

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2020 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з спеціальності **131 Прикладна механіка**

на тему: Реінжиніринг гідро-пневматичного амортизатора стійки літака

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-61-1

Руденко Максим Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

к.т.н., доц. Ночніченко І. В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці
(назва розділу)

ст.викладач Ковтун А.І.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

к.т.н., доц. Борис Р.С.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (прізвище ініціали)

“ _____ ” _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Руденко Максим Олександрович

1. Тема проекту: реінжиніринг гідро-пневматичного амортизатора стійки літака;
керівник проекту: к.т.н., доц. Ночніченко І. В.;

затверджена наказом по університету від “ 20 ” травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту – 09.06.2020;

3. Вихідні дані до проекту: амортизатор стійки літака (гідро-газовий), робочі рідини для дослідження: АМГ-10, Skydroll LD-4, И-20, літак – Ан-148, перепад температур: -40...+60°C, тиск заряджання амортизатора – 4,5 МПа, робочий газ – азот технічний, хід штока амортизатора – 300 мм, внутрішній діаметр основної гільзи – 120 мм;

4. Зміст пояснювальної записки:

Розділ 1: гідравлічні системи демпфування літака Ан-148;

Розділ 2: вибір схеми реінжинірингу рідинно-газового амортизатора;

Розділ 3: розрахунок впливу температури на параметри амортизатора основної стійки шасі Ан-148 та вибір оптимальної гідравлічної рідини;

Розділ 4: технологія машинобудування;

Розділ 5: охорона праці;

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо) 5 листів-А1:

Лист 1: Система зарядки рідинно-газового амортизатора. Схема гідравлічна принципова;

Лист 2: Схема навантаження трьохопорної системи шасі Ан-148. Вигляд загальний;

Лист 3: Схема роботи амортизатора основної стійки шасі;

Лист 4: Амортизатор стійки основної опори. Складальне креслення;

Лист 5: Деталювання;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		
3. Вибір схеми реінжинірингу рідинно-газового амортизатора	доц.Ночніченко І.В.		
4. Розрахунок впливу температури на параметри амортизатора основної стійки шасі Ан-148 та вибір оптимальної гідравлічної рідини	доц.Ночніченко І.В.		

7. Дата видачі завдання 10.11.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд амортизаційної системи стійки літака	10.11.19	
2	Реінжиніринг схеми роботи АС	08.02.20	
3	Розрахунок впливу температури на параметри амортизатора	16.02.20	
4	Огляд робочих авіаційних рідин	02.03.20	
5	Визначення витратної характеристики у дроселюючому вузлі амортизатора	04.03.20	
6	Розрахунок коефіцієнтів витрат	08.03.20	
7	Підбір найбільш стабільної робочої рідини	29.03.20	
8	Лист: гідравлічна схема системи зарядки рідинно-газового амортизатора	14.04.20	
9	Лист: схема навантаження трьохопорної системи шасі	19.04.20	
10	Лист: схема роботи амортизатора основної стійки шасі	23.04.20	
11	Лист: складальне креслення амортизатора стійки основної опори	27.04.20	
12	Лист: Деталювання	14.05.20	
13	Технологія машинобудування	26.05.20	
14	Охорона праці	04.06.20	
15	Оформлення дипломного проекту	08.06.20	

Студент

(підпис)

Керівник проекту

(підпис)

Руденко М.О.
(прізвище та ініціали)

Ночніченко І.В.
(прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка	
1	A4	–	Завдання на дипломний проект	2		
2	A4	ДП МА61106. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	83		
3	A2	ДП МА61106. 01.000 ГС	Система зарядки рідинно-газового амортизатора. Схема гідравлічна принципова	1		
4	A1	ДП МА61106. 02.000 ВЗ	Схема навантаження трьохопорної системи шасі Ан-148. Вигляд загальний	1		
5	A2	ДП МА61106. 03.000 СР	Схема роботи амортизатора основної стійки шасі	1		
6	A1	ДП МА61106. 04.000 СК	Амортизатор стійки основної опори. Складальне креслення	1		
7	A3	ДП МА61106. 04.01.000	Букса	1		
8	A3	ДП МА61106. 04.02.000	Гільза	1		
9	A3	ДП МА61106. 04.03.000	Плунжер	1		
10	A3	ДП МА61106. 04.04.000	Тарілка клапанна	1		
11	A4	ДП МА61106. 04.000 СК	Специфікація	2		
		ПІБ	Підп.	Дата		
Розробн.	Руденко М.О.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Ночніченко І.В.				1	83
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н/контр.					Каф.ПІГМ, Гр.МА-61-1	
Зав.каф.						

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Реінжиніринг гідро-пневматичного амортизатора стійки літака

Київ – 2020 рік

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розглянуто роботу гідро-пневматичного амортизатора стійки літака Ан-148. Проаналізовано температурний вплив на характеристики амортизатора. Запропоновано схему реінжинірінгу амортизатора.

В процесі роботи було розраховано залежність числа Рейнольдса і коефіцієнта витрат від температури робочих рідин АМГ-10, Skydroll LD-4 та И-20. За результатами розрахунків побудовано відповідні залежності та підібрано рекомендовані кліматичні зони використання для кожної рідини.

Дипломна робота містить такі розділи:

1. Гідравлічні системи демпфування літака Ан-148;
2. Вибір схеми реінжинірінгу рідинно-газового амортизатора;
3. Розрахунок впливу температури на параметри амортизатора основної стійки шасі Ан-148 та вибір оптимальної гідравлічної рідини;
4. Технологія машинобудування;
5. Охорона праці.

Робота містить 18 таблиць, 28 рисунків, 13 літературних джерел та 1 додаток.

Амортизатор, реінжинірінг, літак, шасі, гідравлічний, пневматичний, коефіцієнт витрати, робоча рідина, число Рейнольдса, щільність, в'язкість, температура.

ANNOTATION

The diploma project considers the operation of the hydro-pneumatic shock absorber of the An-148 aircraft rack. The temperature effect on the characteristics of the shock absorber is analyzed. The scheme of reengineering of the shock-absorber is offered.

In the process, the dependence of the Reynolds number and the flow rate on the temperature of the working fluids AMG-10, Skydroll LD-4 and I-20 was calculated. Based on the results of the calculations, the relevant dependences were constructed and the recommended climatic zones of use for each family were selected.

Thesis contains the following sections:

1. Hydraulic damping systems of the An-148 aircraft;
2. Selection of the scheme of reengineering of the liquid-gas shock-absorber;
3. Calculation of the influence of temperature on the parameters of the shock absorber of the main rack of the chassis An-148 and the choice of the optimal hydraulic fluid;
4. Technology of mechanical engineering;
5. Labor protection.

The work contains 18 tables, 28 figures, 13 references and 1 addition.

Shock absorber, reengineering, aircraft, chassis, hydraulic, pneumatic, flow rate, working fluid, Reynolds number, density, viscosity, temperature.

ЗМІСТ

ВСТУП		8
РОЗДІЛ 1.	ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ ДЕМПФУВАННЯ ЛІТАКА АН-148	10
1.1.	Загальні відомості та тактико-технічні характеристики літака АН-148	10
1.2.	Шасі літака	15
1.3.	Робота амортизаційної система	18
1.3.	Огляд рідинно-газового амортизатору літака	23
РОЗДІЛ 2.	ВИБІР СХЕМИ РЕІНЖИНІРІНГУ РІДИННО-ГАЗОВОГО АМОРТИЗАТОРА	27
РОЗДІЛ 3.	РОЗРАХУНОК ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПАРАМЕТРИ АМОРТИЗАТОРА ОСНОВНОЇ СТІЙКИ ШАСІ АН-148 ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ГІДРАВЛІЧНОЇ РІДИНИ	34
3.1.	Вимоги до робочих рідин амортизаторів	34
3.2.	Порівняльний огляд робочих рідин.	36
3.3.	Розрахунок залежності коефіцієнта витрати і числа Рейнольдса від температури робочої рідини амортизатора АН-148	44
3.3.1.	Розрахунок коефіцієнта витрат та числа Рейнольдса для рідини АМГ-10	47

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>			
					<i>Рейнжиніринг гідро-пневматичного амортизатора стійки літака. Пояснювальна записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Рцденко М.О.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Начніченко І.В.</i>						
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Реценз.</i>						<i>Лист 6</i>	<i>Листов 83</i>	
<i>Н. Контр.</i>					<i>КПІ ім. Сікорського</i>			
<i>Утв.</i>								

3.3.2.	Розрахунок коефіцієнта витрат та числа Рейнольдса для рідини Skydroll LD-4	52
3.3.3.	Розрахунок коефіцієнта витрат та числа Рейнольдса для рідини И-20	56
РОЗДІЛ 4.	ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	62
4.1.	Технологічний контроль якості кресленика	62
4.2.	Технологічні операції	65
РОЗДІЛ 5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	72
5.1.	Оцінка робочого приміщення	72
5.2.	Аналіз мікрокліматичних умов	74
5.3.	Шум	75
5.4.	Освітлення виробничого приміщення	76
5.5.	Електробезпека	78
5.6.	Пожежна безпека	79
Висновки		81

ВСТУП

Авіаційний транспорт є однією з найважливіших галузей національної економіки, ефективне функціонування якої є необхідною умовою стабілізації, структурних перетворень, розвитку та провадження зовнішньоекономічної діяльності, задоволення потреби населення і суспільного виробництва в перевезеннях. Саме ці аспекти є головними при проектуванні та модернізації літаків. При збільшенні швидкостей польотів, які значно перевищують швидкість звуку. Це викликало необхідність в більш потужних джерелах енергії, що приводять до значного підвищення температур. При переході до таких високих температур прийнято вважати найбільш раціональною систему, засновану на гідравлічному принципі роботи, яку зазвичай комбінується з електричною.

На сучасних літаках за допомогою гідросистем забезпечується робота різних гідроагрегатів, що приводять у дію механізми підйому та випуску шасі, закрилків, різних люків, управління поперечним, поздовжнім і подорожнім курсом літака, у правління повітря забірником і соплом двигуна. На гідравлічному принципі заснований пристрій гасителів коливань - демпферів, амортизаторів і т. п.

Широке використання гідравлічних пристроїв на літаках зумовлено в основному їхніми малими габаритами та вагою. Покращення тактико-технічних характеристик літальних апаратів ставить нові, підвищені, вимоги до гідросистем та амортизаційних систем. Амортизаційні системи літаків поглинають і розсіюють удари при посадці, роблячи її м'якою як для пасажирів, так і для відповідальних вантажів, а головне зменшують ударні навантаження на елементи шасі. Гідравлічні та пневмо-гідравлічні амортизатори найбільш розповсюджені у літакобудуванні. Робочим середовищем амортизатора судна є гідравлічне масло або газо-гідравлічна суміш. Вибір типу і марки робочої рідини

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

визначається призначенням, ступенем надійності та умовами експлуатації гідроприводів.

Оцінка основних властивостей рідин відбувається шляхом порівняння ряду параметрів таких як: зовнішній вигляд, температура спалаху, температура самозаймання, температура застигання, кислотне число, кінематична в'язкість, вміст води, гідролітична стійкість, деаеруюча здатність, густина та інші.

Температурні показники робочих рідин, до яких відносяться: температура застигання, робоча і максимальна температура, температура спалаху рідини, які є дуже важливими теплофізичними характеристиками рідини при її виборі, оскільки впливають на працездатність гідросистеми в заданих умовах.

При проектуванні гідравлічних та амортизаційних систем, що працюють при важких температурних умовах, важливим є підбір задовільної робочої рідини, оскільки вона має забезпечувати необхідні експлуатаційні показники виробів. При кожному конкретному випадку необхідно враховувати комплекс властивостей, які найкраще відповідають задачам, що вирішуються авіаційним гідроприводом.

Суттєві відмінності між рідинами проявляються в фізико-хімічних параметрах при температурах кипіння, спалаху, застигання, що пояснюється їх хімічним складом. У зв'язку з цим робочі рідини на різній основі можуть взаємозмінюватись, але це приводить до незначних конструктивних змін деяких вузлів систем, заміни ущільнень, фільтруючих елементів. Аналіз впливу властивостей робочих рідин нерозривно пов'язаний з розвитком, змінами та удосконаленням промисловості.

Метою проекту є: підвищення термостабільності гідро-газового амортизатора стійки літака;

Задачі проекту: зменшити температурний вплив на роботу амортизатора, стабілізувати зусилля опору демпфера шасі, дослідити залежність коефіцієнта витрати і числа Рейнольдса від температури робочої рідини амортизатора, підібрати раціональний тип рідини для змінних умов експлуатацій.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 1. ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ ДЕМПФУВАННЯ ЛІТАКА АН-148

Усі літальні апарати функціонують за схожими законами - використовують підйомну силу крила. Літаків серед інших машин, які рухаються повітрям, таких як гвинтокрили, аероплани, аеростати, дирижаблі, відрізняє наявність нерухомих крил, двигуна, який створює реактивну або гвинтову тягу та забезпечує літак енергією. Також в літаку присутня система управління, яка забезпечує вибір і підтримання напрямку польоту. Проте кожна модель літального апарату має свої особливості, які і визначають їхні характеристики та призначення. Усі системи та агрегати судна тісно між собою пов'язані, навіть дублюють функції один одного для збереження керованості бота в разі виходу з ладу однієї із систем. Це у свою чергу створює прямий взаємний вплив усіх систем літака. На роботу тільки одного амортизатора впливає безліч факторів: маса літака, швидкість руху, швидкість посадки, характер аеродрому, температура навколишнього середовища, тип робочої рідини що використовується, його розташування в схемі шасі тощо. Для розуміння роботи авіаційного амортизатора літака АН-148 необхідно провести огляд його технічних характеристик та огляд гідравлічних амортизаторів, їх роботу та вимоги до них.

1.1. Загальні відомості та тактико-технічні характеристики літака Ан-148.

Регіональний пасажирський літак Ан-148 забезпечує перевезення в однокласній компоновці від 70 пасажирів з відстанню крісел 864 мм до 80 пасажирів з відстанню крісел 762 мм. З метою забезпечення гнучкості задоволення вимог різних авіакомпаній, а також з метою зниження експлуатаційних витрат та підвищення рентабельності перевозок передбачається сертифікація базового літака у варіантах з максимальною дальністю польоту від 2200 до 5100 км. Крейсерська швидкість польоту 820-870 км/год. (рис.1.1). Літак

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Кількість модифікацій базової конструкції Ан-148 (табл. 1.1) тільки підкреслює затребуваність на ринку, а це в свою чергу показник якісно проробленої роботи творцями літака. Багатоцільове призначення Ан-148 ставить свої вимоги до роботи системи амортизації, яка має працювати і в мороз, і в спеку та на аеродромах з різним покриттям [1].

Таблиця 1.1 [1]

Модифікації АН-148

Модель	Характеристика
Ан-148-100А	Призначений для польотів малої дальності – на відстань 2000-3000 км, з невеликою кількістю пасажирів - 70-80 чол.
Ан-148-100В	Розрахункова пасажиро-місткість 70-80 осіб, із базовою дальністю польоту для Ан-148 3600 км.
Ан-148-100ЕМ	Салон оснащений медичними модулями з кількома варіантами пасажирських місць.
Ан-148-100Е	Фюзеляж розрахований на пасажиромісткість до 80 осіб.
Ан-158	Літак має подовжений фюзеляж і дозволяє перевозити до 99 пасажирів на відстань до 2500 км.
Ан-168МП	Літак призначений для патрулювання небесного простору і земної поверхні.
Ан-178	Військово-транспортний варіант на базі Ан-158.

Літак випускається в декількох модифікаціях (табл.1.1), проте усі варіанти модифікації мають такі ж технічні характеристики які в літака-флагмана АН-148. Ці параметри наведені в таблицях 1.2 та 1.3.

1.2. Шасі літака

Шасі являє собою систему опор, які отримують навантаження при вильоті, посадці, русі та стоянці літака на землі, палубі авіаносця чи воді. Конструкція опор складається із опорних елементів – колі, лиж або інших пристроїв, за допомогою яких літак торкається з посадковою поверхнею, та силових елементів конструкції – стоек, траверс, підкосів тощо, які з'єднують опорні елементи з фюзеляжем чи крилом.

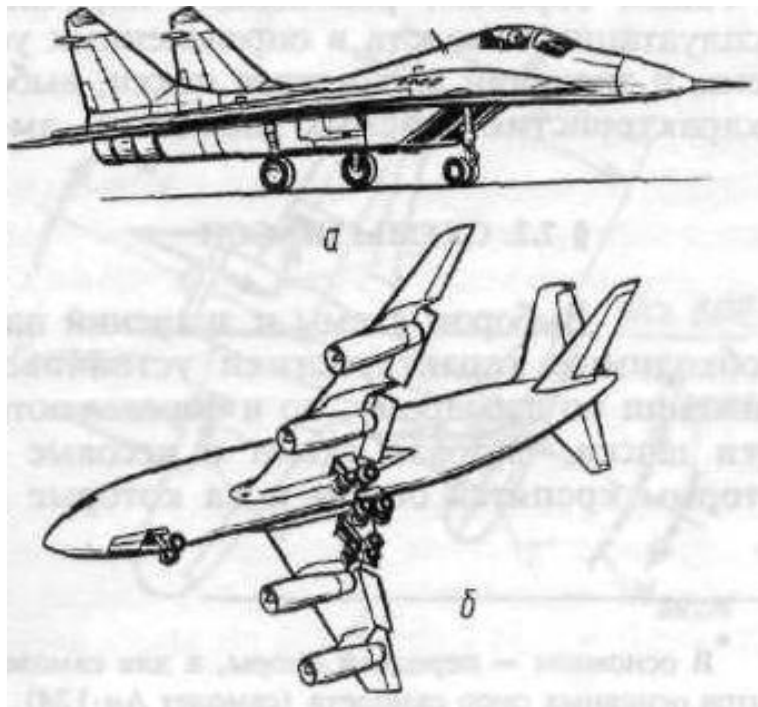


Рис.1.2. Загальний вид шасі літака: а – сучасний винищувач з трьохопорною системою; б – пасажирський літак з багатоопорним шасі [2]

В конструкцію шасі входить амортизаційна система та тормозні пристрої які дозволяють:

- сприймати за допомогою шасі виникаючі статичні та динамічні навантаження, запобігаючи тим самим руйнування конструкцій агрегатів літака.
- розсіюють поглинаючу енергію ударів літака при посадці і русі на нерівній поверхні після його приземлення для скорочення довжини пробігу.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ				

- поглинають і розсіюють значну частину кінетичної енергії поступального руху літака після його приземлення для скорочення довжини пробігу.

Саме у вирішенні цих завдань стоїть основне призначення шасі, його маса досягає 3-5% від злітної маси літака. Конструкція шасі, працюючи в тяжких умовах навантаження при русі по аеродрому, впливає на конструкцію літака в цілому.

Основні вимоги до шасі, окрім загальних до всіх агрегатів літака, таких як забезпечення найменшої маси при збереженні міцністних характеристик і довговічності, включають і ряд специфічних вимог:

- стійкість та керованість судна при розгоні, пробігу, кермуванні, маневруванні і буксируванні. Необхідні значення характеристик стійкості і керованості літака при його русі по аеродрому досягаються завдяки вибору схеми і параметрів шасі, характеристик гальмівної і амортизаційної системи.

- амортизацію навантажень, виникаючих при посадці і кермуванні.

- надійну фіксацію опор і стулок шасі у випущеному і зібраному положеннях. Повинна виключати можливість самовільного випадання шасі і його складані на землі.

З безлічі можливих конструктивно-компоновочних рішень, що забезпечують задані технічні завдання умов базування, найбільш широке застосування на літаках різних типів одержало колісне трьохопорне шасі з носовою опорою (рис. 1.3). У такій системі відсутні недоліки які мають інші варіанти розміщення опор, так як центр мас літака розташований попереду основних опор, а передня опора винесена далеко вперед по відношенню до центра мас літака. При посадці на основні опори навіть на підвищеній швидкості літак з передньою опорою має тенденцію до опускання носа (центр мас знаходиться попереду основних опор) і до зменшення кута атаки і підйомної сили. Це зводить до мінімуму можливість підкидання літака.

На рис. 1.3 а, б показана схема сил та моментів, що діють на літак від опорних елементів. Відновлювальний момент $M_{восст}$ виникає при відхиленні

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

гідравлічною системою. Резервний випуск виконується роздільно: для носової опори – механічною системою, для основних опор – гідравлічною системою (і дублюючою) механічною системою.

Система гальмування коліс забезпечує основне, резервне і стояночне гальмування, автоматичне післяполітне гальмування коліс, захист від юзу і блокування гальмування до розкрутки коліс.

Система охолодження коліс призначена для запобігання перегріву гальм коліс при гальмуванні.

Система керування рульовим пристроєм забезпечує: керування літаком в кермувальному і злітно-посадковому режимах, роботу рульового пристрою в режимі «Орієнтування», демпфування коливань передньої опори.

1.3. Робота амортизаційної система

Амортизаційна система літака - це, таким чином, система амортизаційних стоек, що включають у себе колесо (або інший опорний пристрій) і власне амортизатор, що має демпфуючий та пружний елементи.

Конструкція сучасних амортизаційних стоек дозволяє забезпечити надійну експлуатацію літаків навіть при їхньому базуванні на елементарно підготовлених злітно-посадочних смугах

Амортизаційна система АС – пневматики коліс і амортизатори повинні бути розрахованими на поглинання всієї нормованої енергії при посадці, щоб зусилля в елементах конструкції літака не перевищували розрахункових. Ця енергія має бути розсіяна амортизацією.

Головна функція АС - поглинання й розсіювання основної частини енергії вертикального руху при посадці літака, а також демпфірування навантажень, обумовлених кривизною при зльоті, посадці й русі по аеродрому.

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

Вертикальна складова кінетичної енергії літака в момент торкання землі при посадці визначається за масою літака при посадці $m_{\text{пос}}$ і вертикальною швидкістю V_y зниження по формулі [2]:

$$E_y = m_{\text{пос}} \cdot V_y^2 / 2$$

Для літаків $V_y = 3,0 \dots 4,5$ м/с [2].

Ця енергія E_y переходить роботу деформації A_y амортизаційної системи літака.

За законом збереження енергії при ударі літака об землю виконується робота:

$$A_y = E_y = \frac{m_{\text{пос}} \cdot V_y^2}{2} = P \cdot s \cdot \eta,$$

де P - максимальна вертикальна сила удару літака при посадці;

s - шлях цієї сили;

η - ККД системи, що враховує ту обставину, що сила P змінюється при зменшенні (гасінні) вертикальної швидкості літака (V_y у момент торкання землі) до нуля. Якщо не прийняти спеціальних мір, кінетична енергія літака трансформується в роботу деформації ЗПС і конструкції літака, але оскільки ці деформації s (тобто шлях сили удару літака при посадці) досить малі, то сила P буде непомірно велика й зруйнує конструкцію літака.

При ударі коліс об поверхню ЗПС відбувається обтиснення пневматика і відбувається робота на пружну деформацію покришки колеса, (гуми й корда) і незначний стиск повітря в пневматику. Температура пневматика й повітря в ньому підвищується, і за рахунок цього відбувається розсіювання частини енергії в навколишньому просторі у вигляді тепла – за рахунок цього відбувається гістерезис.

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ				

Однак гістерезис пневматика дуже малий. Основна частина енергії, накопичена пневматиком у вигляді потенційної енергії стисненого повітря й енергії пружної деформації покриття, вертається літаку, що викликає коливання.

Отже, крім колеса із пневматиком, необхідно мати додатковий пристрій, що володіє більшим, ніж колесо, гістерезисом. Більшим гістерезисом володіє, наприклад, гідравлічний пристрій демпфер, схема якого показана на рис 1.4. Сила P , прикладена до штока 1, викликає поступальний рух поршня 2 усередині гідроциліндра 3, заповненого робочою рідиною й закріпленого на опорі 4.

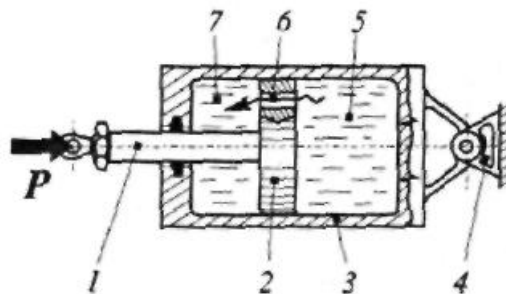


Рис. 1.4. Схема гідравлічного демпфера [2]

При цьому робоча рідина витісняється поршнем 2 з порожнини 5 циліндра й, проходячи через калібровані отвори 6 у поршні 2, надходить у порожнину 7 гідроциліндра. Робота сили P на переміщення штока витрачається на подолання сил тертя рухливих частин і, в основному, на проштовхування робочої рідини через калібровані отвори, тобто на подолання сил гідравлічного опору при перетіканні рідини. Цей опір тим більше, чим більше швидкість руху штока (і, відповідно, швидкість плинину рідини через отвори в поршні) і чим менше діаметр (калібр) отворів. За рахунок тертя часток рідини одна об одну та об стінки отвору підвищується температура рідини й конструкції демпфера. Через стінки демпфера у вигляді тепла розсіюється в просторі вся енергія, прикладена до штока демпфера.

Однак якщо такий пристрій буде використано для поглинання кінетичної енергії літака при посадці A_y , то, поглинувши всю енергію A_y , демпфер перетвориться в жорстку конструкцію (шток дійде до упору). Удари колеса по

нерівностях злітно-посадкової смуги при пробігу й кермуванні будуть у цьому випадку передаватися на конструкцію літака, що неприпустимо.

Тому після сприйняття удару необхідно повертати демпфуючий елемент, у вихідне положення. Це можна здійснити, «запасаючи» частину енергії в пружному елементі й витрачаючи її після удару на повернення демпфуючого елемента, у вихідне положення.

Амортизатор шасі (незалежно від конструктивного виконання) - пристрій, що сполучає в собі гасячий та пружний елементи й призначений для зниження навантажень на конструкцію літака за рахунок поглинання й розсіювання енергії ударів, які сприймає літак при посадці й русі по ЗПС.

Пружним елементом амортизатора може бути, наприклад, пружина. На рис. 1.5 показана схема рідинно-пружинного амортизатора.

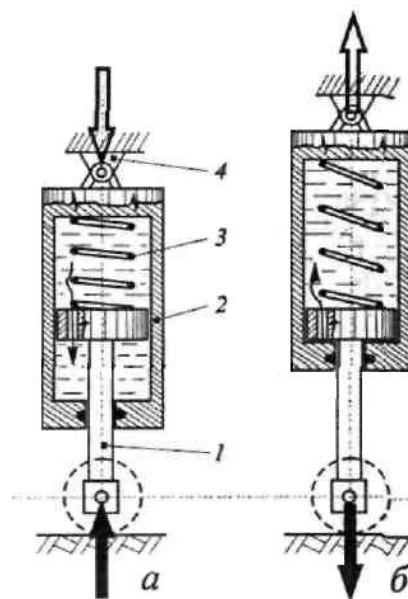


Рис. 1.5 Схема рідинно - пружинного амортизатора [2]:

а - прямий хід; б - зворотний хід

Після контакту колеса із злітно-посадковою смугою у момент посадки (рис. 1.5, а) сила від колеса передається на шток амортизатора 1. Центр мас

літака, що знижується, і корпус 2 амортизатора, нерухомо закріплений на конструкції планера літака 4, рухається вниз (прямий хід).

При цьому частина енергії літака розсіюється за рахунок перетікання рідини в демпфуючому елементі амортизатора й за рахунок тертя рухливих частин амортизатора. Енергія, що залишилася, запасається амортизатором у вигляді енергії пружної деформації пружини 3.

Нагадаємо, що частина енергії літака трансформується в теплову й пружну енергію пневматиком колеса.

Після закінчення прямого ходу (коли вся енергія літака повністю передана амортизатору й амортизатор повністю обтиснутий) за рахунок розпрямлення пружини 3 починається зворотний хід (рис. 1.5, б). При цьому центр мас літака піднімається нагору за рахунок енергії, запасеної пружним елементом амортизатора – пружиною.

Однак не вся пружна енергія перетворюється в потенційну енергію положення літака щодо поверхні злітно-посадкової смуги. Частина її на зворотному ході також розсіюється у вигляді тепла за рахунок перетікання рідини в демпфуючому елементі амортизатора. Таким чином, відбувається гальмування (зменшення кінетичної енергії E_y й, отже, зменшення швидкості V_y) на прямому й зворотному ході.

Енергія, що запасається пружним елементом амортизатора, досить велика, і зворотний хід амортизатора відбувається досить інтенсивно, що може викликати відрив від злітно-посадкової смуги літака. Щоб уникнути цього явища й одержати більш «м'який» амортизатор, потрібно збільшити кількість енергії, що розсіюється на зворотному ході. Це можна зробити ввівши в конструкцію амортизатора клапан гальмування на зворотному ході.

1.3. Огляд рідинно-газового амортизатору літака

У цей час найбільше поширення одержали рідинно-газові амортизатори. В них робочим середовищем служать газ і гідравлічна рідина. Газ являється

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

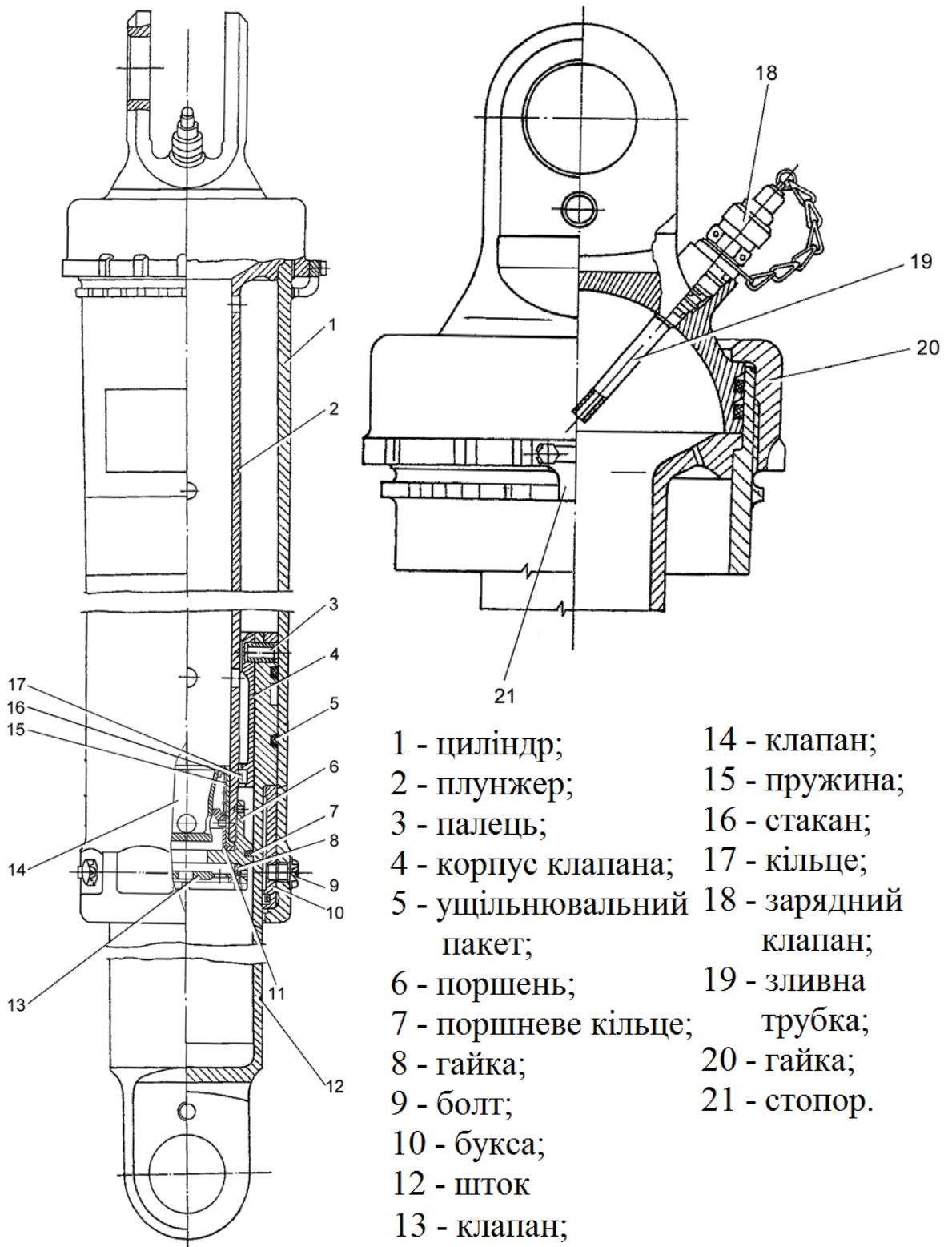


Рис.1.6. Амортизатор високоплан тойкиосновної опори [3]

У внутрішню порожнину циліндра 1 встановлений плунжер 2. До нижньої частини плунжера кріпиться поршень 6. У внутрішній порожнині плунжера 2

встановлений стакан 16 з клапаном 14, пружина 15 і втулка 11. У нижній частині поршня 6 встановлений клапан 13 з допомогою гайки 8.

У внутрішню порожнину циліндра встановлений шток 12. Нижня частина штока виконана у вигляді проушин для кріплення до важеля стійки. У верхній частині до штоку за допомогою пальців 3 кріпиться корпус клапана 4 з встановленим в ньому кільцем 17. Ущільнення по внутрішній поверхні циліндра 1 забезпечується ущільнювальними пакетами 5, що складаються з гумових кілець і фторопластових манжет. У нижній частині циліндра встановлена брукса 10, яка кріпиться болтами 9 [3].

У розціпленого стані пружина 15 притискає клапан 14 до стакана 16, забезпечуючи вільне перетікання рідини з порожнини циліндра в штокову порожнину і назад, що дозволяє скоротити час перетікання і своєчасно підготувати до роботи амортизатор при випуску основних опор.

При прямому ході шток 12 переміщується вгору. Гідрорідина з штокової порожнини притискає клапан 13 до корпусу поршня 6 і через центральний дроселюючий отвір клапана 13 і отвір клапана 14 перетікає у внутрішню порожнину плунжера 2, а через щілини між кільцем 7, поршнем 6 і штоком 12 - в камеру зворотного гальмування, утворену плунжером 2, штоком 12 і корпусом клапана 4. Через отвори в плунжері рідина перетікає в простір між плунжером і циліндром і через отвори між корпусом клапана 4 і кільцем 17 - в камеру зворотного гальмування. Переміщення штока 12 відбувається до тих пір, поки навантаження, яке діє на шток, що не буде врівноважена тиском стиснутого (при перетіканні рідини) газу. Коли тиск газу перевищить діюче на шток навантаження, почнеться зворотний рух штока [3].

При зворотному ході клапан 14 стискає пружину 15 і переміщається до упору в поршень 6. Рідина через дроселюючий отвір в клапані 14 і отвори в клапані 13 перетікає в штокову порожнину. При цьому поки нижній торець корпусу клапана 4 буде вище отворів в плунжері, рідина вільно перетікає з камери зворотного гальмування. Після того як нижній торець корпусу клапана

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

опускається нижче отворів в плунжері, рідина з камери зворотного гальмування буде перетікати через отвори в корпусі клапана, частково закриті кільцем 17, створюючи додаткове гальмування в кінці зворотного ходу [3].

В цьому розділі було проведено огляд регіонального реактивного літака Ан-148, детально розглянуто роботу шасі та всієї амортизаційної системи, її схему, характеристики, характер навантаження, вимоги та проблеми які виникають при роботі рідинно-газових амортизаторів. Описано будову та роботу рідинно-газового амортизатора основної стійки шасі Ан-148. На основі цих даних в подальшому буде проводитись реінжинірінг, вибір оптимальної робочої рідини та розрахунки амортизатора.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

РОЗДІЛ 2. ВИБІР СХЕМИ РЕІНЖІНІРІНГУ РІДИННО-ГАЗОВОГО АМОРТИЗАТОРА

«Робота» масляно-повітряних амортизаторів може бути представлена кривою «роботи» повітря і сил тертя abc (рис. 2.1) і кривою «роботи» масла adc . Площа $oadseo$ відповідає роботі пружних сил в амортизаційній стійці. Таким чином робота зовнішніх сил в рідинно-повітряному амортизаторі витрачається на стиснення повітря, подолання сил тертя поршня і опорних букс штока, тертя ущільнювальних манжет, подолання опору рідини, що проходить під тиском через малі отвори. Площа, замкнена між кривими $adc-a'd's'$ (рис. 2.1), відповідає роботі гістерезису (роботі рідини і сил тертя на прямому і зворотньому ходах). Якщо зменшувати площі прохідних отворів на прямому ході, то точка d на діаграмі буде підійматись. Якщо ж збільшувати площу отворів, то крива adc буде спадати. При великих прохідних отворах гідравлічного опору не буде і робота зовнішніх сил витратиться тільки на стиснення повітря. В цьому випадку вийде повітряна амортизація.

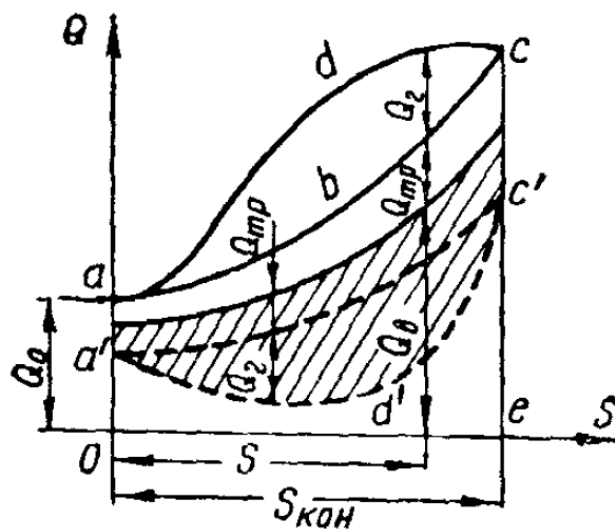


Рис. 2. Робота зовнішніх сил рідинно-газового амортизатора, яка витрачається на стиснення повітря, гідравлічний опір та тертя $Q_0 = Q_B + Q_T + Q_T$

[4]

Масляно-повітряні амортизатори дають можливість отримати коефіцієнт повноти діаграми амортизатора на значення 0,8-0,85 і порівняно невеликий хід амортизатора. При малих колесах масляно-повітряна амортизація виявляється жорсткою.

Як відомо властивості газу і рідини суттєво залежать від температури середовища. Тому робота амортизатора в одних умовах буде м'якою, а в інших жорсткішою. Це зумовлено відсутністю адаптивності амортизатора до зовнішніх умов. Тобто його робота ніколи не буде ідеальною. Параметри амортизатора доводиться підбирати окремо під кожні умови роботи.

На рис. 2.2 зображено умовну залежність зміни тиску робочої рідини (мастила) та газу, від температури. На ньому видно – наскільки температура навколишніх умов впливає на внутрішні параметри АС, тим самим зменшуючи його максимально спроможну продуктивність зі збільшенням відхилення температури від ідеальної (яка забезпечує найкращі вихідні показники амортизатора).

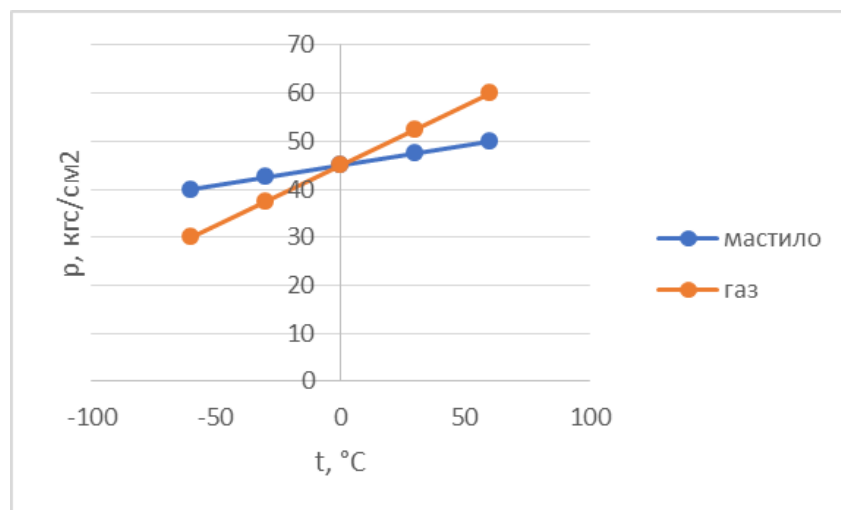


Рис. 4. Графік залежності тисків в газівій та масляній порожнинах від температури t

Аби вирішити дану проблему і відповідно підтримувати максимальну продуктивність АС незалежно від умов навколишнього середовища,

амортизатора з насосом через пневмопривід під'єднавши усе необхідне до контролера. Таким чином тиск в газовій порожнині АС контролюватиметься контролером та підтримуватиметься на постійному (заданому) наперед рівні, тим самим напряду підтримуючи задовільний тиск в гідравлічній порожнині де відбувається основна робоча характеристика «гістерезису».

Принципову схему системи яка підтримуватиме заданий програмою тиск в амортизаторі літака, зображено на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Принципова (а) і функціональна (б) схеми регулювання параметрів амортизатора

Принцип роботи сукупної системи закладається в наступному: літак, одразу після повного опущення шасі, що фіксується датчиком 17, передає певний сигнал бортовому комп'ютеру 19, після чого цей бортовий комп'ютер аналізує

сигнал з гіроскопа (датчика орієнтації) 18, це необхідно для аналізу орієнтації судна відносно горизонтальної площини, аби не допустити потрапляння робочої рідини в пневмолінію виконавчої системи, при надмірній зміні орієнтації амортизатора. Обробка сигналу з гіроскопа виконується постійно коли шасі опущені задля постійного контролю. При отриманні необхідного сигналу про задовільне положення АС, бортовий комп'ютер 19 надсилає сигнал персональному контролеру 11, який безпосередньо відповідає за контроль над пристроями пневмогідравлічної системи, контролю тиску в амортизаторах, з метою - з'єднати газову порожнину 15 амортизатора з пневмолінією 10.

Контролер 11, отримавши цей сигнал активації – надсилає свій перший сигнал розподільнику 14 з електромагнітним керуванням, через кабельне з'єднання 4. Відповідно, розподільник - пересуває свій золотник в супротив дії пружини тим самим відкриваючи прохідний переріз пневмолінії сполучивши газову камеру 15 амортизатора, з пневмолінією 10, пневмогідропривода, після чого тиски обох об'ємів - миттєво врівноважуються, в слід за чим в дію вступає електроконтактний манометр 12, який контролеру 11 - постійно надсилає сигнал про наявний тиск в газовій порожнині 15 амортизатора, а контролер 11 відповідно аналізує його.

Якщо даний сигнал (тиск) відповідає нижче задовільному – контролер надсилає виконавчий сигнал пропорційному розподільнику 2 з силою (значенням) сигналу відповідно пропорційним до величини зміни тиску в амортизаторі від задовільного, тим самим відкриваючи золотником прохідний переріз до гідролінії 5 на цю величину. Від джерела живлення мастило (робоча рідина) проходить крізь цей переріз підтримуючи необхідну витрату і рухаючись гідролінією 5, мастило заповнює циліндр з поршнем 7, який перетворює гідравлічну енергію руху рідини в пневматичну, стискаючи при цьому газ з іншого боку поршня, тим самим підвищуючи тиск в пневмолінії 10 і відповідно в газовій порожнині 15 амортизатора в цілому, допоки манометр 12 не отримає задовільного значення а коли отримає – контролер 11 аналізуючи цей сигнал –

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

подає нульовий сигнал тому ж розподільнику 2, після чого він повертається у вихідний стан, а подача рідини крізь прохідний переріз призупиняється.

Якщо значення тиску в манометрі 12 нижче задовільного – контролер надсилає виконавчий сигнал пропорційному розподільнику 3, з силою (значенням) сигналу відповідно пропорційним до величини зміни тиску в амортизаторі від задовільного, тим самим відкриваючи золотником прохідний переріз між гідролінією 5 та гідробаком 4 на відповідну величину, стравлюючи надмірний тиск рідини в бак, відповідно зменшуючи тиск в амортизаторі до настання задовільного значення, після чого контролер надсилає нульовий сигнал розподільнику 3, що повертає його у вихідний стан.

Коли значення тиску на манометрі 12 відповідає задовільному – пневмогідравлічна система залишається в режимі очікування. До моменту торкання коліс шасі об ЗПС аеродрому, бортовий комп'ютер 19 надсилає сигнал контролеру 11, а той надсилає сигнал пневматичному розподільнику 14, після чого сполучення газової порожнини 15 амортизатора з пневмолінією 10 – перекривається, забезпечивши амортизатор максимальною продуктивністю до здійснення удару об ЗПС. Тиск в гідравлічній порожнині 16, де виконується основна функція демпфування, відповідно за законом розподілу тиску, дорівнює тиску в газовій порожнині 15, тим самим контролюючи цей, гідравлічний, тиск через пневмопривід.

Запобіжний клапан 6 запобігає появі надмірного тиску в гідролінії 5 у нештатних випадках, запобігаючи руйнуванню пневмогідравлічної системи. Штекерне з'єднання 8 з вентилем 9 призначені для під'єднання удаленого пристрою призначеного для заряджання системи робочим газом. Відділювач рідини з автоматичним відводом мастила 13 – запобігає потраплянню робочої рідини у пневмолінію 10. Панель керування 20 призначена для внесення змін до виконавчих параметрів системи.

В цьому розділі було запропоновано систему для підтримки стабільних характеристик амортизатора не залежно від зовнішнього впливу. Вона являє

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

собою поєднання елементів гідравліки , пневматики і електроніки, містить гіро-пнематичний перетворювач та систему контролю параметрів.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПАРАМЕТРИ АМОРТИЗАТОРА ОСНОВНОЇ СТІЙКИ ШАСІ АН-148 ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ГІДРАВЛІЧНОЇ РІДИНИ

Як уже було сказано вище, температурні умови та клімат впливають на характеристики амортизаційної системи літака. Температура впливає на фізичні показники рідини та газу.

Відповідно до законів реології в'язкість гідравлічної рідини із ростом температури збільшується, через це текучість масла підвищується і воно легше проходить через дросельовані отвори амортизатора, в результаті цього здатність амортизатора до розсіювання енергії знижується. Зворотній процес відбувається при зниженні температури – в'язкість рідини знижується, що в свою чергу до збільшення жорсткості амортизатора, так як для перетікання рідини через канали необхідний більший перепад тиску.

Цей негативний температурний вплив можна зменшити, шляхом підбору оптимальної робочої рідини для відповідних кліматичних зон. Це можна зробити проаналізувавши в'язкісно-температурні характеристики рідин і розрахувавши залежність коефіцієнта витрат від щільності і в'язкості.

3.1. Вимоги до робочих рідин амортизаторів

Робочі рідини не повинні руйнуватися, псуватися і завдавати шкідливого впливу на елементи амортизатора, повинні бути сумісними з матеріалами агрегату, а при заміні не повинні вступати в реакцію з заміною рідиною.

При виборі рідини варто брати до уваги їх найбільш важливі властивості: щільність, в'язкість, змащуючу здатність, антиокислювальні, антикорозійні, антипінні властивості, сумісність з компонентами гідросистеми, фізичну та хімічну стабільність в процесі експлуатації і зберігання.

					ДП МА61106. 00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

- високий коефіцієнт теплопровідності і питомої теплоємності;
- невисокий коефіцієнт теплового розширення – характеризується незмінністю об’єму рідини під дією температур;
- висока деаеруюча здатність – характеризується виділенням із рідини повітря чи інших газів без виділення піни, цю величину визначають по часу зникнення піни після подачі в рідину розпиленого повітря чи припинення перемішування.

3.2. Порівняльний огляд робочих рідин.

Подальші розрахунки будемо проводити для трьох типів рідин:

- Skydroll LD-4;
- АМГ-10;
- И-20.

Визначимо як в’язкісно-температурні характеристики рідин пливають на коефіцієнт витрати через дроселюючі отвори амортизатора, та виберемо найбільш оптимальну кліматичну зону для кожного зразка.

Масло АМГ-10 (авіаційна модифікована гідравлічна рідина) представляє собою горючу рідину, основою якої є нафтова фракція, загущена полімером вінілбутилового ефіру з інгібітором окислення і барвником. Відмінними рисами АМГ-10, як і багатьох інших рідин, які використовуються в системах гідроприводу в авіації, є широкий температурний діапазон для експлуатації та висока стабільність ряду основних характеристик [5].

Температура самозаймання 250°C Межі запалення: нижній 80 °C і верхній 117°C. Температурний інтервал використання мастила АМГ-10 від - 60°C до 125 °C (рис. 3.1) при тривалій роботі, і може досягати 150 °C при короткочасній роботі системи. Перевищення допустимої температури може позначитися на фізичних властивостях рідини, а також на її взаємодії з іншими матеріалами, що може призвести і до зміни хімічного складу. Якщо масло тривало працює з

перегрівом до 150 °С, то через кожні 10 годин роботи повинен здійснюватися контроль його якості, який включає перевірку низки показників [5].

У гідросистемах, верхня межа температури експлуатації яких не перевищує 125°С, допускається контакт масла в гідравлічних баках як з інертними газами і азотом, так і з повітрям. При роботі олії з перегрівом до 150°С допускається контакт в гідравлічних баках тільки з азотом [5].

Якщо режими експлуатації рідини такі, що складно забезпечити температуру не більше 125°С, або гарантувати, що подібний перегрів не відбудеться, то і вимоги до контакту рідини з газами посилюються. Наприклад, в амортизаторах шасі, гідроаккумулятори та інших гідроагрегатах, що працюють з високим ступенем адіабатичного стиснення, при всіх температурах експлуатації для забезпечення безпеки допускається контакт масла тільки з азотом [5].

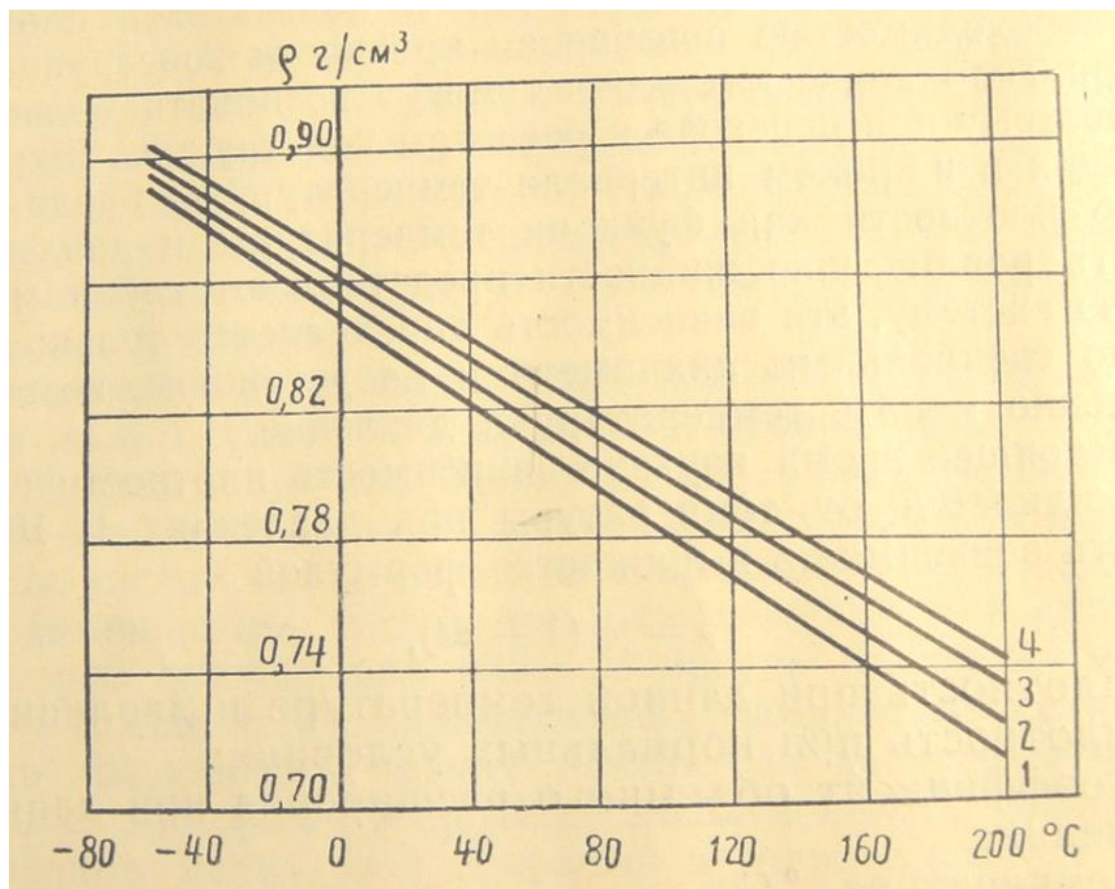


Рис. 3.1. Залежність щільності рідини АМГ-10 від температури при тиску 1 кг/см² (1), 100 кг/см² (2), 200 кг/см² (3), 300 кг/см² (4) [6]

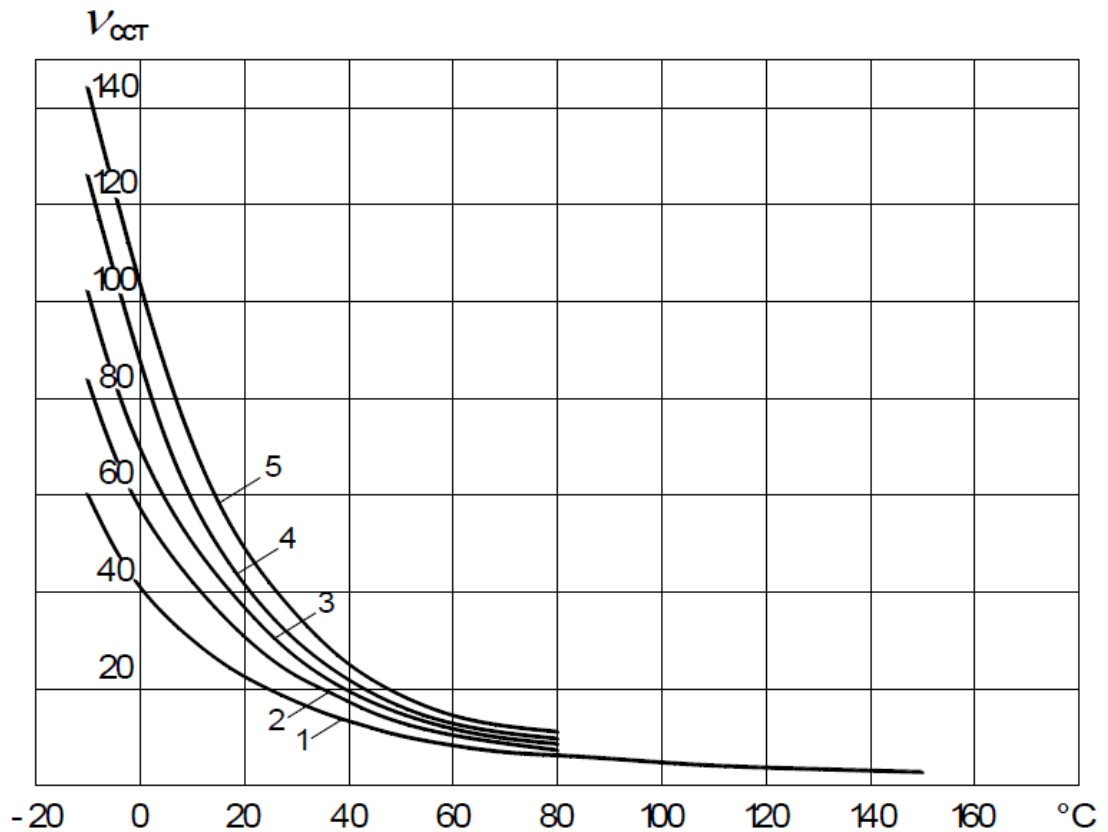


Рис.3.2. Залежність кінематичної в'язкості рідини АМГ-10 від температури при тиску 1 кг/см² (1), 200 кг/см² (2), 300 кг/см² (3), 400 кг/см² (4) і 500 кг/см² (5) [6]

Рідина Skydroll LD-4 протиерозійна і термічно стабільна гідравлічна рідина, сумісна з резинами, яка спеціально розроблена для потреб аерокосмічної галузі, і виготовляється з 1977 року. Використовується в літальних апаратах таких виробників як Airbus, Antonov, Boeing, McDonell Douglas, Lockheed Aircraft та ін.

Skydroll являється пожегобезпечною рідиною яку доцільно використовувати в діапазоні температур від -54°C до +135°C. Рідини марки Skydroll діляться на два класи: низької щільності (970...1020 кг/м³) і високої щільності (1040...1066 кг/м³). Вони створені на основі ефірів фосфорної кислоти. Діаграми залежності в'язкості і щільності від температури наведені на рисунках 3.3, 3.4.

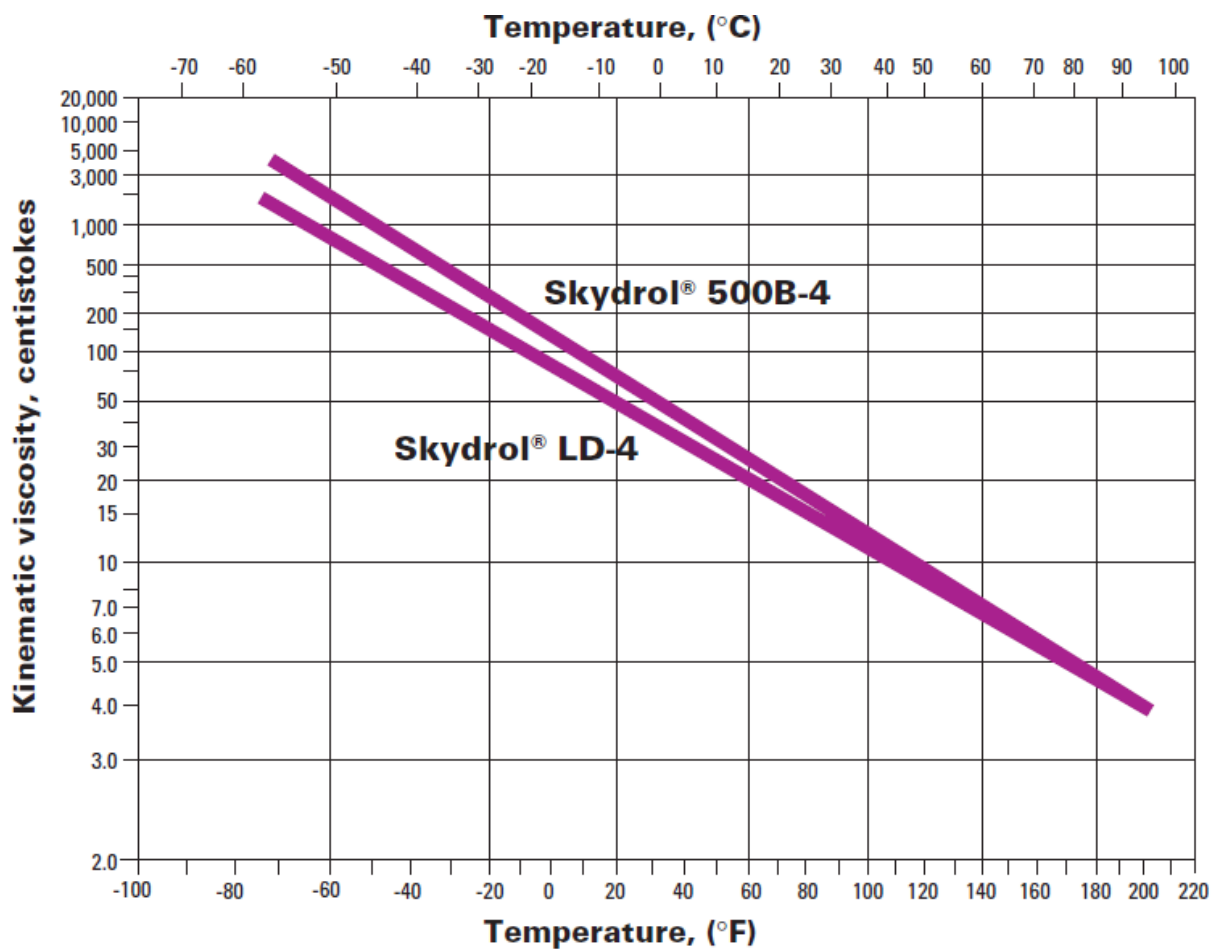


Рис. 3.3. Залежність кінематичної в'язкості (сСт) рідин Skydroll LD-4 та Skydroll 500B-4 від температури [7]

Гідравлічна рідина Skydroll LD-4 повністю сумісна з НГЖ-5у і змінюються в будь-яких пропорціях. Застосування рідин Skydrol, що володіють високою термічною стабільністю, дозволяє підвищити надійність і працездатність гідросистем літаків.

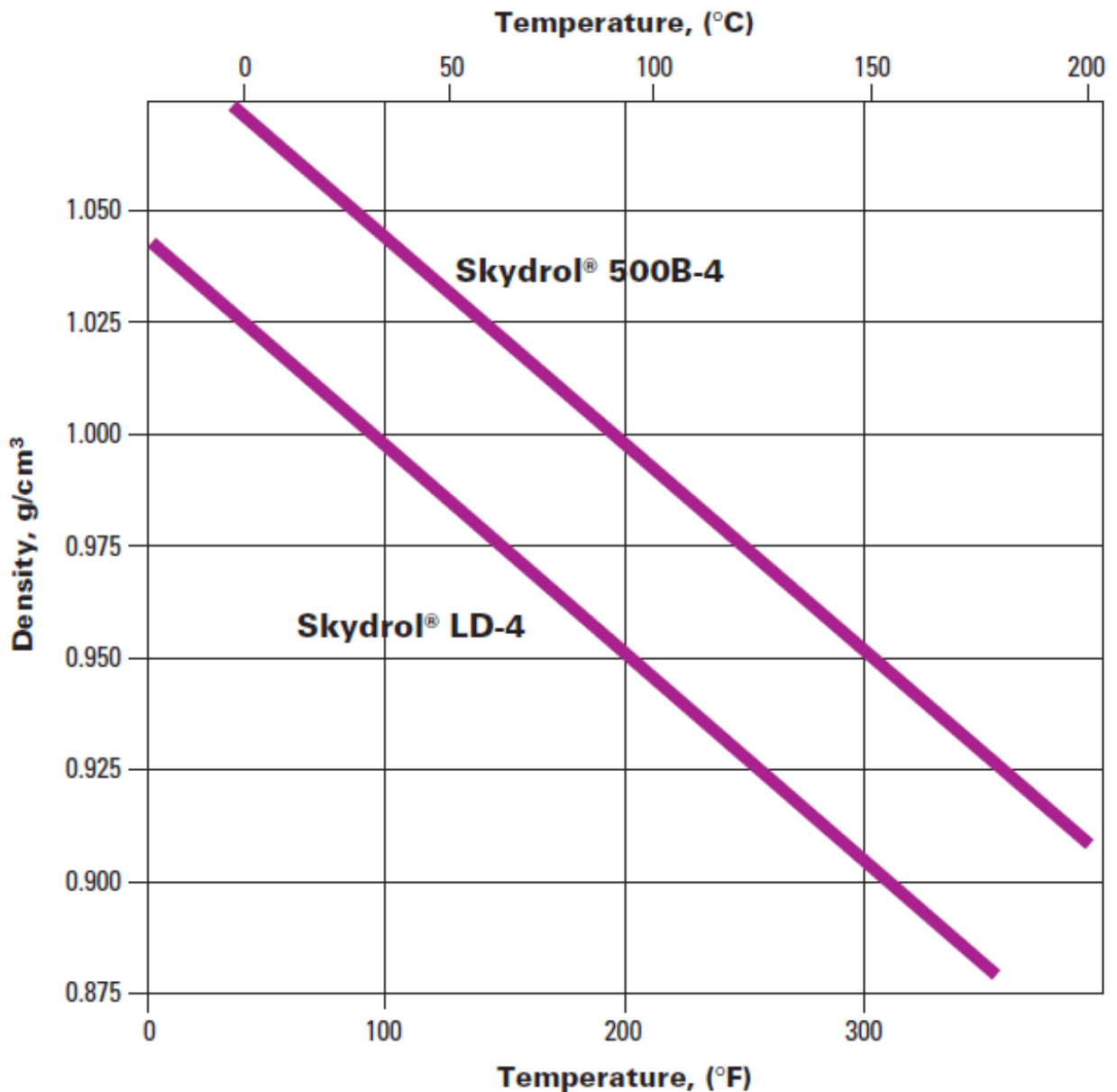


Рис. 3.4. Залежність кінематичної щільності рідин Skydrol LD-4 та Skydrol 500B-4 від температури [7]

За своїм складом індустріальні гідравлічні рідини, в тому числі И-20, являють собою дистильовані масла або суміш дистильованого із залишковим із сірчаних чи малосірчаних нафт селективної очистки [5]. Виготовляється шляхом селективного очищення сірчистої або малосірчаної нафти. Може застосовуватися як дистильатів (очищення мазуту вакуумними установками), так і залишкова (дезасфальтзація залишкових продуктів нафтопереробки) технологія або з'єднання їх (компаудірованіє). Гідравлічне мало И-20

використовується в гідросистемах різного призначення. В значній степені цим обумовлено їх широке і різнопрофільне розповсюдження. Найбільш широко використовується рідина И-20 в гідросистемах промислового обладнання, для будівельних, шляхових та інших машин, що працюють на відкритому повітрі. Велика потреба систем гідропривода в цій групі рідин призвела до появи ряду модифікацій індустріальних масел. Слід відмітити що індустріальні масла швидко втрачають свої властивості, в тому числі, рідини січано-кислої очистки окисляються з виділенням смольних речовин. Рідини вилужені схильні до розкладання, що призводить до частої заміни. Термін служби складає від 6 місяців до 1 року (при умові високого ступеня очищення). Індустріальні гідравлічні рідини, їх склад і властивості регламентуються ГОСТ 20799-88. В гідравлічних машинах робота И-20 відбувається при тиску до 10МПа. По мірі навантаженості і швидкохідності гідроагрегатів використовують індустріальні масла з більшою в'язкістю.

Характеристики рідини И-20 наведені на рисунку 3.5 та таблицях 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1.

Залежність щільності рідини И-20 від температури

Температура, °С	-10	0	20	40	60	80	100	130	150
Щільність кг/м ³	990	904	890	881	870	858	847	830	819

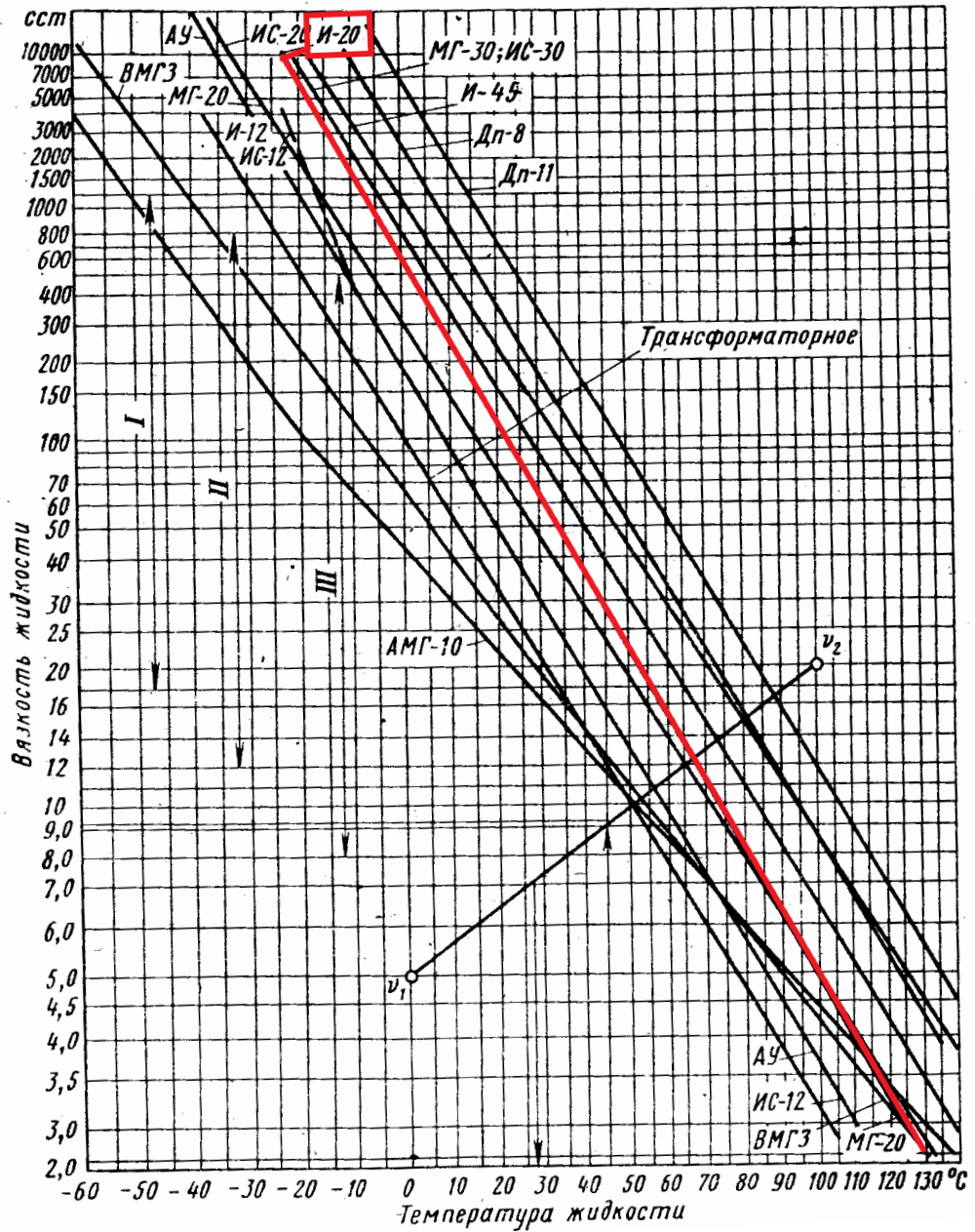


Рис. 3.5. В'язкісно-температурна характеристика індустріальних гідравлічних рідин [7]

Більш детальна характеристика гідравлічних рідин наведена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2.

Порівняльна характеристика рідин АМГ-10, Skyroll LD-4 та
індустріального масла И-20 [7]

Властивості, параметри	Марка рідини		
	АМГ-10	Skyroll LD-4	И-20
Основа рідини	Очищена нафтова фракція (гас)	Ефіри фосфорної кислоти	Дистилят нафтопереробки
Зовнішній вигляд	Прозора, червоного кольору	Прозора, пурпурна	Прозора, світлокоричнева
Щільність при 20°C, кг/м ³	833-850	1003 - 1015	890
Кислотне число	0,03	0,10 (макс)	0,03
Наявність води, %	Відсутня	0,20 (макс)	Сліди
Інтервал робочих температур, °C	Від - 60 до +125	Від -54 до +135	Від -10 до +150
Температура спалаху, °C	92-105	171	200
Температура самозапалювання, °C	290-310	-	-
Температура застигання, °C	-70	-62	-15
Поверхневий натяг, Дн/см	28.9	28,2	35,4
Кінематична в'язкість, сСт при: а) t=+20°C; б) t=+50°C.	20 - 23 14 - 16	48-50 28-30	97-100 20-24
Токсичні властивості	Малотоксична	Нетоксична	Малотоксична
Масва частка механічних домішок, %, не більше	0,003	Відсутні	Відсутні

3.3. Розрахунок залежності коефіцієнта витрати і числа Рейнольдса від температури робочої рідини амортизатора Ан-148.

Як уже зазначалося вище робота, яку виконує шасі літака при його посадці розподіляється між пневматиками (колесами) $\approx 15...20\%$ та амортизатором $\approx 80...85\%$. При цьому робота демпфування рідинно-газового амортизатора витрачається на стиснення газу, тертя ущільнень і направляючих та гідравлічний опір амортизатора.

Силу гідравлічного опору P_{Γ} (кг) можна виразити наступним чином:

$$P_{\Gamma} = \xi \frac{\gamma(F_{nl} + f) \cdot F_{nl} \cdot s^2}{2f^2} \approx \xi \frac{\gamma F_{nl}^3}{2f^2} \cdot s^2$$

Надлишковий тиск масла, що витісняється плунжером, визначається за формулою:

$$p_n = p_m - p_g = \frac{P_{\Gamma}}{F_{nl}} \cdot 10^{-4} = \frac{\gamma V_p^2}{F_{nl}} \cdot 10^{-4} = \xi \frac{\gamma}{2} \left(\frac{F_{nl}}{f}\right)^2 \cdot s^2 \cdot 10^{-4}$$

де, p_m – тиск масла в $\text{кг}/\text{м}^2$ (рис. 3.1); p_g – тиск газу в $\text{кг}/\text{м}^2$; V_p – швидкість струменю рідини в $\text{м}/\text{с}$ ($V_p \cdot f = F_{пл} \cdot s$); $F_{пл}$ – площа плунжера, м^2 ; f – площа прохідних отворів, м^2 ; s – швидкість поршня відносно циліндра, $\text{мм}/\text{с}$; ξ – коефіцієнт гідравлічних втрат враховуючий втрати на тертя рідини, при відсутності конкретних даних дослідного зразка рекомендується приймати $\xi \approx 2...2,5$ [8]; γ – щільність рідини в $\text{кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$;

Час прямого і зворотнього ходу рідинно-газового амортизатора літака за нормативами не повинен перевищувати $t_{\max} = 0,8 \text{ с}$ [8]. Тоді масимальна

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>					

швидкість переміщення штоку визначається із врахуванням ходу l амортизатора передньої стойки Ан-148, $l_{max} = 0,3$ м.

$$s_{max} = \frac{l_{max}}{t_{max}} = \frac{0,3\text{м}}{0,8\text{с}} = 0,375\text{м/с}$$

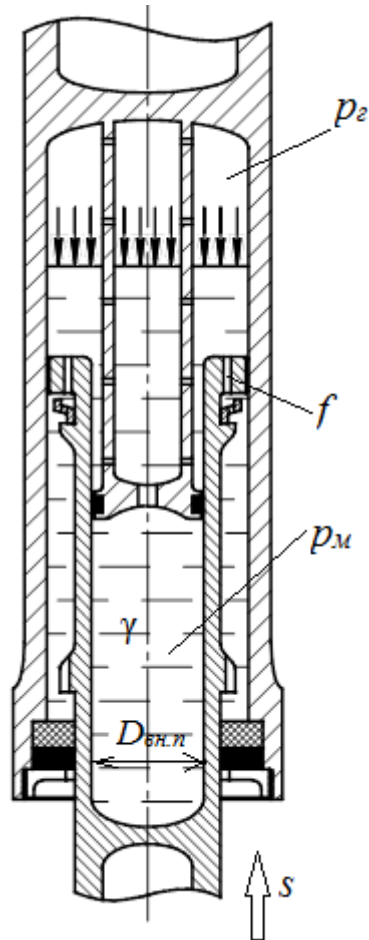


Рис. 3.6. Розрахункова схема рідинно-газового амортизатора

Площа дроселюючих щілин між поршневим кільцем і штоком становить $f = 0.00018$ м².

Внутрішня площа плунжера:

$$F_{пл} = \frac{\pi D_{вн.пл}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,088^2}{4} = 0,006\text{м}^2$$

Тоді витрата яка виникає внаслідок переміщення плунжера амортизатора основної опори шасі АН-148:

$$Q = s_{\max} \cdot F_{\text{пл}} = 0,375 \text{ м/с} \cdot 0,006 \text{ м}^2 = 0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Швидкість руху рідини через дрослюючий канал:

$$V_p = \frac{Q}{f} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2} = 12,7 \text{ м/с}$$

Визначаємо гідравлічний діаметр. Оскільки перетікання відбувається через кільцевий зазор, тоді формула гідравлічного діаметра D_{Γ} кільця має вигляд:

$$D_{\Gamma} = \frac{4 \cdot 0,25 \cdot \pi (D_{\kappa}^2 - d_{\kappa}^2)}{\pi (D_{\kappa} - d_{\kappa})} = D_{\kappa} - d_{\kappa}$$

$$D_{\Gamma} = 0,0776 \text{ м} - 0,0762 \text{ м} = 0,0014 \text{ м}$$

Де, D_{κ} – зовнішній діаметр кільця; d_{κ} – внутрішній діаметр кільця.

Визначаємо тиск рідини при витисненні її плунжером через дрослюючі канали амортизатора основної опори шасі, при стандартних умовах роботи: рідина АМГ-10, температура середовища 20°C.

$$p_n = \xi \frac{\rho}{2g} \left(\frac{F_{\text{пл}}}{f} \right)^2 \cdot s^2 \cdot 10^{-4}$$

$$p_n = 2 \cdot \frac{840 \text{ кг/м}^3}{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} \left(\frac{0,006 \text{ м}^2}{0,00018 \text{ м}^2} \right)^2 \cdot 0,375^2 \text{ м/с} \cdot 10^{-4} = 1,43 \text{ кг/см}^2 = 0,14 \text{ МПа}$$

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ					

Розрахунки будемо проводити для діапазону температур від -15°C до 90°C з кроком 10°C . Параметри рідин, які необхідні для розрахунку заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3.

Параметри розрахункових рідин [7]

Темпера тура, $^{\circ}\text{C}$	Параметри					
	Щільність ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$			Кінематична в'язкість $\nu \cdot 10^{-6}$, $\text{м}^2/\text{с}$		
	АМГ-10	Skydroll LD-4	И-20	АМГ-10	Skydroll LD-4	И-20
-10	870	1035	990	60	95	1500
0	860	1025	904	42	75	600
10	850	1015	897	31	62	200
20	840	1008	890	24	50	100
30	830	998	885	19	38	60
40	820	990	881	15	28	35
50	810	988	875	11	23	20
60	802	980	870	9	20	15
70	796	972	864	8	17	11
80	790	965	858	6	14	8
90	785	957	853	5	12	6

3.3.1. Розрахунок коефіцієнта витрат та числа Рейнольдса для рідини АМГ-10.

Коефіцієнт витрати визначаємо із формули витрати рідини через дросель:

$$Q = \mu f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}$$

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}}$$

Число Рейнольдса являється безрозмірним критерієм подібності течії в'язкої рідини і визначається із виразу:

$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu}$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури -10°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{870}}} = 0,71226$$

$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 296$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 0°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{860}}} = 0,708$$

$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{42 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 423$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 10°C :

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{850}}} = 0,704$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{31 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 573$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 20°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{840}}} = 0,6998$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{22 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 808$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 30°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{830}}} = 0,6959$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{19 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 935$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 40°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{820}}} = 0,69149$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 1185$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 50°C:

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{810}}} = 0,6872$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 1616$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 60°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{802}}} = 0,6838$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 1975$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 70°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{796}}} = 0,6812$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 2222$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 80°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{790}}} = 0,6787$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 2963$$

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

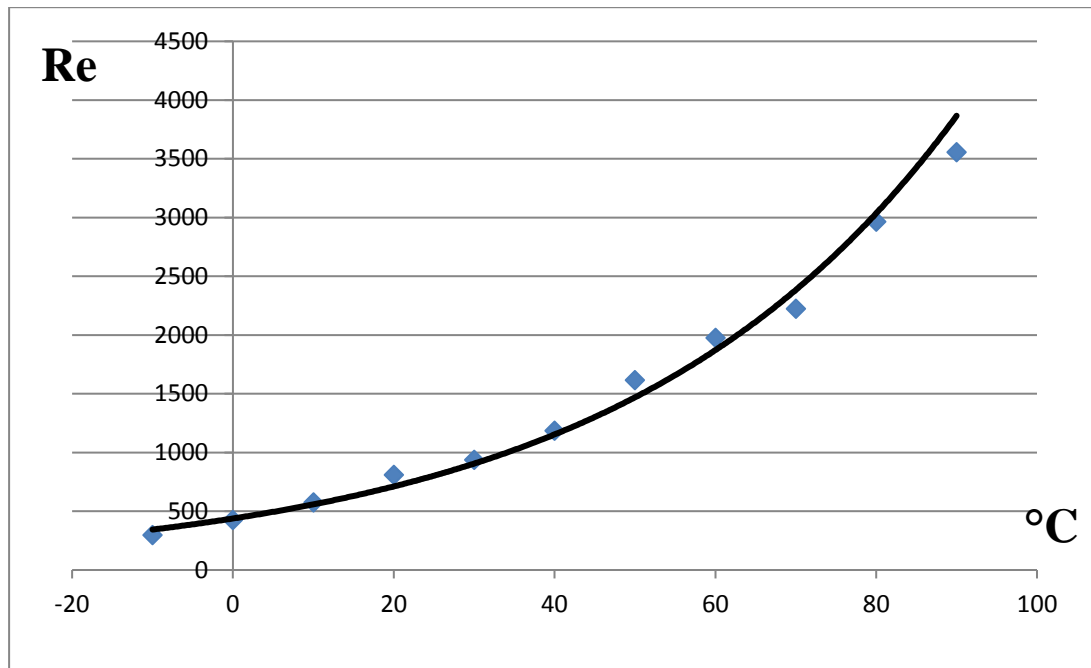


Рис.3.8. Залежність числа Рейнольдса Re від температури рідини АМГ-10

3.3.2. Розрахунок коефіцієнта витрат та числа Рейнольдса для рідини Skydroll LD-4.

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури -10°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{1035}}} = 0,7768$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 187$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 0°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{1025}}} = 0,7731$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 237$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 10°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{1015}}} = 0,7693$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 286$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 20°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{1008}}} = 0,7666$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 355$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 30°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{998}}} = 0,7628$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 467$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 40°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{990}}} = 0,7597$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 635$$

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ					

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 50°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{988}}} = 0,7590$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{23 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 773$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 60°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{980}}} = 0,7559$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 889$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 70°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{972}}} = 0,7528$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 1045$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 80°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{965}}} = 0,7501$$

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

$$Re = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 1270$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 90°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_H}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3/\text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{957}}} = 0,7470$$

$$Re = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 1481$$

За результатами розрахунків будуюмо діаграми залежності рисунки 3.9, 3.10.

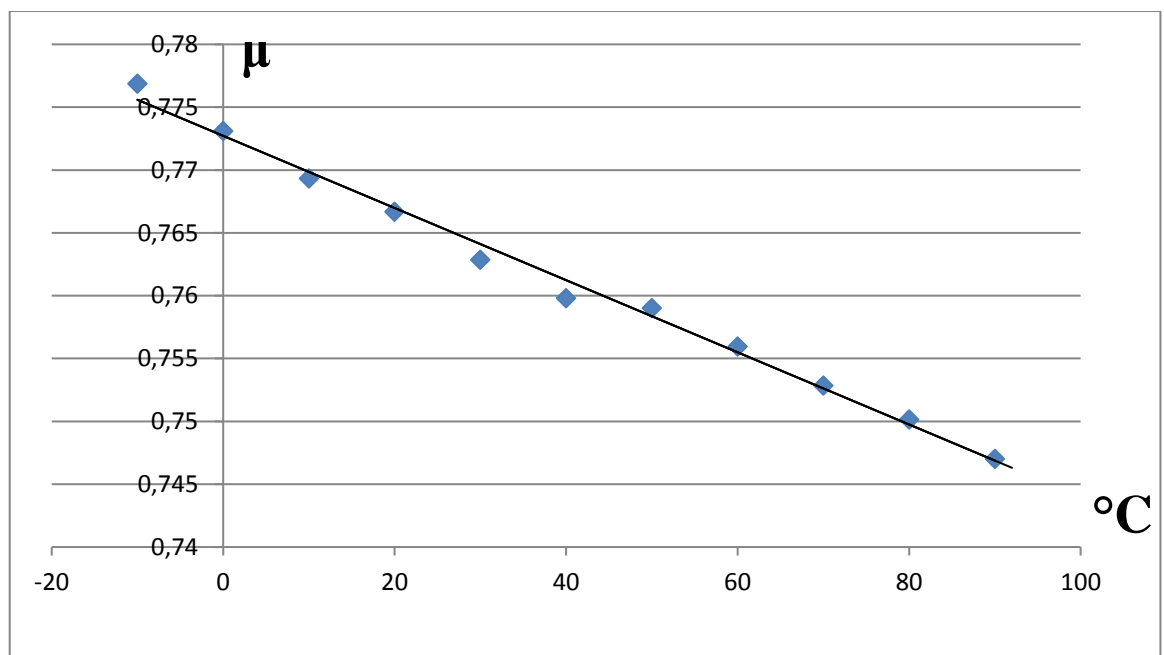


Рис. 3.9. Залежність коефіцієнта витрати μ від температури рідини Skydroll-LD4

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 10°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{897}}} = 0,7232$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 88$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 20°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{890}}} = 0,7204$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 177$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 30°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{885}}} = 0,7183$$
$$Re = \frac{V_p \cdot D_r}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 296$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 40°C:

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0.0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{881}}} = 0,7167$$

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{35 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 508$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 50°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3/\text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{875}}} = 0,7143$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 889$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 60°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3/\text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{870}}} = 0,7122$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 1185$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 70°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3/\text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{864}}} = 0,7098$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_\Gamma}{\nu} = \frac{12.7 \text{ м/с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 1616$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 80°C :

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>					

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{858}}} = 0,707$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 2222$$

Коефіцієнт витрати μ і число Рейнольдса Re для температури 90°C :

$$\mu = \frac{Q}{f \sqrt{\frac{2p_n}{\rho}}} = \frac{0,0023 \text{ м}^3 / \text{с}}{0,00018 \text{ м}^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,14 \text{ МПа}}{853}}} = 0,705$$

$$\text{Re} = \frac{V_p \cdot D_{\Gamma}}{\nu} = \frac{12,7 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,0014 \text{ м}}{6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 2963$$

За результатами розрахунків будуюмо діаграми залежності рисунки 3.11, 3.12.

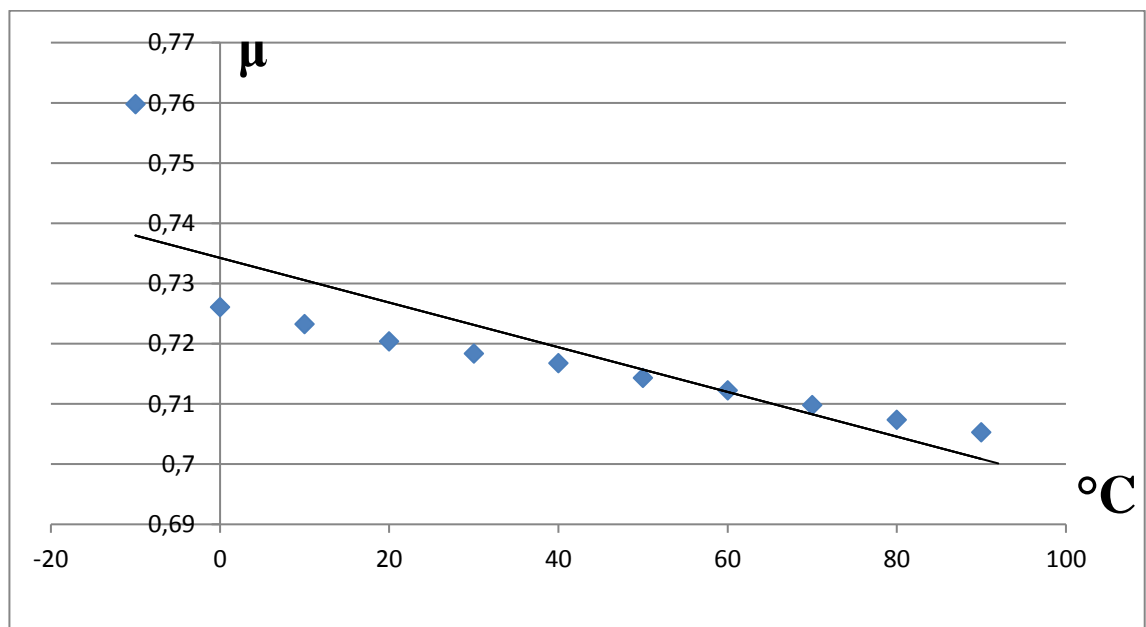


Рис. 3.11. Залежність коефіцієнта витрати μ від температури рідини И-20

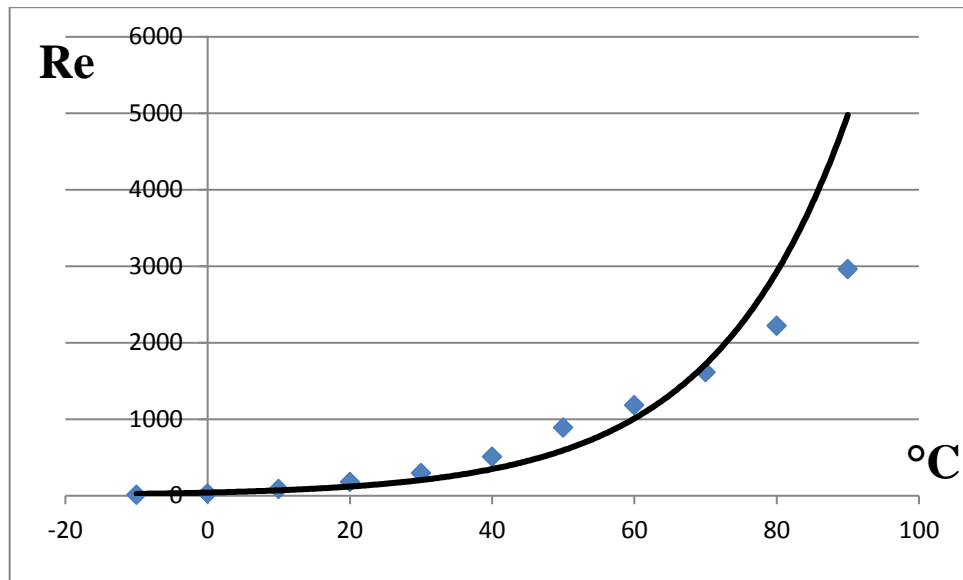


Рис.3.12. Залежність числа Рейнольдса Re від температури рідини И-20

В цьому розділі було проведено огляд та аналіз трьох рідин, які використовуються в рідинно-газових амортизаторах. На базі амортизатора основної стойки шасі латка Ан-148. Проведено розрахунки основних параметрів гідравлічної частини амортизатора: витрати, тиску який виникає при протіканні рідини через дроселюючі канали. Також проведено розрахунок коефіцієнта витрати та числа Рейнольдса для гідравлічних рідин АМГ-10, Skydroll LD-4 та И-20, за результатами розрахунків побудовано діаграми залежності коефіцієнта витрати та числа Рейнольдса від температури кожної із рідин. Чисельні значення розрахованого коефіцієнта витрати та критерію Рейнольдса наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Результати розрахунків коефіцієнта витрат μ та числа Рейнольдса Re

t, °C	АМГ-10		Skydroll LD-4		И-20	
	μ	Re	μ	Re	μ	Re
-10	0.71226	296	0.77687	187	0.75979	11
0	0.70815	423	0.7731	237	0.72604	29

10	0.70402	573	0.76932	286	0.72322	88
20	0.69987	808	0.76667	355	0.7204	177
30	0.69569	935	0.76285	467	0.71837	296
40	0.69149	1185	0.75979	635	0.71674	508
50	0.68726	1616	0.75902	773	0.7143	889
60	0.68385	1975	0.75594	889	0.71226	1185
70	0.6129	2222	0.75285	1045	0.7098	1616
80	0.67872	2963	0.75014	1270	0.70733	2222
90	67657	3556	0.74702	1481	0.70526	2963

По результатам аналізу та розрахунків можна сказати, що найбільш температурно стабільною є рідина Skydroll LD-4, до того ж течія рідини по всьому температурному діапазону здійснюється в докритичному режимі ($Re < 2300$). Найменш температурно-стабільною є індустріальна рідина И-20, її використання бажане лише в обмеженому температурному діапазоні. Якщо обирати кожній із рідин кліматичну зону, де вони показуватимуть свої найкращі властивості, то для рідини АМГ-10 відповідає холодна кліматична зона із температурою до 10°C, для рідини И-20 найкраще підходить температурний діапазон від 10 до 50°C, рідина Skydroll LD-4 підтримує стабільно властивості навіть при температурах вищих за 50°C.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Букса»: технологічний контроль якості кресленника, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, визначення припусків та допусків аналоговим способом, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу.

4.1. Технологічний контроль якості кресленника

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

Проаналізувавши креслення (рис.4.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82.

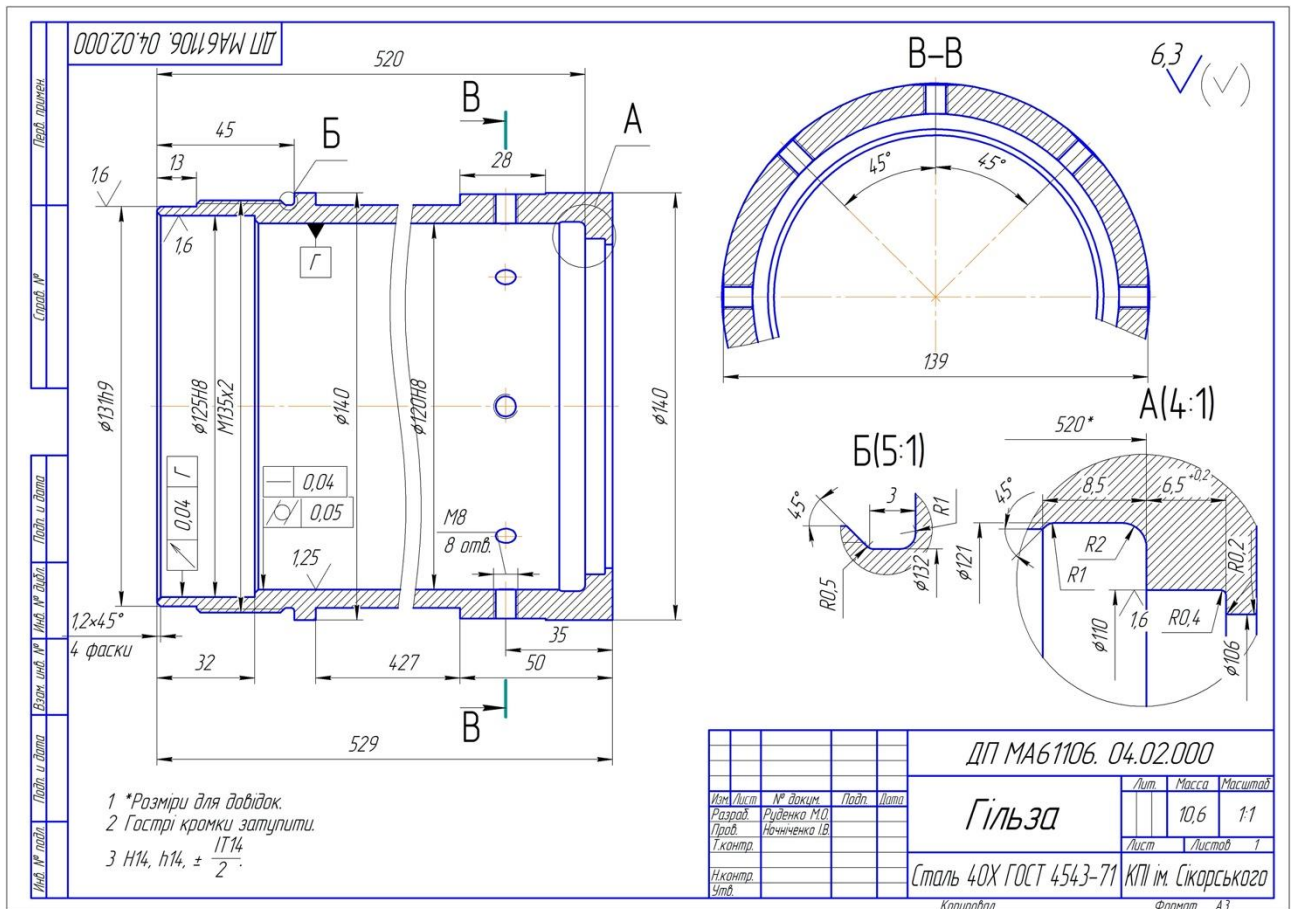


Рис. 4.1. Креслення деталі «Букса»

Деталь «Букса» являється складовою частиною амортизатора основної опори шасі. Вона кріпиться до гільзи амортизатора, в буксі розміщують ущільнювальні і направляючі елементи..

Дана деталь має циліндричну зовнішню форму. Її можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь має західні фаски, канавки під на зовнішній циліндричній поверхні під манжетні ущільнення і канавку під направляючі півкільця. Посадочна поверхня $\text{Ø}120\text{h}9$ з'єднується із гільзою амортизатора. Невказані граничні відхилення виконані за ГОСТ1 00022-81. Деталь і її конструктивно-технологічні елементи зображено на рис. 4.2.

штампуванням, сталевий прокат використовується при виробництві труб, ємностей та іншої продукції [9].

4.2. Технологічні операції

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх

000. Заготівельна операція

В якості заготовки обираю товстостінну трубу $\varnothing 127 \times 17$ мм. ГОСТ 8732-78 (рис. 4.3). спосіб різання приводними ножівками. Яким можна проводити різання круглого і профільного прокату діаметром до 300 мм. Ширина різання 1-3,5 мм., точність різання ± 2 мм до $\pm 4,5$ мм

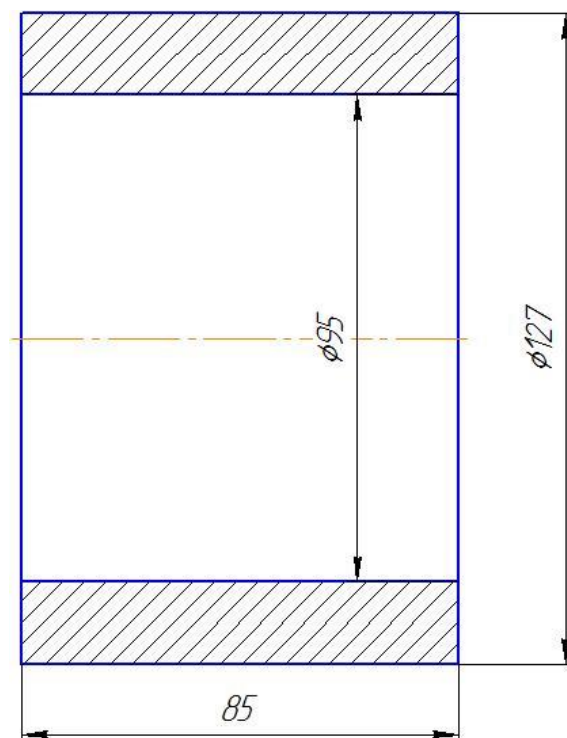


Рис.4.3. Розміри заготовки

Розрахунок припусків на механічну обробку наведено в таблиці 4.1 [11].

					ДП МА61106. 00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

Таблиця 4.1.

		Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	Σ , мкм
Якість поверхні прокату	Звичайна	160	250	250	660
Точність і якість прокату після різання	Різання приводними ножівками	200			200

005. Токарна операція.

Обробляється зовнішня циліндрична поверхня фланцю, яка в подальшому буде використовуватись як база. Обробка відбувається на верстаті 1к62.

Інструмент – різець ВК8.

А. Встановити, закріпити, зняти

005.01. Обточити в розмір 1 (рис.4,4).

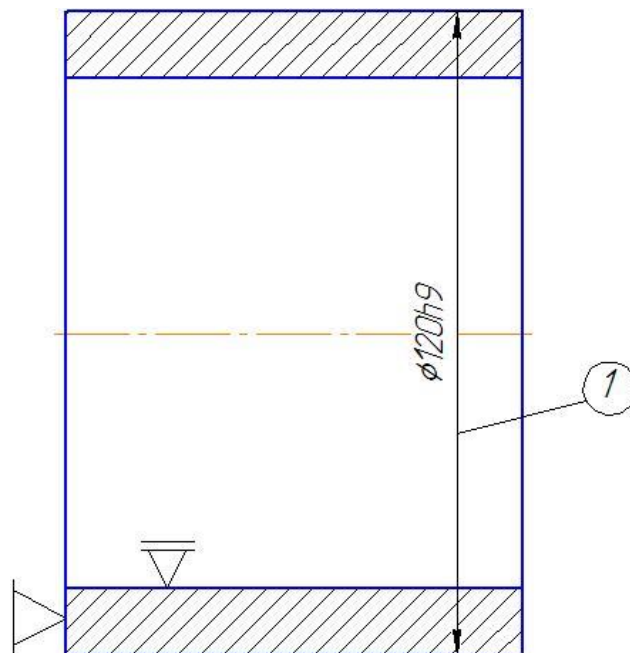


Рис.4.4. Операція 005.

Точність і якість після механічної обробки зовнішньої циліндричної поверхні представлено на таблиці 4.2.

						Лист
						66
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ	

Таблиця 4.2.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	Σ , мкм
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
	Однократне чистове	9	20	25	25	70
						342

01. Токарна операція.

Підрізаються торцеві поверхні букси. Обробка відбувається на верстаті 1к62. Інструмент – різець підрізний Т5К10.

А. Встановити, закріпити, зняти

010.01. Підрізати в розмір 1 (рис. 4.5, А).

Б. Встановити, закріпити, зняти

010.02. Підрізати в розмір 1 (рис. 4.5, Б).

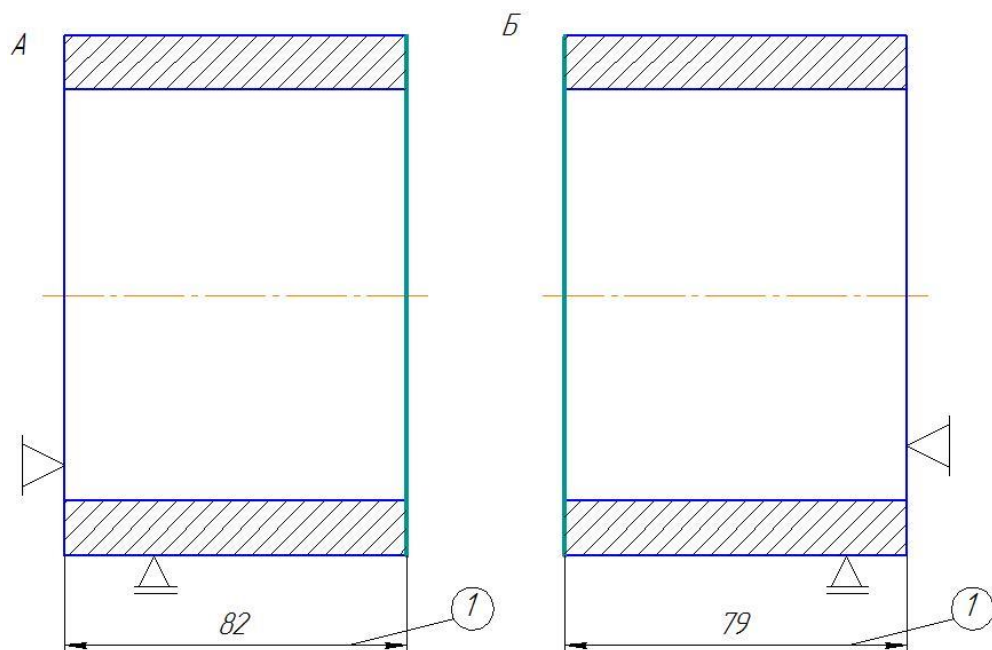


Рис.4.5. Операція 010.

						Лист
						67
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ	

Точність і якість після механічної обробки підрізання торцевої поверхні представлено на таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450

015. Свердлильна операція.

Під час операції відбувається свердління отворів $\Phi 8H8$ для кріпильних бгвинтів. Операція забезпечується свердлильно-розточним верстатом KNUKHT Drillmaster 2010. Інструмент – свердло по металу DIN 1869 TL 3000, зенкер ZVSE 221623 - DIN 334 C (ISO 3294), зенковка для зняття фасок 90° P6M5 ВІЗ.

А. Встановити, закріпити зняти.

015.01. Просверлити 8 наскрізні отвір $\Phi 7$ за розмірами 1,2 (рис. 4,6);

015.02. Виконати зенковку $\Phi 8H8$ за розміром 3 (рис. 4,6);

015.02. Зняти фаски розміром 4 (рис. 4,6).

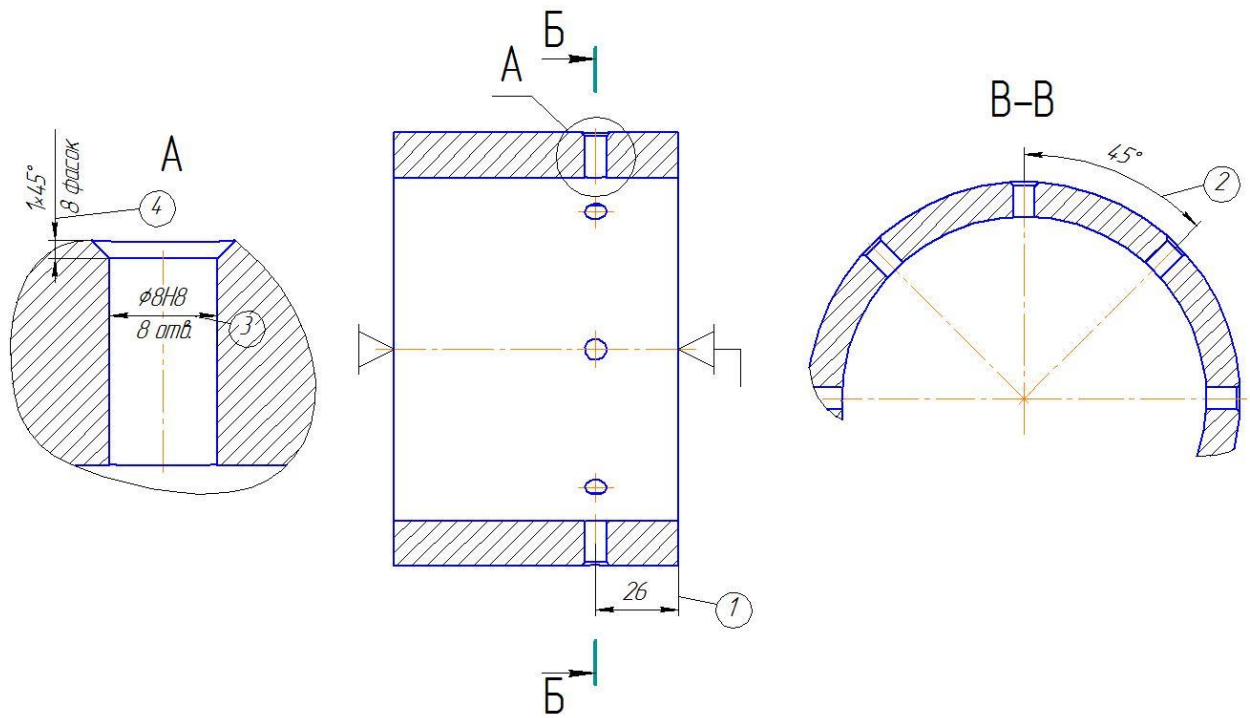


Рис.4.6. Операція 015.

Припуски на механічну обробку отворів наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Свердління	Свердління спіральними свердлами	12	50	70	40	160
Розсвердлювання	Зенкерування однократне	11	40	50	30	120
	Зенкерування чистове	8	10	20	20	50
						330

020. Токарна операція.

Обробляється внутрішня циліндрична поверхня поршня, канавка під ущільнення і направляючі півкільця. Обробка відбувається на верстаті 1к62. Інструмент – різець розточний ВК8.

А. Встановити, закріпити, зняти

020.01. Розточити в розмір 1 (рис. 4.7).

020.02. Виконати канавку за розмірами 2,3,4 (рис. 4.7).

020.03. Виконати канавку за розмірами 5,6,7 (рис. 4.7).

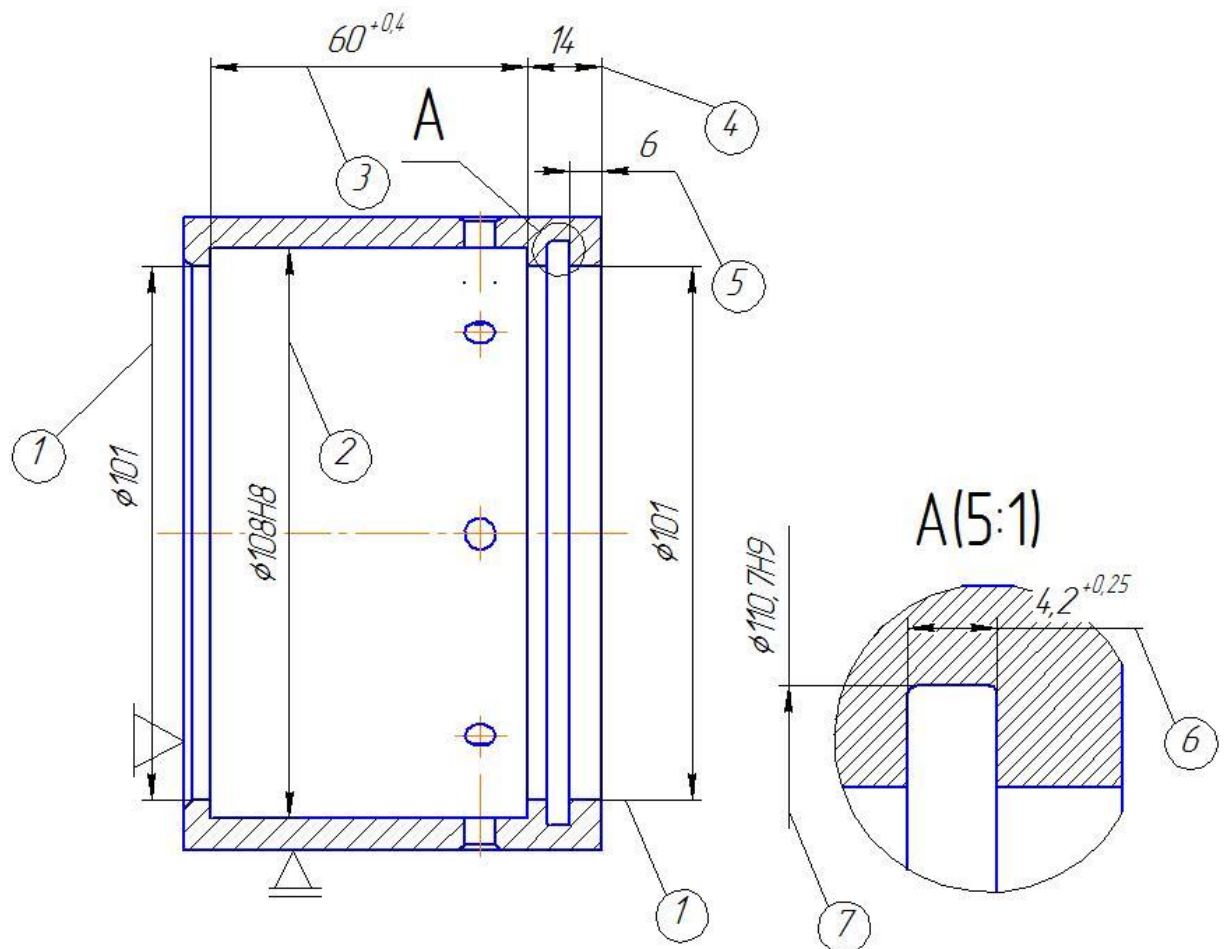


Рис.4.7. Операція 020

Припуски на механічну обробку внутрішньої циліндричної поверхні наведені в таблиці 4.6.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ				

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності.

У цьому розділі буде розглянуто питання, які стосуються безпеки роботи біля стенду для визначення статичних проливних характеристик клапанно-дросельного вузла газо-гідравлічного амортизатора.

Розглянуто та оцінено будуть наступні складові:

1. Оцінка приміщення, де проходять випробування;
2. Аналіз мікрокліматичних умов;
3. Аналіз шумів та вібрацій;
4. Освітлення виробничого приміщення;
5. Електробезпека;
6. Пожежна безпека.

Таблиця 5.1

Загальний аналіз негативних чинників

Небезпечні і шкідливі чинники, що наявні в конструкції виробу або виявляються при його експлуатації	Наявність шкідливих, небезпечних або токсичних речовин.	ні
	Наявність шуму	так
	Наявність небезпек при роботі установки	так
	Наявність можливості ураження людини електричним струмом	так

5.1 Оцінка робочого приміщення.

Виробниче приміщення, де працює установка для визначення проливної характеристики, має наступні параметри:

1. Довжина $l = 5,6\text{м}$;
2. Шширина $b = 5,2\text{м}$;
3. Висота $h = 2,8\text{м}$.

Таким чином, визначимо площу та об'єм виробничого приміщення:

$$S = l * b;$$

$$S = 5,6 * 5,2 = 29,1\text{м}^2;$$

$$V = S * h;$$

$$V = 29,1 * 2,8 = 81,5\text{м}^3.$$

У приміщенні для випробування стенду працює 1 працівник. Тож, маємо таку площу і об'єм приміщення, які припадають на одну людину: $S = 29,1\text{м}^2$; $V = 81,5\text{м}^3$.

Таким чином, порівнюємо фактичні дані щодо площі та об'єму, які припадають на одного робітника, з нормативними згідно ДСН 3.3.6.042-99 (див. табл.5.2).

Таблиця 5.2 [11]

Порівняння фактичних і нормативних даних щодо площі й об'єму приміщення на одного працівника

Параметри	Нормативні	Фактичні
Площа, м^2	Чи не менше 6	29,1
Об'єм, м^3	Чи не менше 71,5	81,5

Таким чином, згідно ДСН 3.3.6.042-99 бачимо, що параметри виробничого приміщення, де проходить випробування стенду для візуалізації

гідродинамічних процесів, а саме розміри цього приміщення, які припадають на одного працівника, в цілому відповідають нормативним параметрам площі й об'єму приміщення на одного працівника.

5.2 Аналіз мікрокліматичних умов

Розглянемо вплив параметрів мікроклімату виробничого приміщення, в якому проводиться випробування стенду для візуалізації гідродинамічних процесів .

Основним нормативним документом, який визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99.

У даному приміщенні маємо такі фактори мікроклімату:

1. Температура повітря:

- в холодну пору року; $t' = 21^{\circ}\text{C}$
- в теплу пору року; $t'' = 24^{\circ}\text{C}$

2. Вологість повітря: 40-60% незалежно від пори року;

3. Швидкість руху повітря:

- в холодну пору року $v' = 0,15\text{ м/с}$;
- в теплу пору року $v'' = 0,3\text{ м/с}$.

Мікроклімат даного виробничого приміщення забезпечується за допомогою приточно-витяжної вентиляції. Оптимальна температура повітря підтримується взимку за рахунок центрального опалення, а влітку - за допомогою кондиціонера NS/NU-12АНЕІw.

Фізична робота яка виконується робітником, працюючим за стендом, в даному приміщенні є досить легкою, витрата енергії відповідає межам: 141 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год), що відноситься до категорії – I, і виконується сидячи, стоячи та супроводжуються деяким незначними фізичним напруженням, що відповідно належить категорії – I-б.

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ					

Далі порівняємо фактичні параметри мікроклімату приміщення з нормативами, і ці дані зведемо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Оптимальні норми температур, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення

Фактори мікроклімату	Нормативні		Фактичні	
	Холодний період року ($t < +10^{\circ}\text{C}$)	Теплий період року ($t \geq +10^{\circ}\text{C}$)	Холодний період року ($t < +10^{\circ}\text{C}$)	Теплий період року ($t \geq +10^{\circ}\text{C}$)
Температура, $^{\circ}\text{C}$	21 - 23	22 - 24	21	24
Вологість, %	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60
Швидкість руху повітря, м/с	Не більше 0,2	Не більше 0,3	0,15	0,3

Таким чином, ми бачимо, що фактичні параметри мікроклімату даного виробничого приміщення відповідають нормативним параметрам ДСН 3.3.6.042-99.

5.3 Шум.

Шум – звуковий процес, який неприємний для сприйняття і негативно впливає на організм людини. В нашому випадку джерелом основного шуму є двигун змінного струму який влаштований на дні стенда рівень звуку якого при штатній роботі дорівнює 42 дБ що відповідає дозволеним – 80 дБ, згідно регламентованих нормами на робочих місцях – ДСН 3.3.6.037-99. Тож необхідності в ізоляції від шуму – немає.

Вібрація – механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму. Причиною появи вібрації є невідновжені сили та ударні процеси в діючих механізмах.

В нашому випадку подібні реакції не виникають, оскільки стенд видає постійний (незмінний) шум з мізерною коливальною характеристикою, ударні реакції яких людським вухом майже не відчутні. Тож в ізоляції від вібрацій також необхідності – немає.

5.4 Освітлення виробничого приміщення

У даному виробничому приміщенні природного освітлення недостатньо, тому також використовується штучне загальне освітлення, при якому лампи розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 маємо такі норми освітлення залежно від характеру роботи (див. табл.5.4) [12].

Таблиця 5.4.

Норми освітлення приміщень.

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Контраст	Розряд роботи	Фон	Мінімальна освітленість, лк
Висока точність	0,3 ... 0,5	середній	III	Середній	300
Середня точність	0,5 ... 1,0	середній	IV	Середній	200
Мала точність	> 5,0	середній	V.	Середній	150

У процесі випробування стенду для візуалізації гідродинамічних процесів виконуються зорові роботи малої точності, які припадають до IV розряду зорових робіт. Таким чином, мінімальна освітленість даного виробничого приміщення становить 200 лк.

На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначте фактичну освітленість у приміщенні. Для цього визначаємо індекс приміщення “*i*” по формулі [12]:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c(a + b)} = \frac{5,6 \cdot 5,2}{2,8 \cdot (5,6 + 5,2)} = 0,96$$

Де, $a = 5,6$ м і $b = 5,2$ м довжина і ширина приміщення; $h_c = 2,8$ м – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Виходячи з індексу приміщення (*i*) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{сл}$, $\rho_{ст}$, ρ_n), визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η . Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{сл} = 70\%$, стіни мають світлосірий колір $\rho_{ст} = 50\%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30\%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8м.

Для встановленої системи освітлення визначимо нормоване значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової роботи при роботі над дипломною роботою: $s_0 = 3$ мм - мінімальний розмір об’єкта, що розпізнається, характеристика фону – світла, контраст об’єкта розпізнавання з фоном – великий. З заданих параметрів можемо встановити, що $E_n = 200$ лк.

Аналізуючи типи ламп, оберемо дволампові світильники ENERLIGHT QUADRO потужністю 40 Вт, світловий потік яких, відповідатиме значенню $F_d = 3100$ лм.

Тепер, згідно ДБН В.2.5-28:2018 – освітленість приміщення відповідає встановленим нормам.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП МА61106. 00.000 ПЗ					

фазним та нульовим проводами з метою створення високого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту та тим самим автоматично відключити пошкоджену установку від мережі.

5.6 Пожежна безпека

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016, дане приміщення відноситься до категорії "В" (до неї належать пожежонебезпечні виробництва із застосуванням: рідини з температурою спалаху парів вищою за 61°C; горючого пилу або волокна, нижня межа вибуховості яких більша за 65 г/м³ до об'єму повітря; речовин, здатних горіти тільки при взаємодії з водою, киснем повітря або одна з одною; твердих згоряємих речовин і матеріалів). Клас приміщення П-Іа (зона, що знаходиться в приміщенні, де обертаються тверді горючі речовини) по ПУЕ-2017.

В приміщенні, де працює стенд можуть спалахнути: машинне масло, електропроводка, електрообладнання.

Для запобігання розповсюдження пожежі приміщення обладнане засобами пожежної зв'язку та сигналізацією за ДСТУ 8828:2019 і телефоном загальноміської мережі для зв'язку з пожежною охороною.

Пожежна сигналізація в даному приміщенні електрична, основою якої є фотоелектрична сигналізація (фотореле). Фотоелектрична сигналізація спрацьовує в слідстві затемнення димом світлового променя, спрямованого на елемент.

У даному приміщенні передбачено також наявність таких засобів пожежогасіння, як:

- два вогнегасники ОУ-8;
- пожежна простирadlo з брезенту;
- ящик з порошкоподібною сухою сумішшю (суміш піску з флюсом).

Виробниче приміщення також додатково забезпечено протипожежними стінами, тобто перекриттями, які повинні спиратися на фундамент,

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

встановлюватися на всю висоту приміщення, перекривати всі конструкції. Вони повинні бути вище даху не менше ніж на 60 см. У протипожежних перекриттях прокладають вентиляцію та димові канали так, щоб у місцях їх розміщення межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу була не менше 2,5 год. У разі пожежі повинна бути забезпечена можливість евакуації людей, які перебувають у даному виробничому приміщенні, через евакуаційні виходи [13]. Двері повинні відкриватися в бік виходу з об'єкту.

Таким чином, згідно ДБН В.1.1-7:2016 – фактичні значення основних параметрів евакуаційних виходів даного виробничого приміщення відповідають нормативним.

При розробці даного розділу мною було розглянуто такі питання, як фактори виникнення пожеж у виробничих приміщеннях, засоби і заходи щодо запобігання пожеж, електробезпека, проаналізовано мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості приміщення, і дано рекомендації щодо покращення освітлення.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

ВИСНОВКИ

1. В процесі роботи над цим дипломним проектом було розглянуто характеристики регіонального пасажирського лайнера Ан-148, проаналізовано роботу шасі літака, описано конструкцію і принцип роботи гідро-пневматичного амортизатора повітряного судна. За результатами аналізу визначено недоліки у роботі амортизатора, вплив температурного фактору.
2. Запропоновано схему реінжинірингу гідро-пневматичного амортизатора, яка б забезпечувала стабільність робочих характеристик і нівелювала температурний вплив.
3. Проаналізовано основні типи рідин які використовуються в авіаційних амортизаторах, їхній склад, в'язкісно-температурні характеристики та залежність щільності від температури. Проведено розрахунки залежності числа Рейнольдса та коефіцієнта витрати від температур робочих рідин АМГ-10, Skydroll LD-4, И-20. Для кожної рідини підібрано рекомендовані кліматичні зони використання.

У проекті описано порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка задня»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування.

Практично було визначено загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості, проведено аналіз пожежо- і електробезпеки місця де виконувався проект.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		81

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AN-148 / Regional Passenger Jet of a New Generation [Електронний ресурс] // Antonov. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.antonov.com/aircraft/passenger-aircraft/an-148>.
2. Житомирский Г. И. Конструкция самолетов / Г. И. Житомирский. – Москва: Машиностроение, 1995. – 415 с.
3. Руководство по технической эксплуатации Ан-148-100А, Ан-148-100В, Ан-148-100Е – Киев: Государственное предприятие (ГП) Авиационный научно-технический комплекс имени О.К. Антонова, 2006. – 297 с.
4. Гребеньков О. А. Конструкция самолетов / О. А. Гребеньков. – Москва: Машиностроение, 1984. – 240 с.
5. Рабочие жидкости систем гидропривода / В. А. Трофимов, О. М. Яхно, А. П. Губарев, Р. И. Солонин. – Киев: НТУУ "КПИ", 2009. – 184 с.
6. Шумилов И. С. Рабочие жидкости авиационных гидросистем, их свойства. / И. С. Шумилов, Л. В. Чурсова, Л. С. Седова. // Наука и образование. – 2014. – С. 9–15, 23–25.
7. Technical Bulletin. Type IV Fire Resistant Hydraulic Fluids. Slydroll LD-4 / 500B-4 – St. Louis: Solutia, 2003. – 28 с.
8. Справочная книга по расчету самолета на прочность / М. Ф. Астахов, А. В. Караваев, С. Я. Макаров, Я. Я. Суздальцев. – Москва: Государственное издательство оборонной промышленности, 1954. – 648 с.
9. Механіка матеріалів і конструкцій. Частина II [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Прикладна механіка» / А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, С. М. Шукаєв [та ін.] ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с.
10. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку / Г. А. Харламов, А. С. Тарапанов. – Москва: Машиностроение, 2006. – 256 с

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

ДП МА61106. 00.000 ПЗ

11. Ганзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Ганзюк, Є.П. Желібо, М.О.Халімовський. – видання 2-ге – Київ: Каравела, 2005 – 390 с. – (Вища освіта в Україні).

12. Основи охорони праці: Підручник 2-ге видання, доповнене та перероблене. К.Н.Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, С.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа,2006 – 448с.

13. ГОСТ 12.1.004-76 Пожежна безпека. Загальні вимоги.

					<i>ДП МА61106. 00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		83