою спеціальної установки. Технологічний процес контролю полягає в тому, що ділянку поверхні обшивки, яка контролюється, знежирюють і наносять шар мильної піни, потім установлюють на це місце плексигласовий ковпак і за допомогою вакуумного насоса відсмоктують повітря з-під ковпака. Наявність негерметичності визначають за зміною вакууму на вакуумметрі та утворенням мильних бульбашок під ковпаком [3].



1 – обшивка планера; 2 – вакуумметр; 3 – вакуумний ковпак; 4 – кран; 5 – балон-ресивер; 6 – вакуумний насос

Рисунок 3.15 - Принципова схема контролю герметичності заклепкових з'єднань вакуумним способом

Випробування на герметичність надлишковим тиском проводяться при визначенні загальної герметичності фюзеляжів літаків, кабін пілотів, паливних або масляних баків, різних систем літака (палива, масла, гідравліки, пожежної, повітряної тощо).

Надлишковий тиск в об'єкті контролю створюється за допомогою спеціальної установки (стенду). Герметичність об'єкта, що перевіряється, визначається за часом падіння надлишкового тиску на манометрі, який визначається кожного разу відповідно до технології ремонту даного типу ПС. При цьому додатково найбільш можливі місця витіку покривають мильною піною і з появою бульбашок виявляють витік на відповідній ділянці ЛА [3].

Фізична сутність методу заснована на явищі виділення позитивних іонів металами при нагріванні до температури 400-1000 °С. У цьому випадку використовується явище виділення позитивних іонів платиною. Потік позитивних іонів з поверхні нагрітої платини різко зростає, якщо на неї

потрапляють галосодержащие речовини (хлор, фтор, бром, йод та ін.).

Чутливим елементом датчика приладу є нитка розжарювання тріодної лампи з платини. У присутності галогенідів різко зростає іонний струм тріода, що визначається електронною схемою приладу за стрілочним індикатором. Крім того, через підсилювач низької частоти збільшення іонного струму додатково контролюється акустичним сигналом, що створює додаткові зручності при роботі з приладом [3].

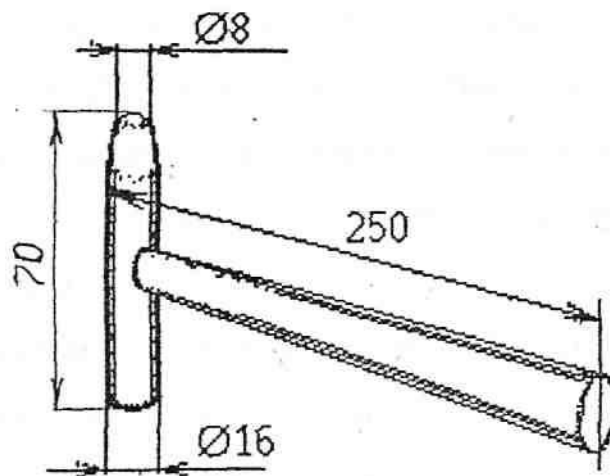


Рисунок 3.16 - Текстолітовий молоточок для контролю методом вільних коливань

На практиці до нагнітаного повітря додають невелику кількість галогеновмісних речовин (фреон, пари ацетону, промивні рідини, дихлоретан та ін.).

Перевагою методу є висока чутливість, об'єктивність і контроль якості.

Контроль ПКМ:

1. Під час ремонтних робіт перевіряються операції: знежирення, нанесення, нанесення клею, режими затвердіння.

2. Перевірка проводиться зовнішнім (візуальним) оглядом, з використанням інструментів (щупи, лінійки, молоток текстолітовий 20-40 г) та з використанням приладів.

Частота ударів від двох до трьох ударів в секунду, сила удару визначається вільним падінням текстолітового молотка з висоти 1-4 см (менша

сила удару необхідна при перевірці облицювання товщиною 0,3- 0,5 мм, більше - при перевірці більш жорсткої обшивки товщиною 1,5-2,5 мм). Хід штриха не повинен перевищувати 15-20 мм.

3. Перевірте видалення вм'ятин лінійкою, шаблонами, щупами або глибиномірами ГІ-2, ГУ2-034-671-76, індикаторами типу ІЧ 25 ГОСТ 577-68.

4. Площі неприлипання та розшарування визначають за допомогою дефектоскопа «Фенол-2» (Інструкція ПІ 1.2.171-81) та акустоімпедансного дефектоскопа АД-40 І та ІД-91 М. Технічні характеристики дефектоскопів АД-40 І та ІД-91 М представлені в додатку Б.

5. Якість виконаного ремонту повинна відповідати технічним умовам пристрою або іншій конструкторській документації, затвердженій розробником проекту.

Висновок до розділу 3

Описано технологію отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальною заклепкою з одностороннім підходом до дільниці, що ремонтується (до заклепувального шва).

Визначено, що існують два основні види контролю якості клепаних з'єднань: післяопераційний контроль, під час якого перевіряють правильність виконання окремих операцій у процесі клепання, і заключний контроль, під час якого оцінюють якість заклепкового шва.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Особливості поширення аварійних ситуацій на виробництві

На підприємствах з пожежо-вибухонебезпечним технологічним процесом практично завжди існують умови для швидкого поширення вогню. Це пояснюється не тільки наявністю великої кількості легкозаймистих і горючих речовин у виробничих приміщеннях і на відкритих майданчиках, а й відсутністю відповідних протипожежних перешкод на шляхах можливого розповсюдження пожежі (через розгалужені комунікації продуктопроводів, в транспортних системах, в отворах будівельних конструкцій, в системах вентиляції та аспірації тощо).

Необхідність приділяти підвищену увагу питанням створення умов, які забезпечать локалізацію пожежі в районі її виникнення, визначається тим, що щорічно на промислових підприємствах, матеріальних складах виникають значні пожежі, які призводять до великі матеріальні збитки, а часом і до загибелі людей.

Поширенню пожежі, що виникла, сприятимуть такі умови:

- наявність у виробничих і складських приміщеннях значної кількості горючих речовин і матеріалів;
- наявність шляхів, що створюють можливість розповсюдження полум'я та продуктів горіння на розташоване поблизу обладнання та приміщення;
- поява внаслідок пожежі факторів, що прискорюють її розвиток (розтікання під час аварії легкозаймистих рідин, виділення горючих газів, вибух технологічного обладнання тощо);
- несвоєчасне виявлення пожежі та повідомлення про неї пожежної охорони;
- відсутність або несправність первинних і стаціонарних засобів

пожежогасіння;

- неправильні дії людей при пожежі.

Значна кількість горючих речовин і матеріалів в апаратах, ємностях, поблизу робочих місць або на відкритих майданчиках пояснюється вимогами виробництва до нормальних технологічних процесів. У процесі експлуатації іноді спостерігається невиправдане збільшення запасів горючих речовин на складах і у виробничих приміщеннях.

Перевантаження призводить до того, що проходи між технологічним обладнанням, шляхи до засобів пожежогасіння, евакуаційні виходи захищаються горючими матеріалами. Ще однією причиною швидкого поширення вогню є наявність у виробничих приміщеннях різноманітних технологічних комунікацій (трубопроводів, вентиляційних систем) і технологічних отворів без протипожежних огорожень. При цьому вогонь може вільно поширюватися від одного пристрою до іншого, від однієї кімнати до іншої.

Сприятливі умови для швидкого поширення полум'я на великі площі виникають при аваріях апаратів і трубопроводів при розливі легкозаймистих і горючих рідин, при загазованості приміщень, відкритих установок і територій.

Для запобігання поширенню пожежі на виробництві необхідно розробити і впровадити такі інженерно-технічні рішення, які б обмежували кількість горючих речовин і матеріалів, що обертаються у виробництві, створювали умови для швидкої евакуації матеріалів і обладнання у разі пожежі. вогонь; створювати перешкоди на шляху можливого поширення пожежі та забезпечувати захист приладів від руйнування під час вибуху. Завдання зменшення кількості горючих речовин і матеріалів, що обертаються у виробництві, вирішується на всіх етапах як проектування промислового об'єкта, так і в процесі його експлуатації і багато в чому залежить від вибору технологічної схеми виробництва.

Зниження кількості горючих речовин на стадії проектування виробництва. Рішення цієї задачі досягається: застосуванням технологічної

схеми виробництва з менш пожежовибухонебезпечною сировиною або схеми з мінімальною кількістю пожежовибухонебезпечною сировиною;

У цьому випадку забезпечується менша витрата сировини й інших пожежонебезпечних речовин на одиницю одержуваної продукції, а сам технологічний процес складається з меншого числа виробничих операцій і при цьому зменшується кількість побічних горючих продуктів, що утворюються, і відходів. застосування безперервно діючих апаратів і процесів замість періодично діючих;

Завдяки чому, при одній і тій же продуктивності в безперервно діючих апаратах знаходиться менша кількість горючих речовин і самих апаратів, що займають меншу площу. застосування мінімально припустимих за умовами технологічного процесу розмірів і кількості апаратів;

Ще на стадії розробки технологічної схеми, на підставі технологічних розрахунків визначають розміри і кількість апаратів так, щоб не було необґрунтованого збільшення кількості горючих речовин, що знаходяться в них. застосування технологічної автоматики для регулювання тиску і витрати;

При проектуванні технологічних процесів, як правило, у технологічних схемах повинні виключатися напірні баки, проміжні ємності, мірники. Замість них варто використовувати автоматичні регулятори тиску і витрати, мірники-дозатори безупинної дії і т.п. заміна пожежовибухонебезпечних речовин, застосовуваних у якості поглинача (сорбенту), розчинника, каталізатора, теплоносія (хладагенту) на менш пожежонебезпечні або нелегкозаймісті речовини; При наявності технологічних можливостей варто замінити в технологічному процесі пожежовибухонебезпечні речовини на менш пожежонебезпечні або нелегкозаймісті.

Наприклад, замість ізопропілового спирту (ЛЗР), використовуваного для охолодження апаратів (реакторів), доцільно застосовувати нелегкозаймісті фреони і розчини солей. розміщення технологічного обладнання на відкритих площадках; Зменшенню пожежовибухонебезпеки сприяє розміщення технологічного обладнання на відкритих площадках у всіх випадках, коли це

можливо за кліматичними умовами і за умовами експлуатації. раціональне розміщення технологічних апаратів і комунікацій; Розміщаючи технологічне обладнання як у будівлях так і на відкритих площадках, варто враховувати, що виробничі комунікації повинні бути як можна простішими, мати невелику довжину і невелику кількість зустрічних потоків.

Таке розміщення знижує кількість горючих речовин, що обертаються в апаратах і трубопроводах. обмеження виробничих площ будівель і відкритих установок; Це одне з важливих напрямків, використовуваних для обмеження масштабів можливої пожежі. Будівельні норми і правила встановлюють гранично припустиму площу між п/п стінами в залежності від категорії, кількості поверхів і вогнестійкості будівлі.

Площа окремо розташованих відкритих установок також обмежується в залежності від максимальної висоти обладнання або етажерки і виду оброблюваного продукту. ізоляція більш пожежонебезпечних ділянок у межах одного приміщення від менш пожежонебезпечних;

Апарати й обладнання, у процесі експлуатації яких може бути виділена велика кількість горючих газів (ГГ), парів або пилу, а також реактори, працюючі під великим тиском, розміщають, як правило, у відособлених приміщеннях. Ізолюють одна від одної ділянки виробництва, що відносяться по пожежній небезпеці до різних категорій. безпечне розміщення технологічного обладнання.

Зовнішні установки рекомендуються розміщувати з боку глухої стіни будівлі цеху або в торцевій його частині. Обладнання з пожежовибухонебезпечними речовинами не можна розташовувати під приміщеннями, що спричиняють меншу пожежну небезпеку. Зниження кількості горючих речовин у період експлуатації виробництва При нормальній експлуатації технологічного обладнання в умовах виробництва може обертатися значна кількість горючих речовин і матеріалів у вигляді вихідної сировини, напівфабрикатів, готової продукції і відходів виробництва. Для зниження кількості горючих речовин у період нормальної експлуатації

виробництва застосовують такі рішення (рис.7.1): – захист виробничих приміщень від перевантаження горючими речовинами, – зменшення кількості горючих відходів, – заміна горючих речовин на нелегкозаймисті і т.п.

4.2. Організаційні і технічні заходи щодо зменшення впливу на працюючих небезпечного і шкідливого виробничих факторів при технічному обслуговуванні

На ремонтних підприємствах керівники цехів і ділянок зобов'язані контролювати безпосередніх виконавців, які відповідають за робочий інструмент, обладнання, пристрої та іншу робочу оснастку, за виконання технологічного процесу клепальних робіт. Особливу увагу слід приділяти зниженню шкідливого впливу на здоров'я робітників, зайнятих клепанням пневматичними молотками. Доцільно застосовувати клепальні молотки з віброгасниками. Клепальні молотки, свердла і підтримки в місцях стикання з руками мають бути покриті теплоізоляційним матеріалом.

Клепальні роботи ручним пневматичним інструментом необхідно чередувати з іншими операціями, наприклад, свердлінням, зенкуванням, підгонкою, складанням.

При виконанні клепальних робіт пресами необхідно дотримуватися запобіжних заходів, які виключають можливість самовільного увімкнення преса.

При свердлінні отворів малогабаритні деталі тримати руками не дозволяється. У цьому випадку необхідно користуватися лещатами, кондукторами, спеціальними затискачами, а також одягати захисні окуляри, головний убір, зав'язувати рукава біля кистей рук.

Електроагрегати (електродрилі, електросвердла, трансформатори, свердлильні станки і т. ін.), які використовуються, мають бути заземлені.

Необхідно строго дотримуватись правил техніки безпеки і охорони праці при виконанні герметичного клепання із застосуванням рідких і пастових

герметиків і розчинників. Усі роботи необхідно виконувати у гумових чи захисно-профілактичних рукавицях. Компоненти, з яких виготовлені

Організація й проведення процесів технічного обслуговування планера, механізація й автоматизація цих операцій повинні забезпечити усунення чи зменшення впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працюючих. Драбини, використовувані при технічному обслуговуванні, повинні мати висоту огороження 1 м.

При монтажі й демонтажі деталей і агрегатів паливної й масляної систем, а також гідравлічної системи, що зв'язано з покращенням доступу до місця проведення ремонтних робіт, варто встановлювати піддон, щоб паливно-мастильні матеріали і спецрідина не попадали на місце стоянки літака й персонал. Піддон, повинний установлюватися поза зоною дії повітряних струменів.

При роботах на високорозташованих частинах планера інструменти й устаткування варто розміщати на драбинах у сортовиках, щоб запобігти їхньому падінню й травмуванню персоналу.

При виконанні ремонтних робіт на високорозташованих частинах планера (свердління, клепаання, знімання частин обшивки, зачищення, тощо) працюючі повинні користуватися запобіжними поясами.

Ремонтні роботи на планері, що зв'язані з виготовленням і застосуванням герметиків, нанесенням і зняттям лакофарбових покриттів, необхідно робити з застосуванням засобів індивідуального захисту органів зору, дихання і шкірних покривів персоналу, що відповідають даному виду робіт.

Переносні приставні сходи, драбини, трапи, підмости, з яких виконуються роботи на планері з електроінструментами, повинні мати ізоляційні покриття відповідно до вимог ДСТУ.

При виконанні робіт у важкодоступних місцях, необхідно забезпечити найвигідніше раціональне розташування працюючих із метою попередження травмування об гострі й виступаючі частини планера.

Герметики, необхідно зберігати в окремих добре провітрюваних

приміщеннях з припливно-витяжною вентиляцією.

4.3 Розрахунок шуму та застосування захисних засобів

Одним з основних шкідливих виробничих факторів, зв'язаних із процесом обробки поверхні обшивки планера при клепаних роботах, є підвищений рівень шуму. Нормування шуму здійснюється за нормами ГОСТ 12.1.003-76.

Шум суттєво впливає на нервову систему, у людини підвищується кров'яний тиск, спостерігається підвищена дратівливість, що призводить до зниження працездатності, притуплення уваги та реакції робітника.

Основні характеристики шуму: акустична потужність L_w , звуковий тиск L_p , спектр шуму.

Рівень акустичної потужності (у ДБ) залежить від граничного значення та визначається за формулою:

$$(W_i=10^{-12} \text{ Вт}) L_w = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_i}.$$

Рівень звукового тиску вимірюється у ДБ та визначається за формулою:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_o}.$$

Граничне значення звукового тиску $P_o=2 \cdot 10^{-5}$ МПа.

Широкополосний шум має безперервний спектр шириною більш 1-ої октави. Найбільші допустимі рівні звукового тиску для широкополосного шуму робочого місця робітника виробничого приміщення при використанні пневматичного інструменту. Допустимий рівень шуму при різних частотах представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Допустимий рівень шуму при різних частотах

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівень шуму, ДБ	107	103	109	108	103	106	107	106

При роботі з пневматичними інструментами, в якості захисту, використовуються навушники, вкладиші, шоломи. Навушники та вкладиші за ефективністю захисних властивостей (ослаблення шуму) розділяються на різні групи А, Б, В.

Підбір захисту від шуму для використання їх у виробничих умовах виробляється з умови:

$$L_i - (L_{эi} + \Delta L_i) \leq N_i,$$

де L_i - рівень звукового тиску, ДБ;

i - октанова смуга частот на робочому місці;

$L_{эi}$ - ефективність захисту в i -ї октанової смузі частот, ДБ;

ΔL_i - поправка на надійність захисту (див. таб. 4.2);

N_i - допустимий рівень звукового тиску в i -ї октанової смузі.

Захисні властивості противошумів приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2

Поправки до частот

Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Поправка, ΔL_i , ДБ	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10

Наступний крок - підбір захисних противошумів, який здійснюється для максимального рівня шуму, створюваного пневматичними інструментами, тобто $L_i=109$ ДБ, який для найбільшого рівня звукової потужності він відповідає частоті 250 Гц і $N_i=109$ ДБ.

Підбираємо навушники:

група А $109 - (15 - 5) = 99 < 109$ - відповідає;

група Б $109-(7-5)=107 < 109$ - відповідає;

Підбираємо вкладиші:

група А $109-(12-5)=102 < 109$ - відповідає;

група Б $109-(7-5)=107 < 109$ – відповідає.

Таблиця 4.3

Захисні властивості противошумів

Тип	Групи	Ефективність противошумів (ДБ) при частоті, Гц не менше							Маса, кг не більше
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Навушники	А	12	15	20	25	30	35	35	0,35
	Б	15	7	15	20	25	30	30	0,28
	В	-	-	5	15	20	25	25	0,15
Вкладиші	А	10	12	15	17	25	30	30	-
	Б	5	7	10	12	20	25	25	-
	В	5	5	5	7	15	20	20	-
Шлеми	-	17	20	25	20	35	40	40	0,85

Для захисту від впливу шуму можна застосовувати навушники групи А и Б (правила безпеки праці при ТО і потоковому ремонті), вкладиші групи А и Б.

4.4 Пожежна й вибухова безпека

Згідно ДНАОП 0.01-1.01-95, та ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.010-76. Виробничі процеси повинні розроблятися так, щоб ймовірність виникнення вибуху на будь-якій вибухонебезпечній ділянці впродовж року не перевищувала величини 10^{-6} .

Вибухобезпечність виробничих процесів повинна бути забезпечена вибухопопередженням і вибухозахистом, а також організаційно-технічними заходами.

Основними чинниками виникнення пожежі є:

- висока загазованість повітряного простору в робочій зоні паливом ТС-1
- підвищена температура повітря внаслідок тертя щітки об поверхню.

- використання несправного електроосвітительного устаткування.
- одночасне виконання робіт з очищення і заправлення паливом і ін.
- застосування горючеопасних рідин і ін.

Для запобігання пожежної і вибуховий опасности необхідно застосовувати спеціальні міри:

- використовувати проточно-витяжну вентиляцію приміщення для виключення загазованости
- використовувати примусову вентиляцію безпосередньо на робочу поверхню
- при роботі з освітлювальними переносними лампами варто контролювати цілісність проводки
- виключити одночасне виконання робіт, связанных з легкозаймистими рідинами.

На випадок пожежі передбачено:

- первинні засоби пожежогасінні-ручні вогнегасники ОУ-2 або ОУ-5 у кількості не менш 2-х штук;
- пожежний щит;
- два пересувних вогнегасники ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400, чотири ручних ОУ-2.

Вимоги до вибухопопередження:

- утворення вибухонебезпечного середовища;
- виникнення джерела ініціювання вибуху.

Попередження утворення вибухонебезпечного середовища й забезпечення в повітрі виробничих приміщень змісту вибухонебезпечних речовин, які не перевищують нижньої концентраційної межі запалення з урахуванням коефіцієнта безпеки може бути досягнуто:

- застосуванням герметичного виробничого устаткування;
- відводом речовин, здатних привести до утворення вибухонебезпечного середовища;
- конструктивними й технологічними рішеннями, застосовуваними при

проектуванні виробничого устаткування й процесів;

- усуненням небезпечних теплових ефектів хімічних реакцій і механічних процесів.

4.5 Інструкція з техніки безпеки та пожежної безпеки

При виконанні робіт з технічного обслуговування повітряного судна необхідно виконувати наступні правила інструкції з техніки безпеки:

- персонал, який займається ремонтом, а саме роботи з ремонту методом клепання, повинні бути захищені індивідуальними засобами від шуму, пилу та інше.

- виконувати правила безпечної роботи з ємкостями, що працюють під тиском;

- промивання та очищення елементів силового набору проводиться у спеціально призначених для цього установках;

- на робочих місцях пари токсичних речовин не повинні перевищувати норми;

- виконувати вимоги безпечної роботи у зоні дії ультразвуку (ультразвукове очищення деталей);

- виконувати заходи безпеки при ремонті конкретних елементів та агрегатів планера;

- усі роботи, що виконуються на планері із використанням горючих та пожежонебезпечних речовин повинні виконуватися під наглядом особи, яка є відповідальною за дотримання правил пожежної безпеки;

- легкозаймісті речовини, які використовуються при роботах під час технічного обслуговування ПС, повинні бути доставлені на робоче місце у готовому вигляді за прописаною інструкцією технологією у необхідній кількості та в спеціальних ємкостях або тарі;

- під час перерви, по закінченні робочої зміни або по закінченні ремонтних робіт легкозаймісті речовини та пожежонебезпечні матеріали

необхідно прибрати до спеціальних місць на зберігання;

- електричні інструменти, світильники та інше повинні живитися від мережі напругою не більше 24 В (постійний струм). Використовувати електричні трансформатори при роботах категорично забороняється. Підключення електроінструменту та світильників необхідно виконувати поза планером літака;

- під час монтажу або демонтажу паливної, масляної чи гідравлічної системи під місця роз'ємів встановлюються спеціальні піддони для збирання.

Висновок до розділу 4

В даному розділі проаналізовано особливості шкідливих факторів при технічному обслуговуванні та експлуатації повітряних суден у аеропорту. Проаналізовано основні організаційні та технічні дії задля зменшення впливу на працівників небезпечного та шкідливого виробничих факторів при технічному обслуговуванні авіаційної техніки. Розраховано основні розрахунок індивідуальні пристосування для захисту робітників від впливу шуму.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Групи природоохоронних заходів

Розвиток транспортної інфраструктури, а також збільшення інтенсивності руху транспорту призводить до істотного забруднення НПС. Реалізація екологічної безпеки базується на системному підході до аналізу та прогнозування змін і наслідків, які можуть виникнути в природних екосистемах та біосфері в цілому під впливом промислової і транспортної інфраструктури.

Політика екологічної безпеки реалізується проведенням комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічних характеристик рухомого складу та інфраструктури транспорту. Ці заходи по напрямках діяльності підрозділяються на чотири групи: організаційно-правові, архітектурно-планувальні, конструкторсько-технічні та експлуатаційні.

Організаційно-правові заходи включають формування нового еколого-правового світогляду, ефективну реалізацію державної екологічної політики, створення сучасного екологічного законодавства та нормативно-правової бази екологічної безпеки, а також заходи державного, адміністративного і громадського контролю за виконанням функцій з охорони природи. Вони спрямовані на розроблення і виконання механізмів екологічної політики, природоохоронного законодавства на транспорті, екологічних стандартів, норм, нормативів та вимог до транспортної техніки, паливно-мастильних матеріалів, обладнання, стану транспортних комунікацій тощо.

Архітектурно-планувальні заходи забезпечують удосконалення планування всіх функціональних зон міста (промислової, селітебної, транспортної, санітарно-захисної, зони відпочинку тощо) з урахуванням інфраструктури транспорту та дорожнього руху, розроблення рішень щодо

раціонального землекористування і забудови територій, збереження природних ландшафтів, озеленення та благоустрою.

Конструкторсько-технічні заходи дають змогу запровадити сучасні інженерні, санітарно-технічні й технологічні засоби захисту навколишнього середовища від шкідливих впливів на підприємствах та об'єктах транспорту, технічні новинки в конструкції рухомого складу.

Експлуатаційні заходи здійснюються в процесі експлуатації транспортних засобів, спрямовані на підтримання їх стану на рівні заданих екологічних нормативів за рахунок технічного контролю транспортного засобу і високоякісного обслуговування.

Перераховані групи заходів реалізуються незалежно один від одного і сприяють досягненню певних результатів. Але комплексне їх застосування забезпечить максимальний ефект.

5.2 Заходи щодо зниження впливу на навколишнє природне середовище пересувних та стаціонарних джерел забруднення на транспорті

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» виділяє пересувні джерела викидів в окрему групу і потребує розроблення комплексних заходів щодо усунення їх шкідливих впливів.

Від пересувних джерел в атмосферу потрапляє майже 76 % шкідливих речовин від усіх викидів, а від стаціонарних джерел - близько 24 %.

Рівень токсичних викидів рухомого складу транспорту зростає значно швидше, ніж рівень його фізичного зносу і старіння. Наприклад, для автомобілів лише в перші три роки експлуатації можна підтримувати рівень токсичних викидів, гарантований підприємством-виробником. У процесі експлуатації поточні несправності й порушення регулювань призводять до погіршення показників токсичності та паливної економічності. Незадовільні дорожні й кліматичні умови, низька якість ПММ призводять до пришвидшеного зносу вузлів і агрегатів рухомого складу і збільшення викидів.

Недостатньо якісне технічне обслуговування і ремонт, недостатня кількість сучасного обладнання та кваліфікованого персоналу не забезпечують повною мірою відновлення працездатності рухомого складу транспорту.

Найбільший рівень зростання викидів оксиду вуглецю спричиняє порушення регулювання в системі живлення. Норми стандарту можуть бути перевищені на 70 % і більше. У дизельних двигунах практично будь-яка несправність системи, що подає паливо, впливає на його витрату і димність двигуна. Наприклад, збільшення циклової подачі понад номінальну на 25 % підвищує димність відпрацьованих газів на 40 %. У результаті природного зносу деталей паливної апаратури витрата палива до моменту вичерпання робочого ресурсу зростає на 8–10 %, димність двигуна - на 20–30 %.

Для підтримки екологічних параметрів транспортних засобів до експлуатації на допустимому рівні потрібно періодично контролювати технічний стан транспортних засобів шляхом діагностування.

Для зменшення негативного впливу авіаційного шуму в деяких країнах обмежують експлуатацію аеропортів у певні години доби. Наприклад, у міжнародному аеропорту «Женева» (Швейцарія) внаслідок схвалення Федерального управління цивільної авіації введено обмеження на зльоти і посадки в нічний час з 22.00 до 6.00 для всіх видів повітряних суден.

Відомі також приклади часткових обмежень на зльоти і посадки в нічний час доби. При цьому дозволяються певні види операцій вночі, виходячи з типу або класу повітряного судна. Наприклад, у міжнародному аеропорту «Палм-Біч» у Флориді заборонені зльоти за розкладом повітряних суден, що створюють шум вище певного рівня у період з 22.00 до 7.00.

Відома практика введення обмежень на загальну кількість операцій, виконуваних у певний період часу. Наприклад, у лондонському міжнародному аеропорту «Хітроу» дозволяється 3650 операцій повітряних суден у нічні години впродовж літнього періоду, тоді як в аеропорту «Гетвік» у той же період часу дозволяється виконувати 4300 операцій.

Обмеження експлуатації повітряних суден у певні години доби вважається найбільш жорстким видом боротьби з шумом у галузі авіаперевезень. Ці обмеження можуть мати значні економічні наслідки для повітряного транспорту, особливо тоді, коли повітряні перевезення пов'язані зі зльотами і посадками в аеропортах, розташованих у різних часових поясах.

Одним зі способів зменшення шуму від авіатранспорту є застосування правила периметра. Цим правилом користуються для обмеження дальності польотів, здійснюваних при вильоті з певного аеропорту. Наприклад, в аеропорту Джона Вейна в Каліфорнії введені обмеження, згідно з якими там дозволені польоти з дальністю, яка не перевищує 500 миль.

Дальність польоту може впливати на рівень створюваного шуму різними шляхами. Вона може визначати пропускну здатність аеропорту. У загальному випадку менша кількість операцій приводить до зменшення загального шуму. При обмеженні дальності польоту максимальна злітна маса повітряного судна менша, оскільки вона визначається здебільшого запасами потрібного палива. Менша злітна маса дає змогу зменшувати потрібну піднімальну силу, що своєю чергою дає змогу зменшувати розміри контуру шуму, створюваного повітряним судном на земній поверхні. Типи повітряних суден, потрібні для виконання польотів на меншу дальність, зазвичай створюють менший рівень шуму, ніж типи суден, що використовуються для виконання польотів на великі дальності. Основною причиною встановлення меж пропускнуї здатності є обмеження шуму повітряних суден, що впливає на ті зони аеропорту, у яких зосереджений обслуговуючий персонал і пасажери. Авіакомпаніям часто не дозволяється збільшувати обсяги перевезень, якщо на авіалініях не введено в експлуатацію менш шумні повітряні судна.

Щоб захистити від шуму будівлі аеропорту та житлові будинки, розташовані поблизу нього, використовують посилену звукоізоляцію. Сюди входить ізоляція зовнішніх стін, вікон, дверей та системи перекриттів, що сприяє значному поліпшенню звукоізоляції зовнішньої оболонки конструкції.

Попри те, що звукоізоляція вважається важливим і ефективним методом зменшення негативного впливу шуму на людину, пріоритет на сьогодні віддається архітектурно-планувальним заходам із тим, щоб житлові будинки розташовувалися якомога далі від джерел виникнення шуму.

Архітектурно-планувальні заходи є обов'язковим компонентом у комплексному підході щодо мінімізації дії шуму транспортних засобів. Архітектурно-планувальні заходи проводить виконавча влада міст і регіонів з урахуванням містобудівних та транспортно-планувальних чинників. До містобудівних факторів належать поверховість і композиція житлової забудови, рельєф місцевості, озеленення, ширина вулиці в лініях забудови. Транспортно-планувальними факторами є ширина проїзної частини, ширина тротуару, газонів, розділових смуг, інженерні споруди із захисту навколишнього середовища тощо.

Комплексному розв'язанню проблеми захисту від шуму сприяє складання карт шумового забруднення міст, на які наносять стаціонарні й пересувні джерела шуму. Такі карти можуть ставати основою для розроблення містобудівних заходів захисту житлової забудови від шуму.

5.3 Заходи в зонах аварій транспортних засобів

Заходи захисту атмосфери, гідросфери та літосфери в зонах аварій транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі, мають особливе значення.

На автотранспортних підприємствах потрібно розробляти методику дій щодо запобігання можливого забруднення довкілля. При цьому слід враховувати характер вантажів, умови перевезення та інші фактори. Водіїв автомобілів потрібно інформувати про порядок дій у разі аварії, забезпечувати первинними засобами ліквідації її наслідків, якщо це технічно можливо. У разі виникнення екологічної аварії на автотранспортному підприємстві водій або особа, відповідальна за природоохоронну діяльність, повинні повідомити про

неї в службу санітарного нагляду, а при великій аварії - у відповідні служби МНС України.

Роботи із захисту від впливу небезпечних вантажів у зонах аварій включають відбирання проб повітря, води та ґрунту для визначення ступеня забруднення, обвалування місць розливу небезпечних вантажів, створення котлованів і штучних пасток для збирання рідини, спорудження траншей, дамб для запобігання потрапляння небезпечних речовин у поверхневі водойми з дощовою і талою водою, збирання, перетарування, утилізацію та знезараження залишків небезпечних вантажів. Забруднений у результаті аварії ґрунт слід збирати і вивозити, а на його місце потрібно завозити свіжий.

Під час проведення природоохоронних заходів у зонах аварій значні труднощі виникають тоді, коли потрібно знешкодити та захоронити залишки небезпечних вантажів і тари, у якій вони перевозилися. Знешкодження проводять із використанням розчинів лугів (3-відсоткова каустична сода, 5-відсоткова кальцинована сода, 10-відсоткове гашене вапно), а також водного розчину хлорного вапна.

Методи знешкодження таких небезпечних речовин, як ртуть, арсен, ціаністі сполуки, сірковуглець, нафтопродукти тощо, добре розроблені, але застосування їх ускладнюється тим, що доволі важко забезпечити технологічність протікання потрібних реакцій при великих розливах за конкретних умов на місцевості.

Щоб успішно ліквідувати наслідки транспортних аварій, потрібно точно знати весь перелік вантажів, які належать до небезпечних, а також знати методи їх знешкодження. Відповідні служби ООН склали Міжнародний перелік небезпечних вантажів, які перевозять найчастіше. Цей перелік містить близько 3000 найменувань. Показники небезпечних вантажів сприяють визначенню заходів боротьби із забрудненнями під час аварій.

5.4 Елементи управління природоохоронною діяльністю на авіаційному транспорті

Основою державного регулювання діяльності цивільної авіації України є законодавча та нормативно-правова база, яку становлять Конституція України, Повітряний кодекс України, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про охорону атмосферного повітря», Концепція розвитку цивільної авіації України (постанова КМУ 28.12.96 № 1587), Державна комплексна програма розвитку авіаційного транспорту України, інші законодавчі акти, національні нормативно-правові акти, державні та галузеві стандарти, керівні документи зі стандартизації, нормативно-правові акти колишнього МЦА СРСР, які не втратили свою актуальність і не суперечать Конституції та чинному законодавству України, чинні для України акти міжнародного повітряного права, документи міжнародних організацій, членом яких є Україна.

Діяльність цивільної авіації України регулюється на підставі майже 140 національних нормативно-правових актів та нормативно-правових актів колишнього СРСР, що відповідають міжнародним вимогам.

Для забезпечення екологічної безпеки авіапідприємств формується три групи природоохоронного законодавства:

- нормативно-правові акти, що визначають загальнообов'язкові екологічні вимоги до діяльності авіапідприємств;
- нормативно-правові акти, спрямовані на дотримання екологічних вимог виключно експлуатаційними ремонтними підприємствами цивільної авіації (ЦА);
- нормативно-правові акти, які забезпечують виконання екологічних вимог при використанні природних ресурсів. Розвиток ЦА України за сучасних умов неможливо здійснювати без розгляду документів ІКАО, членом якої є Україна.

Розвиток авіації як міжнародного виду транспорту зробив необхідними координацію, стандартизацію і приведення основ поточної діяльності, правил і законодавства до загальноприйнятих у світі норм. ІКАО було створено для проведення такої міжнародної координації, що здійснюється за допомогою тринадцятиох багатосторонніх законодавчих документів. Держава - член ІКАО бере на себе відповідні зобов'язання щодо прийнятих в ІКАО стандартів і рекомендацій.

Одним із методів покращення екологічної ситуації під час діяльності авіапідприємств є поява серії міжнародних стандартів систем екологічного менеджменту ISO 14000.

Система стандартів ISO 14000, на відміну від багатьох інших природоохоронних стандартів, орієнтована не на кількісні параметри (об'єм викидів, концентрації речовини і т.п.) і не на технології (вимога використовувати чи не використовувати певні технології, вимога використовувати «найкращу доступну технологію»). Основним предметом ISO 14000 є система екологічного менеджменту - environmental management system (EMS). Типові положення цих стандартів полягають у тому, що в організації мають бути введені і додержуватися певні процедури, підготовлені певні документи, призначений відповідальний за певну галузь.

Основний документ серії - ISO 14001 «Специфікації і посібник з використання систем екологічного менеджменту» - не містить жодних «абсолютних» вимог до впливу організації на навколишнє середовище, за винятком того, що організація в спеціальному документі повинна оголосити про своє прагнення відповідати національним стандартам. Усі його вимоги є такими, що «аудитуються» - передбачається, що відповідність чи невідповідність їм конкретної організації може бути встановлена з високою мірою певності. Саме відповідність стандарту ISO 14001 і є предметом формальної сертифікації.

Усі інші документи розглядаються як допоміжні - наприклад, ISO 14004 містить більш розгорнутий посібник зі створення системи екологічного

менеджменту, серія документів 14010 визначає принципи аудиту EMS. Серія 14040 визначає методологію «оцінювання ЖЦ», що може використовуватися під час оцінювання екологічних впливів, пов'язаних із продукцією організації.

Основні вимоги, що їх висуває до підприємств ISO 14001, можуть бути висунуті й для авіапідприємств. Відповідність цим вимогам означає, що підприємство має систему, яка відповідає цьому стандарту.

Такий характер стандартів зумовлений, з одного боку, тим, що ISO 14000 як міжнародні стандарти не повинні втручатися у сферу дій національних нормативів. З іншого боку, попередником ISO є «організаційні» підходи до якості продукції (наприклад, концепція «глобального управління якістю» - total quality management, ISO 9000), згідно з яким ключем до досягнення якості є вибудовування належної організаційної структури і розподіл відповідальності за якість продукції.

Стандарти ISO 14000 є «добровільними». Вони не замінюють законодавчих вимог, а забезпечують систему визначення того, як компанія впливає на навколишнє середовище і як виконуються вимоги законодавства.

За задумом ISO, система сертифікації має створюватися на національному рівні. Судячи з досвіду провідних країн, приміром Канади, у процесі створення національної інфраструктури сертифікації мають визначальне значення національні агентства зі стандартизації - Держстандарт, Торгово-промислові палати, союзи підприємців і т.д. Для екологізації авіаційної галузі доцільними є такі кроки:

- популяризація стандартів ISO 14000;
- популяризація основних принципів екологічного аудиту підприємств;
- підготовка фахівців-аудиторів;
- розвиток нормативної бази з екологічного аудиту;
- впровадження національної системи екологічної сертифікації.

Україна має Повітряний кодекс, згідно з яким аеропорт і аеропортова діяльність підлягають сертифікації (ст. 42). Постановою Кабінету Міністрів України від 29 березня 2000 р. за № 573 визначено, що Укравіатранс реєструє,

сертифікує та надає допуски до експлуатації цивільних повітряних суден, аеродромів, посадкових майданчиків, аеропортів, проводить сертифікацію технічних засобів, сертифікацію експлуатантів, суб'єктів комерційного обслуговування авіаційних перевезень, організовує та контролює підготовку, перепідготовку та сертифікацію авіаційного персоналу.

Атестація авіапрацівників - акція з боку повноважного органу, експлуатанта або авіаційного навчального закладу щодо встановлення відповідності їхніх фактичних знань, умінь, досвіду, психофізіологічного стану та інших якостей чинним кваліфікаційнопосадовим вимогам на право виконувати посадові обов'язки авіаспеціаліста.

Згідно з документами ІКАО, Україна повинна розробити систему сертифікації на повітряному транспорті, нормативні документи (базис) із сертифікації аеропортів, класифікаційні вимоги до аеропортів.

Набули чинності державні стандарти України, які стосуються діяльності аеропортів, зокрема:

- ДСТУ 2462-94. «Сертифікація. Основні поняття»;
- ДСТУ 3432-96. «Авіаційна наземна техніка»;
- ДСТУ 3228-95. «Аеродроми цивільні».

Розроблено й зареєстровано в Державному департаменті інтелектуальної власності вимоги й правила сертифікації ДМАБ - «Науково-методичне забезпечення сертифікації ДП «Міжнародний аеропорт “Бориспіль”».

Державний департамент авіаційного транспорту регламентує порядок процедури відкриття, допуску до експлуатації, правила сертифікації аеродромів, реєстрації та ліцензування аеропортової діяльності. Рішення про відкриття аеропорту для міжнародних польотів (пунктів пропуску і митного контролю) приймає уряд України. Дані про аеропорт заносять до спеціального банку даних реєстру аеропортів України.

Положення про реєстр аеропортів та порядок їх реєстрації встановлює Укравіатранс відповідно до вимог ДСТУ 3415-96. Дані про всі зміни, що

відбулися під час експлуатації, щодо оснащення, стану та обладнання аеропорту слід подавати в Укравіатранс і фіксувати в реєстрі.

Сертифікація аеродрому та аеропорту розглядається як складова державної системи сертифікації на повітряному транспорті України і здійснюється згідно із законами України «Про сертифікацію продукції і послуг», «Про захист прав споживачів» державними, міжнародними, відомчими стандартами та нормативами і вирішує завдання:

- створення умов для ефективної діяльності повітряного транспорту України;
- підтвердження відповідності об'єктів аеропорту встановленим вимогам;
- забезпечення польотів та запобігання актам незаконного втручання в діяльність аеропорту;
- забезпечення охорони навколишнього природного середовища;
- захист інтересів держави, суспільства і його громадян від несумлінності підприємств та інших юридичних і фізичних осіб, діяльність яких пов'язана зі здійсненням і забезпеченням повітряних перевезень та авіаційних робіт;
- реалізації антимонопольного законодавства, створення для роботи авіапідприємств умов вільної конкуренції.

Сертифікація аеропорту передбачає таку процедуру:

- подання заявки на сертифікацію;
- розгляд заявки та прийняття рішення щодо неї;
- експертизу доказової документації;
- обстеження (атестацію) аеропорту;
- аналіз результатів обстеження робіт із сертифікації і прийняття рішення щодо можливості видачі сертифіката відповідності та укладання ліцензійної угоди;
- оформлення, реєстрацію та видачу сертифіката відповідності;
- технічний нагляд за сертифікованим аеродромом та аеропортом;
- інформування про результати робіт із сертифікації аеродрому та аеропорту.

До аеропорту, що сертифікується, висувають такі вимоги:

- виконувати всі вимоги, висунуті органом із сертифікації аеропортів;
- забезпечити виконання норм і правил, регламентованих чинним законодавством;
- повідомляти орган із сертифікації щодо всіх суттєвих для експлуатації змін, які відбуваються в аеропорту;
- проводити регулярне планове інспектування безпеки польотів в аеропорту і за потреби - спеціальне інспектування, особливо після інцидентів і авіаційних пригод;
- у разі виявлення в аеропорту будь-яких невідповідностей чинним вимогам запроваджувати потрібні обмеження, що забезпечують польоти, та інформувати орган із сертифікації аеропортів;
- забезпечувати відповідність даних аеронавігаційної інформації фактичним характеристикам і параметрам аеродрому.

Сертифікати засвідчують відповідність аеродрому та аеропорту державним вимогам (нормам придатності) на діяльність щодо обслуговування повітряних перевезень і авіаційних робіт.

Аеропорт зможе обслуговувати повітряні перевезення та виконувати авіаційні роботи виключно за наявності відповідного сертифіката з доданими до нього спеціальними експлуатаційними положеннями. Не допускається експлуатації аеропорту без сертифіката або з простроченим терміном його дії.

Спеціальні експлуатаційні положення визначають права, допуски та обмеження для аеродрому та аеропорту, що належать до виконання польотів повітряними суднами, повітряних перевезень або авіаційних робіт, за даним сертифікатом.

Аеропортова діяльність, пов'язана з обслуговуванням на комерційній основі повітряних суден, пасажирів і вантажів, повинна здійснюватися юридичними і фізичними особами лише на підставі спеціальних дозволів (ліцензій).

Ліцензування аеропортової діяльності здійснюється відповідно до чинних правил і положень щодо ліцензування транспортного процесу на повітряному транспорті України і має на меті:

- забезпечити безпеку польотів і дотримання встановлених екологічних норм під час наземного обслуговування повітряних суден;
- забезпечити нормальне функціонування ринку авіаційних послуг, захист інтересів споживачів авіапослуг і реалізацію антимонопольного законодавства.

У ліцензіях можуть бути передбачені обмеження щодо території їхньої дії та видів виконуваних робіт. Ліцензія не звільняє від обов'язку мати потрібні свідоцтва, дипломи, робочі сертифікати та інші документи, передбачені правилами наземного обслуговування повітряних суден, експлуатації будівель, споруд, обладнання, технічних засобів, пристроїв та інших об'єктів.

Правилами ліцензування визначено перелік документів, які подаються для одержання ліцензії, порядок розгляду заяв, критерії оцінювання заявників, що претендують на отримання ліцензії, а також форма, порядок і строки оформлення та видачі ліцензії.

Висновки до розділу 5

Визначено, що реалізація екологічної безпеки базується на системному підході до аналізу та прогнозування змін і наслідків, які можуть виникнути в природних екосистемах та біосфері в цілому під впливом промислової і транспортної інфраструктури.

Розглянуто заходи щодо зниження впливу на навколишнє природне середовище пересувних та стаціонарних джерел забруднення на транспорті. З'ясовано, що правилами ліцензування визначено перелік документів, які подаються для одержання ліцензії, порядок розгляду заяв, критерії оцінювання заявників, що претендують на отримання ліцензії, а також форма, порядок і строки оформлення та видачі ліцензії

ВИСНОВКИ

Заклепувальні з'єднання - це нерозбірні з'єднання, які можна отримати при складанні деталей заклепками. Розбирання їх в основному супроводжується руйнуванням деталей з'єднання. Місце з'єднання деталей заклепками є заклепувальний шов.

Дефектом є кожна окрема невідповідність стану виробу встановленим вимогам нормативно-технічної документації (ДСТ 16504-81).

Відмови деталей, агрегатів пов'язані з виникненням і розвитком різного роду дефектів у процесі їх виробництва та експлуатації. Своєчасне виявлення несправностей і знання їх причин забезпечує надійність деталей машин, механізмів і виробу в цілому.

Основними пошкодженнями та дефектами елементів конструкції планера є: пошкодження, тріщини, вм'ятини, подряпини, деформації, втрата стійкості, знос, корозія, руйнування захисних покриттів. Їх можна класифікувати певним чином і віднести до експлуатаційних і складських дефектів. Експлуатаційні недоліки поділяються на дві основні групи. До першої групи належать природні дефекти, що виникають при тривалому використанні деталей протягом встановленого ресурсу. Друга група експлуатаційних дефектів - це дефекти, що виникають внаслідок порушення встановлених норм експлуатації. До дефектів, що виникають при зберіганні, належать механічні пошкодження, корозія та інші, що виникають на деталях, вузлах і агрегатах внаслідок порушення встановлених норм утримання, зберігання та транспортування.

В даному дипломному проекті розглянулась технологія відновлення обшивки і силового каркасу. З розрахунку на рівномірність можна зробити висновок, що два елементи будуть мати цілковиту рівномірність, якщо вони: геометрично подібні; мають рівні площі поперечного перерізу; виконані з того самого матеріалу; навантажуються силами, рівними за значенням, напрямком і місцем прикладення.

Також розглянути різні методи ремонту планера, в залежності від пошкодження і що саме пошкоджено. Технологічні процесу ремонту планера повинний відповідати наступним вимогам:

1. забезпечення експлуатаційної надійності виробів.
2. збереження міцності і твердості конструкцій.
3. забезпечення необхідної герметичності в необхідних відсіках або ємкостях.
4. збереження або зміна в припустимих межах аеродинамічних, геометричних і вагових характеристик.
5. забезпечення мінімальних витрат на ремонт.
6. забезпечення мінімальної тривалості ремонту.
7. створення безпечних умов для виконання ремонту.

Застосування нових видів обладнання для клепок і методів контролю значно покращує здійснення операції клепання. Для цього потрібно розробити нові технологічні карти в яких будуть використовуватись світові й вітчизняні технології при виконанні операції клепання. Не треба також забувати про те, що нові літаки відомих авіа-будівельних компаній застосовують у конструкції планера нові матеріали, такі як полімерно-композиційні матеріали. Композиційні матеріали значно легші за алюмінієві сплави, що застосовуються в якості обшивки. Тому світові авіа-будівельні компанії вкладають значну кількість свого бюджету на розробку нових матеріалів, які по характеристикам не уступають існуючим матеріалам, що застосовується зараз в авіації.

Описано технологію отримання нероз'ємного заклепувального з'єднання авіаційної конструкції з ПКМ спеціальною заклепкою з одностороннім підходом до дільниці, що ремонтується (до заклепувального шва).

Визначено, що існують два основні види контролю якості клепаних з'єднань: післяопераційний контроль, під час якого перевіряють правильність виконання окремих операцій у процесі клепання, і заключний контроль, під час якого оцінюють якість заклепкового шва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аболихина, Е. В. Коррозионная стойкость верхних панелей крыльев самолетов Ан-24, Ан-26 [Текст] / Е. В. Аболихина, А. И. Семенец, А. П. Еретин // Открытые информационные и компьютерные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 41.– X., 2009. – С. 27 – 38.
2. Аболихина, Е. В. Коррозионная стойкость обшивок нижних панелей кессонов крыла самолетов Ан-24, Ан-26 / Е. В. Аболихина, А. И. Семенец, А. П. Еретин // Открытые информационные и компьютерные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 41.– X., 2009. – С. 76 – 91.
3. Аболихина, Е. В. Коррозия самолетных конструкций из алюминиевых сплавов [Текст] / Е. В. Аболихина, А. Г. Моляр // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2003. – №6. – С. 106 – 110.
4. Айзенберг, Б. Е. Оценка и прогнозирование долговечности обшивок панелей планера воздушных судов, имеющих коррозионные повреждения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Айзенберг Борис Ефимович. – К., 1992. – 18 с.
5. Алябьев А.Я., Зайвенко Г.М., Волосович Г.А. Основы ремонта авиационной техники. Восстановление работоспособности деталей: Учеб. пособие. – К.: КИИГА, 1992. – 96 с.
6. Алябьев А.Я., Зайвенко Г.М., Волосович Г.А. Основы ремонта авиационной техники. Сборка и испытание летательных аппаратов и авиационных двигателей при ремонте: Учеб. пособие. – К.: КИИГА, 1993. – 98 с.
7. Белецкий, В. М. Алюминиевые сплавы (состав, свойства, технология, применение) [Текст]: справ. / В. М. Белецкий, Г. А. Кривов; под общ. ред. И. Н. Фридляндера. – К.: Коминтех, 2005. – 365 с.
8. Буріченко Л. А. Охорона праці в цивільній авіації підручник для вузів, К. КИИГА, 1986 – 52 с.
9. Быков, М. Н. Выбор и назначение директивной технологии

нанесения покрытий силовых авиаконструкций по критериям долговечности и экономической эффективности: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.02 / Быков Михаил Николаевич. – К.: Нац. авиац. ин-т, 2013. – 205 с.

10. Бычков, А. С. О взаимосвязи юридически-правовой поддержки жизненного цикла воздушных судов и проблемы обеспечения безопасности их конструкций [Текст] / А. С. Бычков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (84).– Х., 2015.

11. Види з'єднань деталей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://subject.com.ua/textbook/work/6klas/18.html>

12. Голего, Н. Л. Фреттинг-коррозия металлов [Текст] / Н. Л. Голего, А. Я. Алябьев, В. В. Шевеля. – К.: Техника, 1974. – 272 с.

13. Гребеников, А. Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций [Текст]: моногр. / А. Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. – 532 с.

14. ДНАОП 5.1.30-1.06-98 (НПАОП 63.23-1.06-98) Правила безпеки праці при технічному обслуговуванні і поточному ремонті авіаційної техніки.

15. Дубинский В. С. Порядок учета возможного снижения прочностных характеристик авиаконструкций из-за коррозии при установлении ресурса планера [Текст] / В. С. Дубинский // Отчет ЦАГИ. – 1972. – №5004.

16. Запорожець О.І., Русаловський А.В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах та роботах. Для студентів всіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст», «Магістр».-К.: НАУ, 2006.-15с.

17. Зварювання, поняття, види і класи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://b2b.imperija.com/ua/svarka-vidy-klassy.html>

18. Игнатович, С. Р. Мониторинг выработки усталостного ресурса летательных аппаратов [Текст]: моногр. / С. Р. Игнатович, М. В. Карускевич. – К.: НАУ, 2014. – 244 с.

19. Кривов Г.О., Тітов В.А., Лупкін Б.В. а ін. Конструкції з металевих композиційних матеріалів. – К.: Техніка, 1992 – 224 с.
20. Кудрін А.П., Зайвенко Г.М., Волосович Г.А., Хижко В.Д. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів: Підручник. – К: Видавництво НАУ, 2002. – 491 с.
21. Методичні вказівки по дипломному проектуванню Київ КМУЦА, 2008 р.
22. Механіка руйнування і міцність матеріалів [Текст]: дов. посібник / за заг. ред. В. В. Панасюка. – Т. 9. Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О. П. Осташ, В. М. Федірко, В. М. Учанін, С. А. Бичков та ін.; за ред. О. П. Осташ, В. М. Федірко. – Л.: Сколом, 2007. – 1068 с.
23. НАОП 5.1.30-2.12-85 (ОСТ 54 30041-85) Порядок забезпечення працівників та службовців цивільної авіації засобами індивідуального захисту, утримання, експлуатації та догляду за ними.
24. НАОП 5.1.30-2.15-87 (ОСТ 54 72007-87) Шум. Організація та методика контролю на авіапідприємствах.
25. Новые технологии авиастроения [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/192541548.html>
26. НПАОП 63.23-5.02-84 (НАОП 5.1.30-5.02-84) Інструкція з питань охорони праці та пожежної безпеки на об'єктах паливозабезпечення підприємств цивільної авіації.
27. О конструктивно-силовых схемах элементов планера самолета. Часть 1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: Фюзеляж.<http://avia-imply.ru/konstruktivno-silovie-shemi-samoleta-fuzeljag/>.
28. Обнаружение, устранение коррозии, восстановление и усиление противокоррозионной защиты элементов конструкции планера изделий Ан-24, Ан-24Т, Ан-26, Ан-30, Ан-32 в эксплуатации и при капитальном ремонте [Текст] // Производственная инструкция ОПИ 472-87. – 1987.
29. Определение скорости роста трещины у алюминиевого сплава

В93пчТ1 в различных средах при длительном статическом нагружении [Текст] // Технический отчет ВИАМ. – 1991. – 32 с.

30. Охорона навколишнього середовища в цивільній авіації. Підручник для студентів вищих навчальних закладів ГА, Л. А. Буріченко, І. М. Науменко, А. С. Протоєрейський. М. Машинобудування, 1992. – 320 с.

31. Прогнозирование ресурса авиационных конструкций с многоочаговым повреждением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/17702>.

32. Соединение заклепками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technologys.info/metall/tonkoprovoloка/zakliopki.html>

33. Трофимов, В. А. Особенности эксплуатационных разрушений деталей шасси самолета [Текст] / В. А. Трофимов, А. Г. Моляр // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2001. – №2. – С. 170 – 174.

34. Трощенко, В. Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов. [Текст] / В. Т. Трощенко, Л. А. Сосновский. – К.: Наук. думка, 1987. – Ч.1. – 602 с.

35. Трощенко, В. Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов. [Текст] / В. Т. Трощенко, Л. А. Сосновский. – К.: Наук. думка, 1987. – Ч.2. – 1303 с.

36. Фридляндер, И. Н. Алюминиевые сплавы в летательных аппаратах в периоды 1970 – 2000 и 2001 – 2015 гг. [Текст] / И. Н. Фридляндер // Технология легких сплавов. – 2002. – №4. – С. 12 – 17.

ДОДАТКИ

Додаток А

Характеристика герметиків, які застосовуються в процесі ремонту

Вид і марка герметика	Призначення	Робоче середовище		Життєздатність герметика, год	Товщина шару герметика, мм	Спосіб нанесення
		повітря	паливо			
		підшарок				
Паста, яка самовулканізується, У-30М	Герметизація кабін, паливних та інших відсіків	Клей 88	Клей К-50 або ВТУР	2 – 30	1,5 – 2	Щітка, шприц
Паста, яка самовулканізується, У-30мес-5		Не вимагається		2 – 15	1,5 – 2	Щітка, шприц
Стрічка, яка самовулканізується, У-20А	Герметизація кабін	Не вимагається		Не обмежена	0,3 – 0,4	Стрічка
Паста, яка самовулканізується, УТ-37	Герметизація кабін, паливних та інших відсіків	Не вимагається		2 – 30	1,5 – 2	Шпатель
Розчин, який самовулканізується, ВТУР	Герметизація паливних і приладових відсіків	Не вимагається		6 – 36	0,5 – 0,8 (три шари)	Щітка, поливання*
Замазка і просочена замаскою тканинна стрічка ТГ-18	Герметизація кабін, приладових та інших відсіків з повітряним середовищем	Не вимагається		Не обмежена	0,5 - 2	Шпатель, стрічка
Плівка клею БФ-4	Герметизація кабін, приладових відсіків з повітряним середовищем	Не вимагається		Не обмежена	1,5	Стрічка

*Поливання застосовується у відсіці крила, де розміщується паливо.

Технічні характеристики дефектоскопа АД-40 І:

Максимально допустима товщина обшивки на внутрішньому алюмінієвому або сталюму елементі товщиною не менше 10 мм: для алюмінієвих сплавів для сталі для склопластика	2,0 мм 1,2 мм 2,5 мм
Продуктивність контролю	10 м ² /ч
Живлення: від мережі змінного струму частотою 50Hz від мережі постійного струму від акумуляторної батареї	220, 30VA 27V, 18W 9,4V + 0,9V, 1,35 A
Габарити	465x155x264 мм
Маса дефектоскопа з блоком живлення мережевим	9,5 кг

Технічні характеристики дефектоскопа ІД-91 М:

Максимальна глибина виявлення дефекта: для ПКМ для алюмінієвих сплавів	SP	RSP
	перетворювач	перетворювач
	13 мм	3 мм
	4 мм	1,5 мм
Діапазон робочих температур, град. С	-10...+40	
Параметри електронного блока, мм	62x152x200	
Параметри SP перетворювача, мм	67x28x45	
Параметри RSP перетворювача, мм	100x32x22	
Маса електронного блока, кг	1.0	