



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**ПРОТЕЗИ.**  
**Випробування конструкції**  
**тазостегнових вузлів**

(ISO 15032:2000, IDT)

ДСТУ ISO 15032:20\_\_

*Видання офіційне*

Київ  
МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ  
20 \_\_

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет «Реабілітаційна техніка» (ТК 139), Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності (УкрНДІпротезування)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ:

**А. Кравець; А. Салєєва**, канд. техн. наук (науковий керівник);  
**О. Чернишов; В. Щетинін**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: Наказ Мінекономрозвитку України від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

3 Національний стандарт відповідає ISO 15032:2000 Prostheses — Structural testing of hip units (Протези. Випробування конструкції тазостегнових вузлів)

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)  
Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**Право власності на цей документ належить державі.  
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.  
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Мінекономрозвитку України**

Мінекономрозвитку України, 20\_\_

## ЗМІСТ

	<b>с.</b>
Національний вступ	
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Схеми випробувань	2
4.1 Загальні положення	2
4.2 Осі системи координат	3
4.3 Базові площини	3
4.4 Базові точки	4
4.5 Випробувальна сила	4
4.6 Лінія навантаження	7
4.7 Базові відстані	7
5 Випробувальні зразки	7
5.1 Моделі випробувальних зразків	7
5.2 Обов'язки відносно відбору, підготовки та регулювання випробних зразків	8
5.3 Відбирання випробних зразків	8
5.4 Підготовка випробувальних зразків	9
5.5 Регулювання випробувальних зразків	9
6 Вимоги та умови випробувань	11
6.1 Види випробувань	11
6.2 Вимоги до випробного навантаження	12
6.3 Вимоги та умови до методів випробування та випробувального устаткування	14
6.4 Метод випробування А-Р та М-Л	18
6.5 Метод випробування на скручування	30
6.6 Кількість необхідних випробувань	38
6.7 Обмеження на багаторазове використання випробувальних	

	зразків	39
6.8	Точність	39
7	Параметри навантаження при випробуваннях	40
7.1	Випробувальні навантаження та посилення	40
7.2	Умови навантаження	41
8	Супровідний документ до випробування	43
8.1	Необхідність супровідного документу	43
8.2	Загальні вимоги	44
8.3	Інформація щодо випробних зразків	44
8.4	Інформація щодо випробувань	45
9	Протокол випробувань	46
9.1	Загальні вимоги	46
9.2	Данні для всіх випробних зразків	47
9.3	Данні для всіх випробувань	47
9.4	Данні результатів випробування А-Р та М-Л	48
9.5	Данні результатів випробування на скручування	49
Додаток А	Опис внутрішніх навантажень та їх дії	51
Додаток В	Довідкові данні для визначення умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л і на скручування при різних рівнях навантаги	55
Додаток НА	Перелік національних стандартів, згармонізованих з міжнародними документами, посилення на які є у цьому стандарті	59
	Бібліографія	60

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 15032:2000 Prostheses —Structural testing of hip units (Протези. Випробування конструкції тазостегнових вузлів).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні, - ТК 139 «Реабілітаційна техніка» (УкрНДІпротезування).

Цей стандарт встановлює методи перевірки конструкції тазостегнових вузлів на міцність, що є важливим критерієм оцінки показників якості тазостегнових вузлів у складі протезів нижніх кінцівок в цілому.

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «міжнародний стандарт» змінено на «стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмова», «Зміст», «Національний вступ» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- вилучено попередні довідкові матеріали «Вступ» і «Передмова» до ISO 15032:2000;
- долучено додаток НА «Перелік національних стандартів, згармонізованих з міжнародними документами, посилання на які є у цьому стандарті».

Копії міжнародних стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, можна замовити в Головному фонді нормативних документів.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

ПРОТЕЗИ.  
ВИПРОБУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТАЗОСТЕГНОВИХ ВУЗЛІВ

ПРОТЕЗЫ.  
ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННЫХ УЗЛОВ

PROSTHESES –  
STRUCTURAL TESTING OF HIP UNITS

---

Чинний від \_\_\_\_\_

**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт встановлює методи випробувань конструкції тазостегнових вузлів для протезів після вичленення в тазостегновому суглобі.

Цей стандарт не розповсюджується на інші вузли та елементи протезів нижніх кінцівок, методи випробувань яких встановлені в ISO 10328.

Цей стандарт встановлює спрощені методи статичних та циклічних випробувань на міцність, у передньозадній (сагітальній, А-Р) та серединнобоковій (фронтальній, М-Л) площинах, при окремих випробуваннях шляхом прикладання випробувальних сил в двох різних площинах. Значення сил, що прикладаються до випробного зразка, відповідають піковим значенням складових навантаження, які зазвичай виникають протягом фази опори при ходьбі

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Нижче наведено нормативні документи, положення яких, через посилання на них у цьому тексті, становлять положення цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих

посилань треба користуватися останнім виданням (разом зі змінами) документів.

ISO 8549-1:1989 Prosthetics and orthotics -- Vocabulary -- Part 1: General terms for external limb prostheses and external orthoses

## НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 8549-1:1989 Протезування і ортезування. Словник. Частина 1. Основні терміни щодо зовнішніх протезів кінцівок та ортезів

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

В цьому стандарті застосовано терміни та визначення позначених ними понять згідно з ISO 8549-1, а також наведені нижче терміни та визначення позначених ними понять.

#### 3.1 крихке руйнування (*brittle failure*)

Розрив будь-якого елемента випробного зразка без значної пластичної деформації

#### 3.2 пластичне руйнування (*ductile failure*)

(...) розрив будь-якого елемента випробного зразка при значній пластичній деформації

#### 3.3 пластичне руйнування (*ductile failure*)

(...) значна пластична деформація

#### 3.4 випробувальне устаткування (*test equipment*)

Будь-яка випробувальна машина або пристрій, пристосований або особливо спроектований, до випробувальних вимог цього стандарту з дотриманням вимог до точності 6.8

### 4 СХЕМИ ВИПРОБУВАНЬ

#### 4.1 Загальні положення

4.1.1 Для зручності використання цього стандарту встановлюють дві схеми випробувань: схема для правобічного використання випробного зразка та

її дзеркальне відображення для лівобічного використання. Цей підхід вирішує встановлення загальноприйнятих вимог до умовних позначень відповідних складових випробних сил в тримальних конструкціях правого та лівого протезів або асиметрично спроектованих тазостегнових вузлах протеза.

**4.1.2** Кожна схема випробувань визначається у тримірній, прямокутній системі координат, яка містить геометричну систему площин, ліній та точок (рисунок 1 і 2).

**4.1.3** Кожна схема випробувань встановлює базові положення лінії прикладання випробувальної сили та базові положення випробних зразків в межах системі координат.

## **4.2 Осі системи координат**

**4.2.1** Осі кожної системи координат мають точку відліку на рівні землі та визначені в 4.2.2 – 4.2.4 для протезів що встановлені на землі у вертикальному положенні.

Якщо випробний зразок встановлений не вертикально то осі системи координат мають бути повернуті відповідним чином.

**4.2.2** Ось  $u'$  – лінія, яка проведена від точки відліку через дійсні центри колінного вузла (5.5.2.2) та тазостегнового вузла (5.5.2.4). Її позитивний напрямок - догори (проксимальний напрямок).

**4.2.3** Ось  $o'$  – лінія, яка проведена перпендикулярно до осі  $u'$  та паралельно ефективної центральної лінії тазостегнового вузла (5.5.2.3). Її позитивний напрямок - назовні (латеральний напрямок) зліва від лівого та справа від правого протезів.

**4.2.4** Ось  $f'$  – лінія, яка проведена перпендикулярно до осей  $u'$  та  $o'$ . Її позитивний напрямок - вперед до носка стопи (антеріорний напрямок).

## **4.3 Базові площини**

Базові площини (рисунок 1) повинні бути паралельні між собою та перпендикулярні до осі  $u'$  системи координат.



#### 4.3.1 Нижня базова площина, ВК

Нижня базова площина, ВК, розташована на відстані  $u' = u'_{ВК}$  від точки відліку. Вона включає нижню точку прикладання навантаги  $P_{ВК}$

#### 4.3.2 Колінна базова площина, К

Колінна базова площина, К, розташована на відстані  $u' = u'_К$  від точки відліку. Вона включає дійсний центр колінного вузла (5.5.2.2).

#### 4.3.3 Тазостегнова базова площина, Н;

Тазостегнова базова площина, Н, розташована на відстані  $u' = u'_Н$  від точки відліку. Вона містить дійсний центр тазостегнового вузла (5.5.2.4).

#### 4.3.4 Верхня базова площина, ТН

Верхня базова площина, ТН, розташована на відстані  $u' = u'_{ТН}$  від точки відліку. Вона містить верхню точку прикладання навантаги  $P_{ТН}$

### 4.4 Базові точки

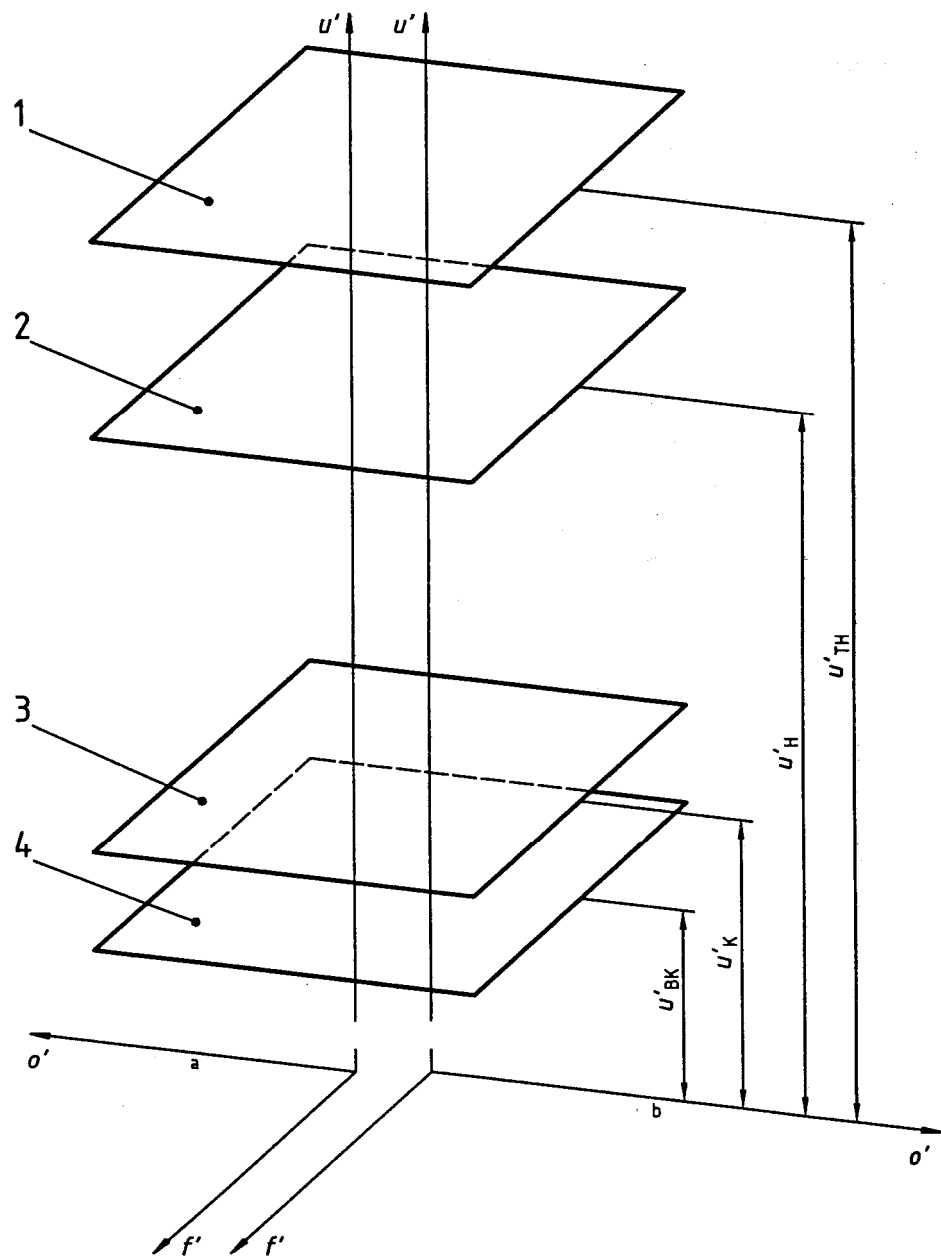
Базові точки це точки перетинання ліній навантаження (4.6) з базовими площинами. Координати базових точок наведено нижче:

- нижня точка прикладання навантаги  $P_{ВК}$  ( $f'_{ВК}, o'_{ВК}, u'_{ВК}$ )
- базова точка прикладання навантаги до колінного вузла  $P_{К}$  ( $f'_{К}, o'_{К}, u'_{К}$ )
- базова точка прикладання навантаги до тазостегнового вузла  $P_{Н}$  ( $f'_{Н}, o'_{Н}, u'_{Н}$ )
- верхня точка прикладання навантаги  $P_{ТН}$  ( $f'_{ТН}, o'_{ТН}, u'_{ТН}$ )

**Примітка.** Далі за текстом координати  $f'$  та  $o'$  позначенні зі зміщенням (4.7).

### 4.5 Випробувальна сила

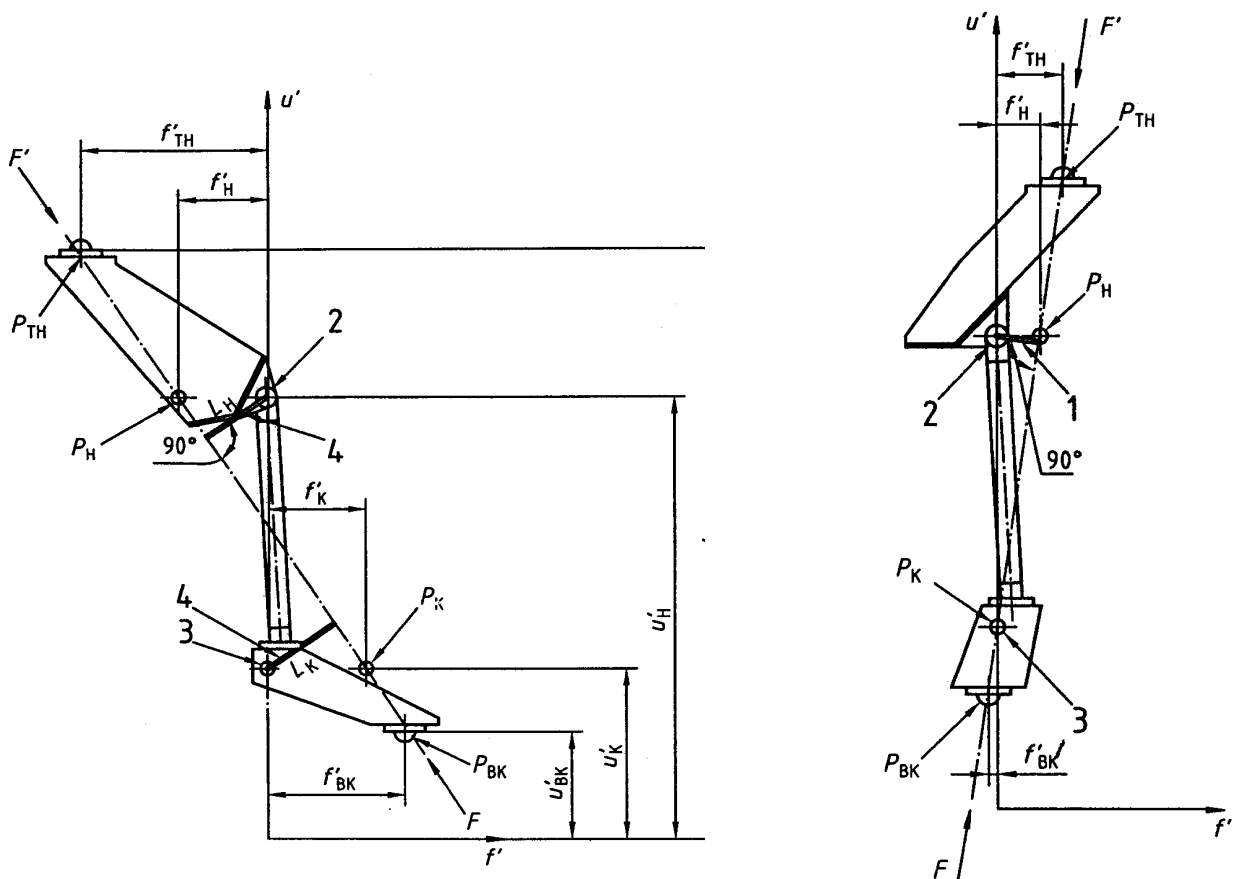
Випробувальна сила  $F$  це результуючий вектор стискального навантаження, прикладеного до нижньої і верхньої базових точок прикладання навантаги  $P_{ВК}$  та  $P_{ТН}$



Позначки:

- 1 – верхня базова площина, ТН;
- 2 – тазостегнова базова площина, Н;
- 3 – колінна базова площина, К;
- 4 – нижня базова площина, ВК;
- а – ліворуч;
- б – праворуч

**Рисунок 1** – Система координат відповідно 4.2 з базовими площинами

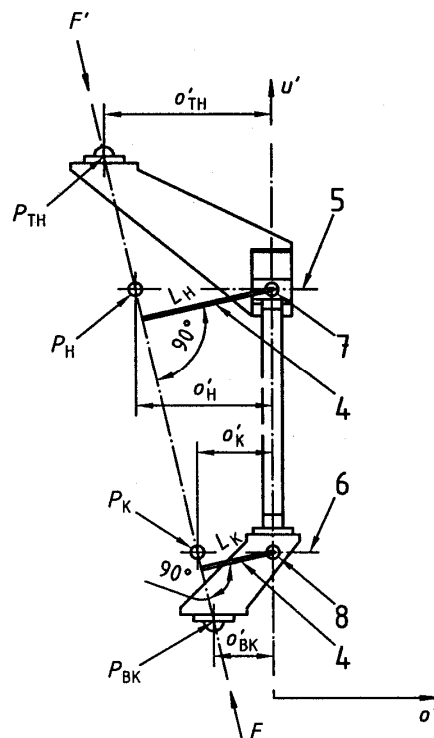


а) умови навантаження при випробуваннях А-Р на розгинання

б) умови навантаження при випробуваннях А-Р на згинання

Позначки:

- 1 – дійсне плече важеля  $L_H$
- 2 – дійсний центр тазостегнового вузла
- 3 - дійсний центр колінного вузла
- 4 - дійсне плече важелів
- 5 – дійсна центральна лінія тазостегнового вузла
- 6 - дійсний центр тазостегнового вузла
- 7 - дійсна центральна лінія колінного вузла
- 8 - дійсний центр колінного вузла



с) умови навантаження при випробуваннях М-Л

Рисунок 2 – Схеми для А-Р та М-Л випробувань в  $f'-u'$  та  $o'-u'$  площинах

## 4.6 Лінія навантаження

Лінія навантаження це лінія прикладання випробувальної сили  $F$  яка проходить через базові точки  $P_K$  та  $P_H$

## 4.7 Базові відстані

### 4.7.1 Зміщення

Зміщення це відстані по перпендикуляру від базових точок (4.3.1 та 4.4) до  $o'-u'$  площини та  $f'-u'$  площини системи координат (4.1 та 4.2). Вони ідентичні координатам  $f'$  та  $o'$  цих базових точок відповідно.

### 4.7.2 Дійсне плече важелів

Дійсне плече важелів це відстані по перпендикуляру від лінії навантаження до дійсних центрів вузлів (5.5.2.2 та 5.5.2.4), де  $L_K$  - дійсне плече важеля колінного вузла, а  $L_H$  - дійсне плече важеля тазостегнового вузла.

### 4.7.3 Відстань $L_{BK-TH}$

Відстань  $L_{BK-TH}$  це відстань між нижньою точкою прикладання навантаги  $P_{BK}$  (4.3.1 та 4.4) та верхньою точкою прикладання навантаги  $P_{TH}$  (4.3.4 та 4.4).

## 5 ВИПРОБУВАЛЬНІ ЗРАЗКИ

### 5.1 Моделі випробних зразків

#### 5.1.1 Число моделей випробних зразків

Є дві моделі випробних зразків, як описано в 5.1.2 та 5.1.3.

#### 5.1.2 Модель повної конструкції

Модель повної конструкції повинна складатись з тазостегнового вузла та наступних елементів:

- a) сегмента стегна або відповідного пристосування;
- b) будь якого спеціального з'єднання з колінним вузлом та/або
- c) будь яких елементів, розташованих вище тазостегнового вузла включно гільзу.

### **5.1.3 Модель часткової конструкції**

Модель часткової конструкції повинна складатись з тазостегнового вузла з'єднаного з відповідним пристосуванням що забезпечує здобуття загальних розмірів, встановлених для повної конструкції.

З'єднувальні елементи таких пристосувань повинні мати механічні характеристики аналогічні характеристикам елементів протеза.

## **5.2 Обов'язки відносно відбору, підготовки та регулювання випробних зразків**

**5.2.1** Виробник/постачальник повинен відповідати за відбір та складання випробних зразків, а також за забезпечення елементами, які підлягають заміні під час циклічних випробувань.

**5.2.2** Виробник/постачальник повинен підготувати супровідний документ для подання на випробування разом з настановами щодо регулювання та/або обслуговування, за необхідності

**5.2.3** Виробник/постачальник повинен маркувати кожен випробний зразок неповторною позначкою, яку можна відстежити.

**5.2.4** Виробник/постачальник або випробувальна лабораторія/центр повинні відповідати за приєднання випробувальних важелів (6.2.1).

**5.2.5** Випробувальна лабораторія/центр повинна звернутися за роз'ясненнями до виробника/постачальника випробного зразка, якщо тазостегновий вузол має особливості конструкції.

**5.2.6** Випробувальна лабораторія/центр повинна відповідати за регулювання випробного зразка для забезпечення встановлених зміщень та дійсних важелів під час випробувань.

## **5.3 Відбирання випробних зразків**

Випробувальні зразки тазостегнових вузлів треба відбирати з готової продукції. Метод відбору зразків реєструють у супровідному документі для подання на випробування.

Якщо виробник/постачальник подає підтверджувальний документ (сертифікат), який засвідчує, що зразок для випробування відібрано з готової продукції, цей документ треба долучити до супровідного документу для подання на випробування разом з докладним описом методу відбору.

#### **5.4 Підготовка випробних зразків**

Будь які косметичні елементи повинні бути вилучені з випробних зразків, якщо вони не впливають на міцність конструкції. Випробувальні зразки повинні включати всі елементи згідно з конструкторською документацією.

**Примітка.** Протягом циклічних випробувань відповідні елементи замінюють коли число циклів досягло значення, в якому така заміна необхідна згідно з настановами виробник/постачальника щодо обслуговування та/або супровідного документу для подання на випробування.

Випробувальні зразки, що мають кінцеві кріплення, повинні бути складені згідно з вимогами до підготовки випробних зразків, а також згідно з вимогами супровідного документу для подання на випробування.

#### **5.5 Регулювання випробних зразків**

##### **5.5.1 Загальні вимоги**

Випробувальні зразки повинні бути відрегульовані згідно з обов'язками відносно регулювання випробних зразків (5.2) та вимогами наведеними в 5.5.2.

##### **5.5.2 Опис дійсних центрів та дійсних центральних ліній**

###### **5.5.2.1 Дійсна центральна лінія колінного вузла**

Дійсна центральна лінія моноцентричного колінного вузла без замка або механізму керування фази опори повинна збігатися з віссю згинання колінного вузла.

Дійсна центральна лінія інших колінних вузлів повинна бути визначена в настановах виробника/постачальника щодо регулювання, які включені до супровідного документу для подання на випробування або подані разом з випробним зразком.

Дійсна центральна лінія колінного вузла повинна бути розташована у площині  $o'-u'$  системи координат паралельно дійсній центральній лінії тазостегнового вузла.

#### **5.5.2.2 Дійсний центр колінного вузла**

Дійсний центр колінного вузла розташований на дійсній центральній лінії колінного вузла.

Дійсний центр симетричного колінного вузла розташований на його центральній лінії та рівновіддалений від його зовнішніх контурів.

Положення дійсного центру асиметричного або керованого колінного вузла повинно бути визначено в настановах виробника/постачальника щодо регулювання, які включені до супровідного документу для подання на випробування або подані разом з випробним зразком.

#### **5.5.2.3 Дійсна центральна лінія тазостегнового вузла**

Дійсна центральна лінія моноцентричного тазостегнового вузла без замка або механізму керування фази опори повинна збігатися з віссю згинання тазостегнового вузла.

Дійсна центральна лінія інших тазостегнових вузлів повинна бути визначена в настановах виробника/постачальника щодо регулювання, які включені до супровідного документу для подання на випробування або подані разом з випробним зразком.

Дійсна центральна лінія тазостегнового вузла повинна бути розташована у площині  $o'-u'$  системи координат паралельно осі  $o'$ .

#### **5.5.2.4 Дійсний центр тазостегнового вузла**

Дійсний центр тазостегнового вузла розташований на дійсній центральній лінії тазостегнового вузла.

Дійсний центр симетричного тазостегнового вузла розташований на його центральній лінії та рівновіддалений від його зовнішніх контурів.

Положення дійсного центру асиметричного або керованого тазостегнового вузла повинно бути визначено в настановах виробника/постачальника щодо регулювання, які включені до супровідного

документу для подання на випробування або подані разом з випробним зразком.

**5.5.3** Регулювання випробного зразка в положення максимального навантаження

Розташування випробного зразка в положення максимального навантаження повинно бути визначено виробником/постачальником у супровідному документі для подання на випробування. Його положення повинно розташовуватися в межах обмежень визначених в настановах виробника/постачальника щодо регулювання зразків що додається до кожного зразка.

Якщо положення максимального навантаження випробного зразка не може бути визначено, то зразок регулюється так, щоб його положення було 90% граничного значення діапазону регулювання від нейтрального положення. Регулювання повинно здійснюватися у напрямку віддалення від лінії навантаження щоб збільшити дійсне плече важеля.

## **6 ВИМОГИ ТА УМОВИ ВИПРОБУВАНЬ**

### **6.1 Види випробувань**

#### **6.1.1 Статичні випробування**

Кожне статичне випробування повинно полягати з прикладання однократного навантаження до випробного зразка.

Статичні випробування повинні складатись з статичних перевіряльних випробувань на міцність, статичних випробувань на граничну міцність (до руйнування) та статичних перевіряльних випробувань на скручування.

#### **6.1.2 Циклічні випробування**

Циклічні випробування повинні полягати з прикладання багатократних навантажень до випробного зразка.

Циклічні випробування проводять після завершення статичних випробувань.



## **6.2 Вимоги до випробного навантаження**

### **6.2.1 Принципи навантаження при випробуваннях**

Для створення необхідних умов навантаження при випробуваннях уніфікованим і відтворним способом, положення лінії навантаги відносно випробного зразка повинно бути встановлено з дотриманням наступних принципів:

d) положення лінії навантаги в межах системи координат повинно бути таким, щоб випробувальна сила при навантаженні прикладалась або в площині  $f'-u'$ , або в площині  $o'-u'$  (рисунки 1 та 2);

e) випробний зразок повинен бути складений до заданої довжини з використанням кінцевих кріплень, що складаються з важелів прикладання навантаження і подовжувачів;

f) випробний зразок повинен бути встановлений або в площині  $f'-u'$ , або в площині  $o'-u'$  системи координат, з відрегульованими таким чином верхнім та нижнім важелями прикладання навантаження, щоб зміщення колінного та тазостегнового вузлів відповідали заданим;

g) не слід змінювати положення важелів прикладання навантаження, якщо випробний зразок деформується в умовах навантаження при випробуваннях та деформація змінює зміщення колінного та тазостегнового вузлів.

### **6.2.2 Умови навантаження при випробуваннях**

#### **6.2.2.1 Загальні положення**

Умови навантаження при випробуваннях A-P, M-L та скручування засновані на внутрішніх базових навантаженнях, що складаються з осьової сили, згинального та крутного моментів. Їх опис та дії наведені додатку А.

**Примітка.** Додаткові довідкові данні наведені у додатку В разом з формулами для обчислення специфічних значень осьової сили, дійсних пліч важелів прикладання навантаження та зміщень.

#### **6.2.2.2 Умови навантаження при випробуваннях A-P**

При випробуваннях А-Р в умовах навантаження, як наведено на рисунках 2а) та 2б), складові навантаження мають бути створені прикладанням єдиної випробувальної сили в площині  $f'-u'$  системи координат.

Встановлюють два виду умов навантаження в площині  $f'-u'$  системи координат та кожне з них застосовують при статичних перевіряльних випробуваннях на міцність, статичних випробуваннях на граничну міцність (до руйнування) та циклічних випробуваннях (6.4):

а) умови навантаження при випробуваннях А-Р на розгинання, які наведені на рисунку 2а), використовують для всіх тазостегнових вузлів;

б) умови навантаження при випробуваннях А-Р на згинання, які наведені на рисунку 2б), використовують для тазостегнових вузлів з обмежувачем розміру шага.

#### **6.2.2.3 Умови навантаження при випробуваннях М-L**

При випробуваннях М-L в умовах навантаження, як наведено на рисунку 2с), складові навантаження мають бути створені прикладанням єдиної випробувальної сили в площині  $o'-u'$  системи координат.

Умови навантаження при випробуваннях М-L застосовують при статичних перевіряльних випробуваннях на міцність, статичних випробуваннях на граничну міцність (до руйнування) та циклічних випробуваннях (6.4).

#### **6.2.2.4 Умови навантаження при випробуваннях на скручування**

Випробування А-Р та М-L повинні бути доповнені окремими випробуваннями на скручування, які проводять згідно з методами статичних та циклічних випробувань навколо  $u'$ -осі (6.5).

#### **6.2.3 Рівні випробувальної навантаги**

Навантаги що діють на протези нижніх кінцівок при їх експлуатації залежать від індивідуальних фізичних параметрів, локомоторних характеристик людини та інших чинників.

З цих причин необхідні різні категорії протезів, отже встановлені різні рівні навантаги при випробуваннях.

Рівні навантаги серії А – А 100, А 80 та А 60 застосовують для протезів нижніх кінцівок для дорослих.

**Примітка 1.** Для рівнів навантаження А 100, А 80 та А 60 значення змішень та випробувальних навантаг при випробуваннях А-Р, М-Л та на скручування встановлені в таблицях 3 та 4.

**Примітка 2.** Рівні навантаги А 100, А 80 та А 60 відповідають рівням навантаження серії А встановленим в ISO 10328-3.

### **6.3 Вимоги та умови до методів випробування та випробувального устаткування**

#### **6.3.1 Загальні положення**

Встановлюють розміри випробних зразків та значень випробувальних навантаг згідно з визначеними в розділі 7. Проводять одне випробування з урахуванням конкретних вимог встановлених в супровідному документі для подання на випробування, який надається з кожним випробним зразком.

Випробувальне устаткування повинно забезпечувати вільне переміщення навантажувального пристрою, що дозволяє отримати максимальну деформацію випробного зразка.

Випробувальне оснащення (кінцеві кріплення до складу яких входять подовжувачі та навантажувальні важелі) не повинно збільшувати або знижувати визначені випробувальні навантаги при випробуваннях.

Реєструють данні та вносять їх до протоколу випробування випробувальної лабораторії/центру згідно з вимогами розділу 9.

#### **6.3.2 Перевірятьні випробування кінцевих кріплень що використовуються при випробуваннях А-Р та М-Л**

##### **6.3.2.1 Загальні положення**

Проводять перевіряльні випробування на жорсткість кінцевих кріплень, до складу яких входять подовжувачі та навантажувальні важелі, у спосіб встановлений в 6.3.2.2. та 6.3.2.3 (примітка 1).

**Примітка 1.** Метод перевіряльних випробувань кінцевих кріплень, як встановлено в 6.3.2.2, може бути застосований в схемах випробувань, в яких положення кінцевих кріплень встановлено під більш великим кутом нахилу відносно лінії навантаження, чим при відповідних випробуваннях випробного зразка. Якщо кінцеві кріплення не можна встановити у таке положення то застосовують альтернативний метод перевіряльних випробувань кінцевих кріплень згідно з 6.3.2.3.

**Примітка 2.** За необхідності проводять перевіряльні випробування різних комплектів кінцевих кріплень, які розроблені індивідуально за вимогами різних умов навантаження.

**Примітка 3.** Не слід повторювати перевіряльні випробування комплектів кінцевих кріплень, якщо результати попередніх випробувань відповідних комбінацій кінцевих кріплень задовільні.

### 6.3.2.2 Стандартні перевіряльні випробування кінцевих кріплень

**6.3.2.2.1** Збирають разом елементи кінцевих кріплень, які входять до складу випробного зразка при випробуванні. Встановлюють обидва навантажувальні важелі в одному напрямку.

Якщо подовжувачі мають пристрої регулювання, то їх повинно встановити в найнесприятливіше конструктивне положення.

Для збирання кінцевих кріплень можна використовувати додаткові елементи, якщо їх жорсткість не менше за жорсткість других не протезних елементів, зібраних в положення для випробувань.

**6.3.2.2.2** Встановлюють обидва навантажувальних важеля в межах діапазону регулювання, визначеного для прийнятих умов навантаження, в одному напрямку при їх максимальній довжині.

**6.3.2.2.3** Встановлюють складений випробний зразок у випробувальному устаткованні.

**6.3.2.2.4** Прикладають до випробного зразка опресовувальну випробувальну силу  $F_{set}$ , значення якої встановлено у таблиці 4, для випробувань А-Р та М-І з відповідним рівнем навантаги.

Витримують опресовувальну випробувальну силу  $F_{set}$  протягом 10-30 секунд та знімають її.

**6.3.2.2.5** Прикладають до випробного зразка стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$ , значення якої встановлено у таблиці 4, та витримують її до завершення вимірювань, встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_1$ , або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаги у випробувальному устаткованні (наприклад, повзуна з його вихідного положення) як  $\delta_1$ .

**6.3.2.2.6** Повільно зі швидкістю від 100 Н/с до 250 Н/с збільшують випробувальну силу  $F_{stab}$  до досягнення перевіряльної випробувальної сили  $F_{pa}$ , значення якої встановлено у таблиці 4, для випробувань А-Р та М-Л з відповідним рівнем навантаги.

**6.3.2.2.7** Зменшують випробувальну силу до  $F_{stab}$  та витримують її до завершення вимірювань, встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_3$ , або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаги у випробувальному устаткованні (наприклад, повзуна з його вихідного положення) як  $\delta_3$ .

**6.3.2.2.8** Обчислюють та реєструють значення вигину  $D_1$  при  $F_{pa}$  та остаточну деформацію  $D_2$  при  $F_{stab}$ , відповідно, між нижньою та верхньою точками прикладання навантаги, за формулами:

$$D_1 = L_1 - L_2 \text{ або } D_1 = \delta_2 - \delta_1$$

$$D_2 = L_1 - L_3 \text{ або } D_2 = \delta_3 - \delta_1$$

**6.3.2.2.9** Кінцеві кріплення не використовують, якщо визначені значення перевищують наступні граничні значення:

- максимальний вигин при  $F_{pa}$   $D_1 = 2$  мм

- максимальна остаточна деформація при  $F_{stab}$   $D_2 = 1$  мм

**6.3.2.2.10** Реєструють результати випробувань.

**6.3.2.3** Альтернативні перевіряльні випробування кінцевих кріплень

**6.3.2.3.1** Складають разом два однакових комплекту кінцевих кріплень, які використовуються або у верхній частині, або у нижній частині випробного зразка для однакових умов навантаження при випробуванні.

Встановлюють обидва навантажувальні важелі в одному напрямку.

Якщо подовжувачі мають пристрої регулювання, то їх повинно встановити в найнесприятливіше конструктивне положення.

Для складання кінцевих кріплень можна використовувати додаткові елементи, якщо їх жорсткість не менше за жорсткість других не протезних елементів, складених в положення для випробувань.

**Примітка.** Кожен комплект кінцевих кріплень складається з навантажувального важеля, подовжувача та за необхідності додаткових елементів для приєднання до одного кінця випробного зразка.

**6.3.2.3.2** Продовжують випробування згідно з 6.3.2.2.2 по 6.3.2.2.7.

**6.3.2.3.3** Обчислюють та реєструють середнє значення вигину двох однакових комплектів кінцевих кріплень  $D_{1, X/Y}$  при  $F_{pa}$  та остаточну деформацію  $D_{2, X/Y}$  при  $F_{stab}$ , відповідно, між нижньою та верхньою точками прикладання навантаги, за формулами:

$$D_{1, X/Y} = L_{1, X/Y} - L_{2, X/Y} \text{ або } D_{1, X/Y} = \delta_{2, X/Y} - \delta_{1, X/Y}$$

$$D_{2, X/Y} = L_{1, X/Y} - L_{3, X/Y} \text{ або } D_{2, X/Y} = \delta_{3, X/Y} - \delta_{1, X/Y}$$

де знак X (X = AP-E, AP-F, ML) визначає випробування (розгинання A-P, згинання A-P, M-L) та знак Y (Y = B, T) частину застосування кожного комплекту кінцевих кріплень у випробному зразку, в умовах випробування (B для нижньої, T для верхньої).

**Примітка.** Для прикладу, що наведений у примітці до 6.3.2.3.1, вигин та остаточну деформацію позначають  $D_{1, ML/B}$  та  $D_{2, ML/B}$  відповідно.

**6.3.2.3.4** Комплекти кінцевих кріплень не використовують, якщо визначена максимальна остаточна деформація при  $F_{stab}$  перевищує граничне значення  $D_{2, X/Y} = 1$  мм.

**6.3.2.3.5** Повторюють випробування з 6.3.2.3.1 по 6.3.2.3.3 для двох однакових комплектів кінцевих кріплень, які використовуються у протилежній частині випробного зразка для однакових умов навантаження при випробуванні.

**6.3.2.3.6** Комплекти кінцевих кріплень не використовують, якщо визначена максимальна остаточно деформація при  $F_{stab}$  перевищує граничне значення  $D_{2, X/Y} = 1$  мм.

**6.3.2.3.7** Обчислюють середнє значення вигину  $D_{1, X/mean}$  при  $F_{pa}$ , комбінації нижнього та верхнього комплекту кінцевих кріплень, які використовують у випробному зразку при однакових умовах навантаження, як середнє значення вигинів визначених в 6.3.2.3.3 та 6.3.2.3.5:

$$D_{1, X/mean} = 1/2 D_{1, X/B} + 1/2 D_{1, X/T} = 1/2 (D_{1, X/B} + 1/2 D_{1, X/T})$$

**6.3.2.3.8** Комбінації нижнього та верхнього комплектів кінцевих кріплень не використовують, якщо визначене середнє значення вигину при  $F_{pa}$  перевищує граничне значення  $D_{1, X/mean} = 2$  мм.

**6.3.2.3.9** Реєструють результати випробування та зазначають, якщо використовувались раніш отримані результати випробувань.

## **6.4 Метод випробування А-Р та М-Л**

### **6.4.1 Загальні положення**

**6.4.1.1** Всі випробування А-Р та М-Л проводять з відрегульованими випробними зразками в положення максимального навантаження, як визначено в 5.5.3.

**6.4.1.2** Для всіх умов навантаження при випробуваннях А-Р на скручування встановлюють обмежувач розміру шага в положення повного розгинання тазостегнового вузла. Якщо це не можливо, регулюють обмежувач розміру шага до мінімальної довжини шага (мінімальне згинання стегна).

Щоб уникнути виступання назовні обмежувача шага, при циклічних випробуваннях таких вузлів, необхідно, змінити кут пластини кріплення тазостегнового вузла для встановлення положення лінії навантаження поперед вісі згинання. Такі зміни необхідно узгодити між випробувальною лабораторією/центром та виробником/постачальником.

Реєструють будь-які виконані зміни у протоколі випробувань.

**6.4.1.3** Проводять випробування M-L в положенні повного розгинання тазостегнового вузла.

**Примітка.** При прикладанні моменту, утримуючого випробний зразок в положенні повного розгинання протягом випробувань M-L, можливо зміщення в площині A-P не більше 10 мм.

Реєструють значення зміщення в площині A-P в протоколі випробувань.

## 6.4.2 Статичні перевіряльні випробування A-P та M-L

**Примітка 1.** Випробний зразок, що задовільно пройшов циклічні випробування A-P та M-L (включаючи завершальні випробування статичним навантаженням), може використовуватись для статичних перевіряльних випробувань A-P або M-L, відповідно, після повторного регулювання(див. примітку 1 до 6.7).

**Примітка 2.** Вимірювання, вказані з 6.4.2.1 по 6.4.2.5 та 6.4.2.8, можна проводити на випробному зразку, що встановлений або у випробувальному устаткуванні, або у спеціальному пристосуванні, де прикладають стабілізуючу випробувальну силу  $F_{stab}$ .

**6.4.2.1** Готують та регулюють випробний зразок відповідно до розділу 5 цього стандарту та супровідного документу для подання на випробування.

Встановлюють зміщення колінного та тазостегнового вузлів при нульовому навантаженні ( $f'_{к}$ ,  $f'_{н}$ ,  $o'_{к}$ ,  $o'_{н}$ ) та довжини елементів випробного зразка ( $u'_{к} - u'_{вк}$ ,  $u'_{н} - u'_{к}$ ,  $u'_{тн} - u'_{н}$ ) відповідно до значень, наведеним в 7.2.1 та таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги.

Вимірюють та реєструють:

- a)  $f'_{к}$ ,  $f'_{н}$ ,  $o'_{к}$ ,  $o'_{н}$
- b)  $u'_{к} - u'_{вк}$ ,  $u'_{н} - u'_{к}$ ,  $u'_{тн} - u'_{н}$

**6.4.2.2** Прикладають до випробного зразка опресовувальну випробувальну силу  $F_{set}$  відповідно до значень, встановленим в таблиці 4, для випробувань A-P і M-L та відповідного рівня навантаги.

Витримують силу  $F_{set}$  протягом 10-30 с. та знімають її.

Витримують випробний зразок при нульовому навантаженні протягом не менш ніж 15 хв. перед проведенням робіт по 6.4.2.3.



**6.4.2.3** Прикладають до випробного зразка стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  відповідно до значень, встановленим в таблиці 4.

**6.4.2.4** Регулюють нижній та верхній навантажувальні важелі до встановлення зміщень ( $f'_{К}$ ,  $f'_{Н}$ ,  $o'_{К}$ ,  $o'_{Н}$ ), відповідно до значень, наведеним в таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги при дії стабілізувальної випробувальної сили  $F_{stab}$ .

**6.4.2.5** Прикладають та витримують стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  до завершення вимірювань встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють:

a)  $f'_{К}$ ,  $f'_{Н}$ ,  $o'_{К}$ ,  $o'_{Н}$

b)  $L_{К}$  та  $L_{Н}$

c) відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_4$  або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаження (наприклад, повзуна) у випробувальному устаткованні як  $\delta_4$

**Примітка.** Якщо вимірювання по переліченням а) і b) проведені на випробному зразку, який знаходиться у спеціальному пристосуванні, то повторно прикладають стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  після переміщення випробного зразка в випробувальне устаткування, до проведення вимірювань по переліченню c).

**6.4.2.6** Повільно зі швидкістю від 100 Н/с до 250 Н/с збільшують випробувальну силу  $F_{stab}$  до досягнення перевіряльної випробувальної сили  $F_{pa}$ , значення якої встановлено у таблиці 4, для випробувань А-Р та М-Л з відповідним рівнем навантаги.

Витримують значення перевіряльної випробувальної сили  $F_{pa}$  протягом 30 с.

**6.4.2.7** Зменшують випробувальну силу до  $F_{stab}$ .

**6.4.2.8** Витримують стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab} = 50$  Н до завершення вимірювань встановлених нижче. Завершують вимірювання протягом 15 хв.

Вимірюють та реєструють:

a) відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_5$  або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаження (наприклад, повзуна) у випробувальному устаткованні як  $\delta_5$

b)  $f'_{К}$ ,  $f'_{Н}$ ,  $o'_{К}$ ,  $o'_{Н}$

с)  $L_K$  та  $L_H$

**Примітка.** Якщо вимірювання по переліченням b) і с) проведені на випробному зразку, який знаходиться у спеціальному пристосуванні, то стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  знімають та повторно прикладають після переміщення випробного зразка в випробувальне устаткування, після проведення вимірювань по переліченню а).

**6.4.2.9** Обчислюють та реєструють остаточну деформацію  $D_3$  між нижньою та верхньою точками прикладання навантаги:

$$D_3 = L_4 - L_5 \text{ або } D_3 = \delta_5 - \delta_4$$

**6.4.2.10** Якщо значення остаточної деформації  $D_3$  перевищує 15 мм, то випробувальний зразок не задовольняє вимогам цього стандарту до статичних перевіряльних випробувань.

**6.4.2.11** Якщо який-небудь елемент випробного зразка втрачає функційність після даного випробування, то реєструють, що цей елемент не задовольняє вимогам цього стандарту до статичних перевіряльних випробувань А-Р та М-Л в складі випробного зразка.

**6.4.2.12** Якщо випробний зразок не витримав випробувань, то реєструють характер руйнування та навантаження при якому сталося руйнування у протоколі випробувань.

**6.4.3** Статичні випробування А-Р та М-Л на граничну міцність (до руйнування)

**Примітка 1.** Випробний зразок, що задовільно пройшов статичні перевіряльні випробування А-Р та М-Л, може використовуватись для статичних випробувань А-Р або М-Л на граничну міцність (до руйнування), відповідно, після повторного регулювання.

**Примітка 2.** Вимірювання, вказані в 6.4.3.1-6.4.3.5, можна проводити на випробному зразку, що встановлений або у випробувальному устаткуванні, або у спеціальному пристосуванні, де прикладають стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$ .

**6.4.3.1** Готують та регулюють випробний зразок відповідно до розділу 5 цього стандарту та супровідного документу для подання на випробування.

Встановлюють зміщення колінного та тазостегнового вузлів при нульовому навантаженні ( $f'_K$ ,  $f'_H$ ,  $o'_K$ ,  $o'_H$ ) та довжини елементів випробного

зразка ( $u'_K - u'_{BK}$ ,  $u'_H - u'_K$ ,  $u'_{TH} - u'_H$ ) відповідно до значень, наведеним в 7.2.1 та таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги.

Вимірюють та реєструють:

a)  $f'_K$ ,  $f'_H$ ,  $o'_K$ ,  $o'_H$

b)  $u'_K - u'_{BK}$ ,  $u'_H - u'_K$ ,  $u'_{TH} - u'_H$

**6.4.3.2** Прикладають до випробного зразка опресовувальну випробувальну силу  $F_{set}$  відповідно до значень, встановленим в таблиці 4, для випробувань А-Р і М-Л та відповідного рівня навантаги.

Витримують силу  $F_{set}$  протягом 10-30 с. та знімають її.

Витримують випробний зразок при нульовому навантаженні протягом не менш ніж 15 хв. та переходять до 6.4.3.3.

**6.4.3.3** Прикладають до випробного зразка стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  відповідно до значень, встановленим в таблиці 4.

**6.4.3.4** Регулюють нижній та верхній навантажувальні важелі до встановлення зміщень ( $f'_K$ ,  $f'_H$ ,  $o'_K$ ,  $o'_H$ ), відповідно до значень, наведеним в таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги при дії стабілізувальної випробувальної сили  $F_{stab}$

**6.4.3.5** Прикладають та витримують стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  до завершення вимірювань встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють:

a)  $f'_K$ ,  $f'_H$ ,  $o'_K$ ,  $o'_H$

b)  $L_K$  та  $L_H$

**Примітка.** Якщо вимірювання по переліченням а) і б) проведені на випробному зразку, який знаходиться у спеціальному пристосуванні, то повторно прикладають стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  після переміщення випробного зразка в випробувальне устаткування, до проведення робіт у відповідності з 6.4.3.6.

**6.4.3.6** Повільно зі швидкістю від 100 Н/с до 250 Н/с збільшують випробувальну силу  $F_{stab}$  до руйнування зразка або до досягнення граничної випробувальної сили  $F_{su, brittle}$  для крихкого руйнування (6.4.3.7).

Реєструють максимальне досягнуте значення випробувальної сили  $F$  при випробуванні.

**6.4.3.7** Випробувальна сила  $F$ , яку випробний зразок повинен витримати, щоб задовольнити вимогам цього стандарту до статичних випробувань А-Р та М-Л на граничну міцність (до руйнування), залежить від виду руйнування, яке може статися (визначення виду руйнування згідно 3.1, 3.2 та 3.3).

Випробний зразок задовольняє вимогам цього стандарту до статичних випробувань А-Р та М-Л на граничну міцність (до руйнування), якщо він витримує граничну випробувальну силу  $F_{su, brittle}$  для крихкого руйнування або якщо пластичне руйнування відбудеться при навантаженні, яке перевищує граничну випробувальну силу  $F_{su, ductile}$  для пластичного руйнування.

Значення граничної випробувальної сили  $F_{su}$ , для випробувань А-Р та М-Л при відповідному рівні навантаги, наведено у таблиці 4.

За вимогою виробника/постачальника або супровідного документу для подання на випробування, статичні випробування на граничну міцність (до руйнування) можуть бути продовжені до фактичного руйнування випробного зразка після того, як зразок витримав випробувальну силу, визначену в таблиці 4, для крихкого руйнування. В цьому випадку кінцеві кріплення повинні мати більш великі значення жорсткості, а саме значення вигину та остаточної деформації повинні знаходитись в межах значень, встановлених в 6.3.2, при значенні перевіряльного навантаження вище встановленого в таблиці 4.

**6.4.3.8** Якщо руйнування сталося, то досліджують і визначають вид руйнування та реєструють у протоколі випробувань.

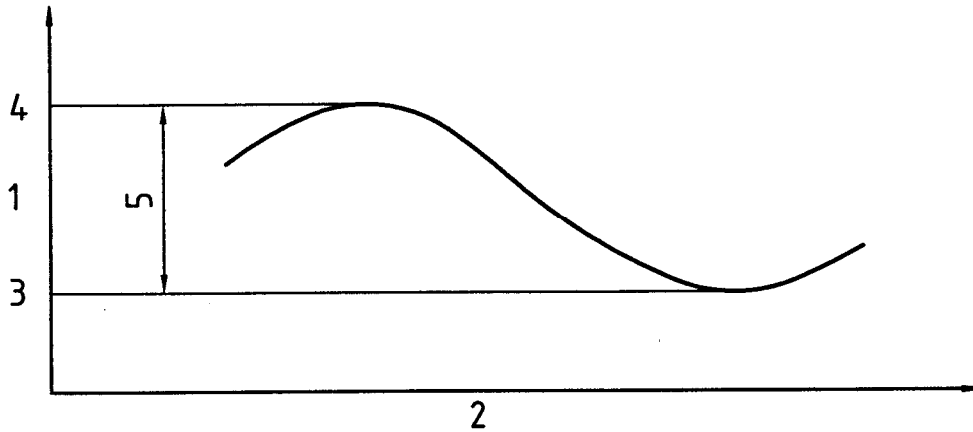
#### **6.4.4** Циклічні випробування А-Р та М-Л

##### **6.4.4.1** Загальні вимоги до циклічних випробувань А-Р та М-Л

**6.4.4.1.1** Випробувальне устаткування повинно створювати пульсувальну випробувальну силу  $F$ , як показано на рисунку 3, яка змінюється в діапазоні циклічної випробувальної сили  $F_c$  від початкової випробувальної сили  $F_{min}$  до максимальної випробувальної сили  $F_{max}$ , де

$$F_{max} = F_{min} + F_c$$

**6.4.4.1.2** Форма хвилі циклічної випробувальної сили  $F_c$ , створеної випробувальним устаткуванням, повинна бути синусоїдальною (рисунок 3). Якщо визнано, що синусоїдальна форма не може бути створена, то форма хвилі повинна бути плавною, без посиленних піків та стрибків.



Позначки:

1 – випробувальна навантага  $F, M_u$

2 - час

3 – початкова випробувальна навантага  $F_{\min}, M_{u' \min}$

4 – максимальна випробувальна навантага  $F_{\max}, M_{u' \max}$

5 – діапазон циклічної випробувальної навантаги  $F_c, M_{u' c}$

**Рисунок 3** – Параметри циклу навантажень при циклічних випробуваннях

**6.4.4.1.3** Випробувальне устаткування повинно автоматично вимикатись, якщо значення циклічної випробувальної сили  $F_c$  відхиляється від значення максимальної випробувальної сили  $F_{\max}$ , більш ніж на 10 %.

Механізм керування випробувальним устаткуванням, що створює синусоїдальну форму хвилі, може потребувати декількох циклів для досягнення заданої форми хвилі. Протягом процесу встановлення режиму, форма хвилі повинна бути плавною, без посиленних піків, а максимальна прикладена сила не

повинна перевищувати максимальну випробувальну силу  $F_{\max}$ , більш ніж на 10 %.

**6.4.4.1.4** Випробувальне устаткування повинно автоматично вимикатись, якщо значення вигину між нижньої і верхньої базовими точками прикладання навантаги  $P_{BK}$  та  $P_{TH}$  при  $F_{\max}$  збільшується, більш ніж на 5 мм, від початкового значення вигину при  $F_{\max}$ .

Початкове значення вигину вимірюється при роботі випробувального устаткування з заданим навантаженням та заданою формою хвилі (6.4.4.2.8 та 6.4.4.2.9).

**6.4.4.1.5** Якщо значення частоти випробування перевищує 1 Гц, то максимальна частота повинна бути менше частоти, при якій починається динамічний вплив маси на максимальне значення навантаження або форму хвилі.

**6.4.4.1.6** Протягом циклічних випробувань А-Р та М-Л певні елементи випробних зразків повинні бути замінені, якщо кількість циклів під час циклічного випробування досягло значень, згідно з якими така заміна показана настановами виробника/постачальника щодо обслуговування та/або супровідним документом для подання на випробування. Реєструють всі заміни елементів випробних зразків у протоколі випробувань.

**6.4.4.1.7** Випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування, за додатковим запитом виробника/постачальника, повинні бути візуально досліджені за допомогою лупи з чотирьох та більш кратним збільшенням. Реєструють данні про наявність та характер тріщин у протоколі випробувань.

**6.4.4.1.8** Випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування, повинні пройти випробування завершальною статичною силою  $F_f = F_{sp}$  (див. 6.4.4.2.17).

## **6.4.4.2** Метод циклічних випробувань А-Р та М-Л

**Примітка.** Вимірювання, вказані з 6.4.4.2.1 по 6.4.4.2.5, можна проводити на випробному зразку, що встановлений або у випробувальному устаткуванні, або у спеціальному пристосуванні, де прикладають стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  та/або максимальну випробувальну силу  $F_{max}$ .

**6.4.4.2.1** Готують та регулюють випробний зразок відповідно до розділу 5 цього стандарту та супровідного документу для подання на випробування.

Встановлюють зміщення колінного та тазостегнового вузлів при нульовому навантаженні ( $f'_{к}, f'_{н}, o'_{к}, o'_{н}$ ) та довжини елементів випробного зразка ( $u'_{к} - u'_{вк}, u'_{н} - u'_{к}, u'_{тн} - u'_{н}$ ) відповідно до значень, наведеним в 7.2.1 та таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги.

Вимірюють та реєструють:

- a)  $f'_{к}, f'_{н}, o'_{к}, o'_{н}$
- b)  $u'_{к} - u'_{вк}, u'_{н} - u'_{к}, u'_{тн} - u'_{н}$

**6.4.4.2.2** Прикладають до випробного зразка опресовувальну випробувальну силу  $F_{set}$ , відповідно до значень, встановленим в таблиці 4, для визначених умов навантаження та рівня навантаги при випробуваннях А-Р та М-І.

Витримують силу  $F_{set}$  протягом 10-30 с. та знімають її.

Витримують випробний зразок при нульовому навантаженні протягом не менш ніж 15 хв. перед проведенням робіт по 6.4.4.2.3.

**6.4.4.2.3** Прикладають до випробного зразка стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$ , відповідно до значень, встановленим в таблиці 4.

**6.4.4.2.4** Регулюють нижній та верхній навантажувальні важелі до встановлення зміщень ( $f'_{к}, f'_{н}, o'_{к}, o'_{н}$ ), відповідно до значень, наведеним в таблиці 3, для встановлених умов навантаження та рівня навантаги при дії стабілізувальної випробувальної сили  $F_{stab}$ .

**6.4.4.2.5** Прикладають та витримують стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  до завершення вимірювань встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють:

- a)  $f'_{к}, f'_{н}, o'_{к}, o'_{н}$
- b)  $L_{к}$  та  $L_{н}$

с) відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_6$  або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаження (наприклад, повзуна) у випробувальному устаткуванні як  $\delta_6$

**Примітка.** Якщо вимірювання по переліченням а) і б) були проведені на випробному зразку, який знаходиться у спеціальному пристосуванні, то повторно прикладають стабілізувальну випробувальну силу  $F_{stab}$  після переміщення випробного зразка в випробувальне устаткування, до проведення вимірювань по переліченню с).

**6.4.4.2.6** Прикладають до випробного зразка максимальну випробувальну силу  $F_{max}$  відповідно до значень, встановленим в таблиці 4, для визначених умов навантаження та рівня навантаги при випробуваннях А-Р та М-Л.

Витримують силу  $F_{max}$  до завершення вимірювань встановлених нижче.

Вимірюють та реєструють:

а)  $f'_{K}$ ,  $f'_{H}$ ,  $o'_{K}$ ,  $o'_{H}$

б)  $L_K$  та  $L_H$

с) відстань  $L_{BK-TH}$  як  $L_7$  або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаження (наприклад, повзуна) у випробувальному устаткуванні як  $\delta_7$

**Примітка.** Якщо вимірювання по переліченням а) і б) проведені на випробному зразку, який знаходиться у спеціальному пристосуванні, то максимальну випробувальну силу  $F_{max}$  знімають та повторно прикладають після переміщення випробного зразка в випробувальне устаткування, до проведення вимірювань по переліченню с).

**6.4.4.2.7** Зменшують випробувальну силу до початкової випробувальної сили  $F_{min}$ , відповідно до значень, встановленим в таблиці 4.

**6.4.4.2.8** Витримують початкову випробувальну силу  $F_{min}$  та прикладають циклічну випробувальну силу  $F_c$ , значення якої встановлені в таблиці 4, для визначених умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л та рівня навантаги за частотою, яка зазначена у супровідному документі для подання на випробування для серії циклів.

Не переходять до 6.4.4.2.9 доки не відбудеться стабілізування випробного зразка і випробувального устаткування та досягнення форми хвилі визначеної в 6.4.4.1.2 при значенні  $F_c$ , яке не відхиляється від значення  $F_{max}$  більш ніж на 10 %.



Зупиняють випробувальне устаткування та реєструють кількість циклів, що потрібно для його стабілізування, в протоколі випробувань.

**Примітка.** Кількість циклів, необхідне для стабілізування випробування, буде залежати від конструкції випробного зразка і механізму керування випробувальним устаткуванням.

**6.4.4.2.9** Прикладають до випробного зразка максимальну випробувальну силу  $F_{\max}$ . Вимірюють та реєструють початкове значення відстані  $L_{\text{BK-TH}}$  як  $L_8$  або зміщення  $\delta$  точки прикладання навантаження (наприклад, повзуна) у випробувальному устаткуванні як  $\delta_8$ .

**6.4.4.2.10** Зменшують випробувальну силу до початкової випробувальної сили  $F_{\min}$

**6.4.4.2.11** Утримують початкову випробувальну силу  $F_{\min}$  та прикладають циклічну випробувальну силу  $F_c$ , значення якої встановлені в таблиці 4, для визначених умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л та рівня навантаги. Кількість циклів навантаження визначено в таблиці 4, а частота зазначена у супровідному документі для подання на випробування.

**6.4.4.2.12** Якщо випробувальне устаткування вимкнулось за надмірних зміщень оглядають випробний зразок на ушкодження.

Якщо випробний зразок має пошкодження, реєструють, що він не задовольняє вимогам цього стандарту до циклічних випробувань А-Р та М-Л.

Якщо пошкоджень випробного зразка не виявлено, повторно проводять випробування з 6.4.2.2.8 і прикладають задану кількість циклів.

**6.4.4.2.13** Вимірюють та реєструють  $f'_K$ ,  $f'_H$ ,  $o'_K$ ,  $o'_H$ ,  $L_K$  та  $L_H$ , як  $L_{\text{BK-TH}}$  або зміщення  $\delta$  при  $F_{\min}$  та  $F_{\max}$  в наступних випадках:

а) при кількості циклів навантаження, за яких передбачено проводити заміну елементів згідно з настановами виробника/постачальника щодо обслуговування та/або супровідним документом для подання на випробування (див. 6.4.4.1.6);

б) при проведенні встановленої кількості циклів.

Після обміну/заміни вказаних елементів випробування продовжуються з 6.4.4.2.1, 6.4.4.2.2 або 6.4.4.2.8 в залежності від механічних властивостей цих елементів та складності повторного складання випробного зразка при обміні/заміні елементів.

**6.4.4.2.14** Реєструють у протоколі випробувань всі випадки вимикання випробувального устаткування, кількість циклів до вимикання випробувального устаткування, тривалість та причини вимикання.

**6.4.4.2.15** Продовжують випробування до руйнування або до досягнення заданої кількості циклів, що визначено в таблиці 4. У кожному випадку реєструють загальну кількість циклів прикладання навантаження в протоколі випробування.

**6.4.4.2.16** Якщо випробний зразок зруйнувався, реєструють вид руйнування в протоколі випробування.

**6.4.4.2.17** Згідно з 6.4.2 випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування, підлягають завершальним статичним випробуванням силою  $F_f = F_{sp}$ , значення якої встановлено в таблиці 4, для визначених умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л та рівня навантаги, прикладеної зі швидкістю від 100 Н/с до 250 Н/с.

Випробний зразок повинен витримувати навантаження протягом 30 с. без руйнування або великої пластичної деформації.

### **6.4.4.3** Критерії руйнування для циклічних випробувань А-Р та М-Л

**6.4.4.3.1** Якщо випробний зразок, який випробовували з частотою 3 Гц не досягає заданої кількості циклів, які визначені в таблиці 4, то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань А-Р та М-Л.

**6.4.4.3.2** Якщо випробний зразок, який випробовували з частотою 3 Гц або більше зруйнувався, випробування повторюють на зразку-заміні при частоті, менш ніж 3 Гц, для однакових умов навантаження та рівня навантаги при випробуваннях. Якщо замінений зразок також зруйнувався, то

випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань А-Р та М-Л.

**6.4.4.3.3** Якщо випробний зразок зруйнувався до досягнення завершальної статичної сили  $F_f = F_{sp}$  протягом 30 с., то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань А-Р та М-Л.

## **6.5 Метод випробування на скручування**

### **6.5.1 Загальні положення**

Випробування проводять лише в одному напрямку навантаження. Для асиметричних випробних зразків крутний момент прикладають у напрямку обертання колінного вузла всередину відносно тазостегнового вузла.

Разом з крутним моментом може бути прикладений згинальний момент тазостегнового вузла, якщо це необхідно, для утримування цілності конструкції випробного зразка. Цю умову повинно узгодити між виробником/постачальником та випробувальною лабораторією/центром.

Реєструють застосування та примірне значення прикладеного згинального моменту тазостегнового вузла у протоколі випробування.

### **6.5.2 Статичні перевіряльні випробування на скручування**

**6.5.2.1** Виробник/постачальник повинен скласти випробувальний зразок відповідно до настанов, звертаючи увагу на затягування болтів, які з'єднують елементи випробного зразка. Моменти затягування повинні бути визначені у супровідному документі для подання до випробувань. Всі регульовані елементи повинні бути установлені у середнє положення регулювання.

Випробувальна лабораторія/центр повинна приєднати необхідні пристосування для установлення випробного зразка у випробувальному устаткуванні. Моменти затягування болтів реєструють у протоколі випробувань.

**6.5.2.2** Встановлюють випробний зразок у випробувальне устаткування при положенні повного розгинання тазостегнового вузла з розташуванням дійсних центрів тазостегнового та колінного вузлів вздовж осі прикладання крутного моменту.

**6.5.2.3** Фіксують один кінець випробного зразка і прикладають до іншого кінця крутний момент  $M_{u'}$ , для утворення опресовувального крутного моменту  $M_{u' \text{ set}}$ , значення якого наведено в таблиці 4.

Утримують опресовувальний крутний момент  $M_{u' \text{ set}}$  протягом 10-30 с. та знімають його.

Витримують випробний зразок при нульовому навантаженні протягом не менш ніж 15 хв. перед проведенням робіт по 6.5.2.4.

**6.5.2.4** Прикладають до випробного зразка крутний момент  $M_{u'}$ , для утворення стабілізувального крутного моменту  $M_{u' \text{ stab}}$ , значення якого наведено в таблиці 4, та утримують його до завершення відмічання та реєстрації показань по 6.5.2.5.

**6.5.2.5** Відмічають початкові кутові положення в місцях з'єднань елементів.

Вимірюють і реєструють початкові кутові положення, що відносяться до крутіння навколо  $u'$ -осі для нижнього і верхнього елементів випробного зразка  $\theta_{b1}$  і  $\theta_{t1}$ , відповідно.

**6.5.2.6** Повільно збільшують крутний момент  $M_{u'}$  зі швидкістю, що не перевищує 4 Н м\с, для утворення перевіряльного крутного моменту  $M_{u' \text{ sp}}$ , значення якого наведено в таблиці 4.

Утримують перевіряльний крутний момент  $M_{u' \text{ sp}}$  на рівні заданого значення протягом 30 с.

Зменшують перевіряльний крутний момент  $M_{u' \text{ sp}}$  до стабілізувального крутного моменту  $M_{u' \text{ stab}}$ .

Вимірюють і реєструють час, використований для випробування.

**6.5.2.7** Утримують стабілізувальний крутний момент  $M_{u' \text{ stab}}$  до завершення вимірювань наведених нижче. Завершити вимірювання протягом 15 хвил.

Вимірюють і реєструють кінцеві кутові положення, що відносяться до крутіння навколо  $u'$ -осі  $\theta_{b2}$  і  $\theta_{t2}$ , відповідно.

Вимірюють і реєструють час, використовуваний для вимірювання.

**6.5.2.8** Обчислюють і реєструють відносне кутове переміщення навколо  $u'$ -осі між кінцями випробного зразка  $\theta_{r1}$  за формулою:

$$\theta_{r1} = (\theta_{b2} - \theta_{b1}) - (\theta_{t2} - \theta_{t1}) \text{ або } \theta_{r1} = (\theta_{b2} - \theta_{t2}) - (\theta_{b1} - \theta_{t1})$$

**6.5.2.9** Випробний зразок задовольняє вимогам цього стандарту до статичних перевіряльних випробувань на скручування, якщо розрахункове значення відносних кутових переміщень між кінцями випробного зразка  $\theta_{r1}$  не перевищує  $3^\circ$  та тазостегновий вузол не втратив функціональних можливостей.

За необхідності маркують початкові кутові положення в місцях з'єднань елементів відмічених у 6.5.2.5, щоб встановити кількість та місця переміщень.

### 6.5.3 Циклічні випробування на скручування

**6.5.3.1** Загальні вимоги застосовані до циклічних випробувань на скручування

**6.5.3.1.1** Випробувальне устаткування повинно створювати пульсувальний крутний момент  $M_{u'}$ , який змінюється у діапазоні циклічного крутного моменту  $M_{u'c}$  від початкового крутного моменту  $M_{u' \text{ min}}$  до максимального крутного моменту  $M_{u' \text{ max}}$ , де

$$M_{u' \text{ max}} = M_{u' \text{ min}} + M_{u'c}$$

**6.5.3.1.2** Форма хвилі пульсувального крутного моменту  $M_{u'}$  повинна бути синусоїдальною (рисунок 3). Якщо визнано, що синусоїдальна форма не може бути створена, то форма хвилі повинна бути плавною, без посиленних піків та стрибків.

**6.5.3.1.3** Випробувальне устаткування повинно автоматично вимикатись, якщо значення циклічного крутного моменту  $M_{u'c}$  відхиляється від значення максимального крутного моменту  $M_{u'max}$ , більш ніж на 10 %.

Механізм керування випробувальним устаткуванням, що створює синусоїдальну форму хвилі, потребує декількох циклів для досягнення заданої форми хвилі. Протягом процесу встановлення режиму, форма хвилі повинна бути плавною, без посиленних піків, а значення максимального прикладеного моменту не повинно перевищувати значення максимального крутного моменту  $M_{u'max}$ , більш ніж на 10 %.

**6.5.3.1.4** Випробувальне устаткування повинно автоматично вимикатись, якщо значення відносних кутових переміщень навколо  $u'$ -осі між кінцями випробного зразка при  $M_{u'max}$  збільшується більш ніж на  $3^\circ$  від початкового значення при  $M_{u'max}$ .

Значення початкового кутового переміщення визначають, якщо випробувальне устаткування працює при визначеному навантаженні з заданою формою хвилі.

**6.5.3.1.5** Якщо значення частоти випробування перевищує 1 Гц, то максимальна частота повинна бути менше частоти, при якій починається динамічний вплив маси на максимальне значення навантаження або форму хвилі.

**6.5.3.1.6** Протягом циклічних випробувань на скручування певні елементи випробних зразків повинні бути замінені, якщо кількість циклів під час циклічного випробування досягло значень, згідно з якими така заміна показана настановами виробника/постачальника щодо обслуговування та/або супровідним документом для подання на випробування. Реєструють всі заміни елементів випробних зразків у протоколі випробувань.

**6.5.3.1.7** Випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування на скручування, за додатковим запитом виробника/постачальника, повинні бути візуально досліджені за допомогою

лупи з чотирьох та більш кратним збільшенням. Реєструють данні про наявність та характер тріщин у протоколі випробувань.

**6.5.3.1.8** Випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування на скручування, повинні пройти випробування завершальним статичним крутним моментом  $M_{u'f} = M_{u'sp}$  (див. 6.5.3.2.15).

### **6.5.3.2** Метод циклічних випробувань на скручування

**6.5.3.2.1** Виробник/постачальник повинен скласти випробувальний зразок відповідно до настанов, звертаючи увагу на затягування болтів, які з'єднують елементи випробного зразка. Моменти затягування повинні бути визначені у супровідному документі для подання до випробувань. Всі регульовані елементи повинні бути установлені у середнє положення регулювання.

Випробувальна лабораторія/центр повинна приєднати необхідні пристосування для установлення випробного зразка у випробувальному устаткуванні. Моменти затягування болтів реєструють у протоколі випробувань.

**6.5.3.2.2** Встановлюють випробний зразок у випробувальне устаткування при положенні повного розгинання тазостегнового вузла з розташуванням дійсних центрів тазостегнового та колінного вузлів вздовж  $u'$ -осі.

**6.5.3.2.3** Фіксують один кінець випробного зразка і прикладають до іншого кінця крутний момент  $M_{u'}$ , для утворення опресовувального крутного моменту  $M_{u'set}$ , значення якого наведено в таблиці 4.

Утримують опресовувальний крутний момент  $M_{u'set}$  протягом 10-30 с. та знімають його.

Витримують випробний зразок при нульовому навантаженні протягом не менш ніж 15 хв. перед проведенням робіт по 6.5.3.2.4.

**6.5.3.2.4** Прикладають до випробного зразка крутний момент  $M_{u'}$ , для утворення стабілізувального крутного моменту  $M_{u'stab}$ , значення якого наведено в таблиці 4, та утримують його до завершення відмічання та реєстрації показань по 6.5.3.2.5.

**6.5.3.2.5** Відмічають початкові кутові положення в місцях з'єднань елементів.

Вимірюють і реєструють початкові кутові положення, що відносяться до крутіння навколо  $u'$ -осі для нижнього і верхнього елементів випробного зразка  $\theta_{b3}$  і  $\theta_{t3}$ , відповідно.

**6.5.3.2.6** Прикладають до випробного зразка початковий крутний момент  $M_{u' \text{ min}}$ , значення якого наведено в таблиці 4, та утримують його або стабілізувальний крутний момент  $M_{u' \text{ stab}}$ , відповідно, та потім прикладають циклічний крутний момент  $M_{u' \text{ c}}$ , значення якого наведено в таблиці 4, за частотою, заданою у супровідному документі для подання на випробування для серії циклів.

Не переходять до 6.5.3.2.7 доки не відбудеться стабілізування випробного зразка і випробувального устаткування та досягнення форми хвилі визначеної в 6.5.3.1.2 при значенні  $M_{u' \text{ c}}$ , яке не відхиляється від значення  $M_{u' \text{ max}}$  більш ніж на 10 %.

Зупиняють випробувальне устаткування та реєструють кількість циклів, що потрібно для його стабілізування, в протоколі випробувань.

**Примітка.** Кількість циклів, необхідне для стабілізування випробування, буде залежати від конструкції випробного зразка і механізму керування випробувальним устаткуванням.

**6.5.3.2.7** Прикладають до випробного зразка максимальний крутний момент  $M_{u' \text{ max}}$ , значення якого наведено в таблиці 4, та утримують його до завершення вимірювань наведених нижче.

Вимірюють і реєструють кутові положення, що відносяться до крутіння навколо  $u'$ -осі для нижнього і верхнього елементів випробного зразка  $\theta_{b4}$  і  $\theta_{t4}$ , відповідно.

**6.5.3.2.8** Обчислюють початкове відносне кутове переміщення, при  $M_{u' \text{ max}}$ , навколо  $u'$ -осі між кінцями випробного зразка  $\theta_{b2}$  за формулою:

$$\theta_{r2} = (\theta_{b4} - \theta_{b3}) - (\theta_{t4} - \theta_{t3}) \text{ або } \theta_{r2} = (\theta_{b4} - \theta_{t4}) - (\theta_{b3} - \theta_{t3})$$



**6.5.3.2.9** Зменшують крутний момент  $M_{u'}$  до початкового крутного моменту  $M_{u' \min}$  та утримують його.

**6.5.3.2.10** Прикладають циклічний крутний момент протягом заданої кількості циклів за частотою, яка зазначена у супровідному документі для подання на випробування.

Значення  $M_{u' c}$  та кількість циклів зазначені у таблиці 4.

Досліджують форму хвилі прикладеного циклічного крутного моменту  $M_{u' c}$ . Припиняють випробування якщо форма хвилі не відповідає 6.5.3.1.2.

Встановлюють вимикач переміщення випробувального устаткування на значення, що відповідає значенню відносного кутового переміщення навколо  $u'$ -осі між кінцями випробного зразка, яке на  $3^\circ$  більше значення початкового відносного кутового переміщення  $\theta_{b2}$  при  $M_{u' \max}$ , визначеного в 6.5.3.2.8.

**6.5.3.2.11** Якщо випробувальне устаткування вимкнулось за надмірних зміщень оглядають випробний зразок на ушкодження (див. 6.5.3.1.4).

Якщо випробний зразок має пошкодження, реєструють, що він не задовольняє вимогам цього стандарту до циклічних випробувань на скручування.

Якщо пошкоджень випробного зразка не виявлено, повторно проводять випробування з 6.5.3.2.6 і прикладають задану кількість циклів, зменшену на кількість циклів, що проведена до вимкнення випробувального устаткування.

**6.5.3.2.12** Вимірюють та реєструють кутові положення нижнього та верхнього елементів випробного зразка  $\theta_{b \min}$  і  $\theta_{t \min}$ , відповідно, при  $M_{u' \min} / M_{u' \text{stab}}$  та  $\theta_{b \max}$  і  $\theta_{t \max}$ , відповідно, при  $M_{u' \max}$ , обчислюють та реєструють отримані значення відносного кутового переміщення навколо  $u'$ -осі між кінцями випробного зразка  $\theta_{rx}$ , у випадках вказаних в переліченнях а) та б), за формулою:

$$\theta_{rx} = (\theta_{by \max} - \theta_{by \min}) - (\theta_{ty \max} - \theta_{ty \min}) \text{ або } \theta_{rx} = (\theta_{by \max} - \theta_{ty \max}) - (\theta_{by \min} - \theta_{ty \min})$$

$$\text{де } x = 3, 4, 5, \dots, n \quad y = x - 2 = 1, 2, 3, \dots, n - 2$$

а) при кількості циклів навантаження, при якому згідно з настановами виробника/постачальника передбачена заміна елементів (див. 6.5.3.1.6);

b) при проведенні встановленої кількості циклів

**Примітка.** Після обміну/заміни визначених елементів випробування можуть бути відновлені з 6.5.3.2.1 з використанням початкових відміток, встановлених в 6.5.3.2.5 з поверненням випробного зразка до вихідного положення; з 6.5.3.2.3 або 6.5.3.2.6 в залежності від механічних властивостей цих елементів та складності повторного складання випробного зразка при обміні/заміні елементів.

**6.5.3.2.13** Реєструють у протоколі випробувань всі випадки вимикання випробувального устаткування, кількість циклів до вимикання випробувального устаткування, тривалість та причини вимикання.

**6.5.3.2.14** Продовжують випробування до руйнування або до досягнення заданої кількості циклів, що визначено в таблиці 4. У кожному випадку реєструють загальну кількість циклів прикладання навантаження в протоколі випробування.

**6.5.3.2.15** Якщо випробний зразок зруйнувався, реєструють вид руйнування в протоколі випробування.

**6.5.3.2.16** Згідно з 6.5.3.1.8 випробні зразки, які задовільно витримали циклічні випробування на скручування, підлягають випробуванню завершальним статичним крутним моментом  $M_{u'f} = M_{u'sp}$ , значення якого встановлено в таблиці 4, прикладеним зі швидкістю не більше 4 Н м/с у напрямку прикладання циклічного навантаження.

Випробний зразок повинен витримувати навантаження протягом 30 с. без руйнування або без зміщень в місцях з'єднання суміжних елементів випробного зразка, що викликає остаточне кутове переміщення більш ніж 3°.

**6.5.3.3** Критерії руйнування для циклічних випробувань на скручування

**6.5.3.3.1** Якщо розрахунок значення відносного кутового переміщення за умов будь-якого вимикання випробувального устаткування довів, що зміщення в місцях з'єднання суміжних елементів випробного зразка викликає остаточне кутове переміщення  $\theta_{py}$  при  $M_{u'min} / M_{u'stab}$  більш ніж 3°, то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань на скручування.

За необхідності маркують початкові кутові положення суміжних елементів випробного зразка згідно з 6.5.3.2.5 для визначення місць та розмірів кутових переміщень.

**Примітка.**  $\theta_{py}$  обчислюють за формулою:

$$\theta_{py} = (\theta_{by \min} - \theta_{b3}) - (\theta_{ty \min} - \theta_{t3}) \text{ або } \theta_{rx} = (\theta_{by \min} - \theta_{ty \min}) - (\theta_{b3} - \theta_{t3})$$

де  $\theta_{b3}$  та  $\theta_{t3}$  визначені в 6.5.3.2.5, а  $\theta_{by \min}$  та  $\theta_{ty \min}$  визначені в 6.5.3.2.12.

**6.5.3.3.2** Якщо випробний зразок, який випробовували з частотою не менш ніж 3 Гц, не досягає мінімальної кількості циклів, встановленої в таблиці 4, то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань на скручування.

**6.5.3.3.3** Якщо випробний зразок, який випробовували з частотою 3 Гц або більше зруйнувався, випробування повторюють на зразку-заміні при частоті, менш ніж 3 Гц, для однакових умов навантаження та рівня навантаги при випробуваннях. Якщо замінений зразок також зруйнувався, то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань на скручування.

**6.5.3.3.4** Якщо випробний зразок зруйнувався до досягнення завершального статичного крутного моменту  $M_{u'f} = M_{u'sp}$  протягом 30 с., то випробувальні зразки вважають не задовольняючими вимогам цього стандарту до циклічних випробувань на скручування.

## 6.6 Кількість необхідних випробувань

Мінімальна кількість випробувань, що необхідні для підтвердження відповідності вимогам цього стандарту, наведено у таблиці 1. Випробування А-Р та М-Л проводять при встановленні випробного зразка в найнесприятливіше конструктивне положення для максимального навантаження (див. 5.5.3).

**Таблиця 1** – Кількість необхідних випробувань

Вид випробувань	Мінімальна кількість випробувань	
	Загальні випробування для всіх тазостегнових вузлів	Додаткові випробування для тазостегнових вузлів з обмежувачем розміру шагу
Статичні перевіряльні випробування	1 на розгинання в А-Р і 1 в М-Л	1 на згинання в А-Р
Статичні випробування на граничну міцність (до руйнування)	1 на розгинання в А-Р і 1 в М-Л	1 на згинання в А-Р
Циклічні випробування	1 на розгинання в А-Р і 1 в М-Л	1 на згинання в А-Р
Статичні випробування на скручування	1	-
Циклічні випробування на скручування	1	-

### 6.7 Обмеження на багаторазове використання випробних зразків

Випробні зразки, які використовувались при випробуваннях А-Р, не повинні використовуватись при випробуваннях М-Л та навпаки.

Випробні зразки, які використовувались при статичних перевіряльних випробуваннях на міцність або статичних випробуваннях на граничну міцність (до руйнування), не повинні використовуватись при статичних перевіряльних випробуваннях на скручування (але див. примітку 1).

**Примітка 1.** Випробні зразки, що задовільно витримали циклічні випробування (включаючи завершальні випробування статичним навантаженням), можуть використовуватись для статичних перевіряльних випробувань та для статичних випробуваннях на граничну міцність (до руйнування) після повторного регулювання.

**Примітка 2.** Випробні зразки з обмежувачем розміру шага, що задовільно витримали випробування А-Р на розгинання, можуть використовуватись при випробуваннях А-Р на згинання.

### 6.8 Точність

**6.8.1** Випробувальне устаткування (3.4) та пристосування використовувані для установаження випробного зразка у випробувальному устаткуванні повинні бути атестовані, а засоби вимірювання повинні бути

щорічно відкалібровані. Свідоцтва про калібрування та атестацію повинні бути зареєстровані.

**6.8.2** Випробувальне устаткування та пристосування використовувані для установаження та/або для вимірювання при навантаженні, повинні забезпечувати вимірювання максимального навантаження з похибкою не більш ніж  $\pm 1 \%$

**6.8.3** Випробувальне устаткування та пристосування використовувані для установаження та/або для вимірювання, повинні забезпечувати вимірювання лінійних та/або кутових розмірів з похибкою не більш ніж  $\pm 0,1$  мм та  $0,1^\circ$ , відповідно.

**6.8.4** При циклічних випробуваннях похибка вимірювання частоти прикладання навантаження не повинна перевищувати  $10 \%$ .

**6.8.5** Лінійні розміри повинні бути встановлені з точністю  $\pm 1$  мм;

**6.8.6** Кутові розміри повинні бути встановлені з точністю  $\pm 1^\circ$ ;

## 7 ПАРАМЕТРИ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ

### 7.1 Випробувальні навантаги та посилання

Випробувальні навантаги приведені у цьому стандарті наведено у таблиці 2 разом з номерами пунктів, в якому подані посилання на них.

**Таблиця 2** – Випробувальні навантаги та посилання на них

Випробувальна навантага	Посилання	
	Пункт	Таблиця
Стабілізувальна випробувальна сила $F_{stab} = 50$ Н	6.3.2; 6.4.2; 6.4.4.2	4
Опресовувальна випробувальна сила $F_{set} = 0,8F_c$	6.3.2; 6.4.2; 6.4.4.2	4
Перевіряльна випробувальна сила кінцевих кріплень $F_{pa} = 1,2F_{su, brittle}$	6.3.2	4
Статична перевіряльна випробувальна сила $F_{sp} = 1,75F_c$	6.4.2; 6.4.4.1; 6.4.4.2; 6.4.4.3	4
Статична гранична випробувальна сила:	6.4.3	4

- до пластичного руйнування $F_{su} = 1,5F_{sp}$ - до крихкого руйнування $F_{su} = 2,0F_{sp}$		
Початкова випробувальна сила $F_{min} = 50 \text{ Н}$	6.4.4.1; 6.4.4.2	4
Циклічна випробувальна сила $F_c$	6.4.4.1; 6.4.4.2	4
Максимальна циклічна в випробувальна сила $F_{max} = F_{min} + F_c$	6.4.4.1; 6.4.4.2	4
Стабілізувальний крутний момент $M_{u' stab} = 1 \text{ Н}\cdot\text{м}$	6.5.2; 6.5.3.2	4
Опресовувальний крутний момент $M_{u' set} = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}$	6.5.2; 6.5.3.2	4
Статичний перевіральний крутний момент $M_{u' sp}$	6.5.2; 6.5.3.1; 6.5.3.2; 6.5.3.3	4
Початковий крутний момент $M_{u' min} = 1 \text{ Н}\cdot\text{м}$	6.5.3.1; 6.5.3.2	4
Циклічний крутний момент $M_{u' c}$	6.5.3.1; 6.5.3.2	4
Максимальний циклічний крутний момент $M_{u' max} = M_{u' min} + M_{u' c}$	6.5.3.1; 6.5.3.2	4

## 7.2 Умови навантаження

### 7.2.1 Розміри випробних зразків

Розміри сегментів випробних зразків визначаються враховуючи наступні залежності:

$$u'_{\text{К}} - u'_{\text{ВК}} = 100 \text{ мм};$$

$$u'_{\text{Н}} - u'_{\text{К}} = 400 \text{ мм};$$

$$u'_{\text{ТН}} - u'_{\text{Н}} = 200 \text{ мм}.$$

**Примітка.** Для інших значень  $u'$  див. розділ 4 та рисунок 1

### 7.2.2 Зміщення базових точок та дійсних пліч важелів

$f'$ - та  $o'$ - координати (зміщення) базових точок прикладання навантаження до верхньої та нижньої, колінної та тазостегнової базових площин, дійсні плечі важелів для відповідних умов навантаження (рівнів навантаги) при випробуваннях А-Р та М-І повинні відповідати визначеним у таблиці 3.

Таблиця 3 - Схеми для випробувань А-Р та М-Л

Вид випробування		Базова площина	Базова точка навантаження	Зміщення <sup>2)</sup>		Дійсне плече важелів <sup>1), 2)</sup> , мм
Рівень навантаги А 100	Розгинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 104$ <sup>3)</sup> $f'_K = 67$ $f'_H = -83$ $f'_{TH} = -159$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 63$ $L_H = 78$
	Згинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = -7$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 29$ $f'_{TH} = 43$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 0$ $L_H = 29$
	М-Л	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 0$ $f'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = -37$ <sup>3)</sup> $o'_K = -47$ $o'_H = -86$ $o'_{TH} = -106$ <sup>3)</sup>	$L_K = 47$ $L_H = 86$
Рівень навантаги А 80	Розгинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 115$ <sup>3)</sup> $f'_K = 75$ $f'_H = -84$ $f'_{TH} = -163$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 70$ $L_H = 78$
	Згинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = -9$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 35$ $f'_{TH} = 53$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 0$ $L_H = 35$
	М-Л	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 0$ $f'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = -49$ <sup>3)</sup> $o'_K = -57$ $o'_H = -91$ $o'_{TH} = -108$ <sup>3)</sup>	$L_K = 57$ $L_H = 90$
Рівень навантаги А 60	Розгинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 116$ <sup>3)</sup> $f'_K = 77$ $f'_H = -76$ $f'_{TH} = -153$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 72$ $L_H = 71$
	Згинання А-Р	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = -10$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 41$ $f'_{TH} = 62$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $o'_K = 0$ $o'_H = 0$ $o'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$L_K = 0$ $L_H = 41$
	М-Л	Нижня Колінний вузол Тазостегновий вузол Верхня	$P_{BK}$ $P_K$ $P_H$ $P_{TH}$	$f'_{BK} = 0$ <sup>3)</sup> $f'_K = 0$ $f'_H = 0$ $f'_{TH} = 0$ <sup>3)</sup>	$o'_{BK} = -63$ <sup>3)</sup> $o'_K = -67$ $o'_H = -83$ $o'_{TH} = -92$ <sup>3)</sup>	$L_K = 67$ $L_H = 83$

1) Для „зміщення” та „дійсне плече важеля” див. 4.7.1 та 4.7.2  
 2) Наведені значення приведені до цілих міліметрів - значень, найближчих до точних значень, обчислених з відповідних елементів навантаження, що діють на дійсні центри колінного та тазостегнового вузлів (див. також додаток В)  
 3) Зміщення у нижньої та верхньої базових площинах наведені лише для настанов щодо регулювання випробних зразків

### 7.2.3 Випробувальні навантаги та кількість циклів випробувань

Випробувальні навантаги та кількість циклів випробувань для умов навантаження при випробуваннях А-Р, М-Л та на скручування для різних рівнів навантаження повинні відповідати визначеним у таблиці 4.

**Таблиця 4** – Значення випробувальних навантаг та кількість циклів

Вид випробування	Випробувальна навантага			
	Позначення	Значення для рівня		
		А 100	А 80	А 60
Умови навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л: Перевіряльні випробування кінцевих кріплень Всі випробування  Статичні випробування  Циклічні випробування Кількість циклів $2 \times 10^6$	$F_{pa}$	5367 Н	4410 Н	3780 Н
	$F_{stab}$	50 Н	50 Н	50 Н
	$F_{set}$	1024 Н	840 Н	720 Н
	$F_{sp}$	2240 Н	1838 Н	1575 Н
	$F_{su, ductile}$	3360 Н	2756 Н	2363 Н
	$F_{su, brittle}$	4480 Н	3675 Н	3150 Н
	$F_{min}$	50 Н	50 Н	50 Н
	$F_c$	1280 Н	1050 Н	900 Н
	$F_{max}$	1330 Н	1100 Н	950 Н
	Умови навантаження при випробуваннях на скручування:  Всі випробування  Статичні випробування на скручування  Циклічні випробування на скручування Кількість циклів $2 \times 10^6$	$M_{u' stab}$		1 Н м
$M_{u' set}$			3 Н м	
$M_{u' sp}$			50 Н м	
$M_{u' min}$			1 Н м	
$M_{u' c}$			30 Н м	
$M_{u' max}$			31 Н м	

## 8 СУПРОВІДНИЙ ДОКУМЕНТ ДЛЯ ПОДАННЯ НА ВИПРОБУВАННЯ

### 8.1 Необхідність супровідного документу



Супровідний документ для подання на випробування надається до кожного випробного зразка згідно з розділами 5, 6 та 7. Цей документ повинен містити інформацію визначену з 8.2 по 8.4.

## **8.2 Загальні вимоги**

**8.2.1** Виробник/постачальник повинен підготувати супровідний документ для подання на випробування, який містить всю необхідну інформацію, та подати оригінал та якнайменш одну копію до кожного випробного зразка.

**8.2.2** Виробник/постачальник повинен точно вказати свою назву та адресу для контакту. У разі потреби повинен бути зазначений виробник спеціального устаткування.

**8.2.3** Виробник/постачальник повинен навести спеціальну, що відстежується позначку, наведену в документі для випробувань, яка повинна бути нанесена на випробному зразку. Виробник/постачальник повинен зберігати реєстрацію такої позначки.

**8.2.4** Виробник/постачальник повинен чітко вказати випробувальну лабораторію/центр, яка буде проводити випробування.

**8.2.5** Виробник/постачальник повинен чітко вказати дату надання або відправлення випробних зразків до випробувальної лабораторії.

## **8.3 Інформація щодо випробних зразків**

### **8.3.1** Для всіх випробних зразків

Супровідний документ для подання на випробування на кожний випробний зразок повинен містити таку інформацію:

а) назва підприємства виробника випробного зразка або інша ідентифікаційна позначка (для кожного елемента, якщо випробний зразок складається з елементів різних виробників);

б) позначення виробника та/або його номер (для кожного елемента, якщо випробний зразок складається з елементів різних виробників);

с) модель випробного зразка згідно з 5.1;

d) за потреби документ виробника, який підтверджує, що випробний зразок відібрано з готової продукції, і, в якому наведено методи відбирання зразків згідно з 5.3;

e) позначення дійсних центрів та дійсних центральних ліній згідно з 5.2.2 та 5.5.2;

f) дані про навантажувальні важелі та їх приєднання згідно з 5.2.4;

g) спеціальні настанови по установлюванню випробного зразка та/або кінцевих кріплень згідно з 5.2.5;

h) моменти затягування для сполучальних болтів (особливо використовуваних у зразках для випробувань на скручування згідно з 6.5.2.1 та 6.5.3.2.1).

### **8.3.2** Для випробних зразків при випробуваннях А-Р та М-Л

Позначення положення випробних зразків при найнесприятливішому варіанті регулювання для максимального навантаження згідно з 5.5.3

## **8.4 Інформація щодо випробувань**

### **8.4.1** Загальні положення

Супровідний документ для подання на випробування повинен включати інформацію наведену з 8.4.2 по 8.4.6 для кожного випробного зразка.

### **8.4.2** Для всіх видів випробувань вказують:

a) конкретні випробування з посиланнями на відповідні пункти розділів 6 та 7;

b) конкретні встановлені значення розмірів та навантажень, які використовуються протягом випробувань згідно з 6.3.1 та розділом 7.

### **8.4.3** Для випробувань А-Р та М-Л

Положення випробних зразків при найнесприятливішому варіанті регулювання для максимального навантаження згідно з 6.4.1.1.

### **8.4.4** Для випробувань на скручування

Позначення середніх положень всіх регульованих елементів згідно з 6.5.2.1.

#### **8.4.5 Для циклічних випробувань**

- a) періодичність заміни елементів згідно з 6.4.4.1.6 та 6.5.3.1.6;
- b) за потреби вимоги до візуального обстеження випробних зразків, які задовільно витримали циклічні випробування згідно з 6.4.4.1.7 та 6.5.3.1.7;
- c) значення випробної частоти згідно з 6.4.4.2.11 та 6.5.3.2.11.

**8.4.6 Для статичних випробувань A-P та M-L на граничну міцність (до руйнування)**

За потреби вимоги о продовженні випробування на граничну міцність до фактичного руйнування випробного зразка згідно з 6.4.3.7 Ці вимоги повинні мати вказівки щодо оформлення результатів випробувань.

## **9 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ**

### **9.1 Загальні вимоги**

**9.1.1** Випробувальна лабораторія/центр повинна підготувати протокол по кожному проведеному випробуванню і повинна представити, принаймні, одну його копію постачальникові випробних зразків.

**9.1.2** Випробувальна лабораторія/центр повинна чітко вказати свою назву та адресу.

**9.1.3** Випробувальна лабораторія/центр повинна забезпечити для протоколу випробувань унікальну і простежувальну позначку (наприклад, серійний номер), включаючи нумерацію кожної сторінки і загальну кількість сторінок протоколу. Випробувальна лабораторія/центр повинна зберігати реєстрацію такої позначки.

**9.1.4** Позначення виробника/постачальника та позначення випробувальної лабораторії/центру повинні бути чітко зазначені.

**9.1.5** Протокол випробувань повинен бути підписаний відповідальною особою від випробувальної лабораторії/центру.

**9.1.6** Дата (дати) надходження випробних зразків і дата (дати) підготовки протоколу випробувань повинні бути чітко зазначені.

**9.1.7** Протокол випробувань повинен містити всі данні встановлені у відповідних пунктах розділу 6.

## **9.2 Данні для всіх випробних зразків**

Протокол випробувань повинен включати наступну інформацію для кожного випробного зразка:

- a) спеціальну, що відстежується позначку, яка повинна бути нанесена на кожному випробному зразку. Якщо випробний зразок не маркований позначкою, то випробувальна лабораторія/центр повинна нанести таку позначку по завершенні випробування;
- b) модель випробного зразка згідно з 5.1;
- c) навантажувальні важелі використовувані згідно з 5.2.4;
- d) регулювання випробного зразка згідно з 5.2.4; 5.2.6 та 5.5;
- e) моменти затягування для сполучальних болтів (особливо використовуваних у зразках для випробувань на скручування згідно з 6.5.2.1 та 6.5.3.2.1).

## **9.3 Данні для всіх випробувань**

Протокол випробувань повинен включати наступну інформацію для кожного випробного зразка:

- a) конкретні випробування, проведені у відповідності з пунктами розділів 6 та 7. У спеціальних випадках необхідно приводити посилання на супровідний документ для подання на випробування;
- b) конкретні встановлені значення розмірів та навантажень, які використовуються протягом випробувань згідно з 6.3.1 та розділом 7;
- c) перевіряльні випробування кінцевих кріплень (за потреби) згідно з 6.3.2;
- d) конкретні схеми випробувань згідно з 6.4.1.2 та примітками до 6.4.1.3; 6.4.4.2.8 та/або 6.5.3.2.6;

е) точність випробувального устаткування та окремих вимірювань згідно з 6.8

## **9.4 Данні результатів випробування А-Р та М-Л**

### **9.4.1 Загальні положення**

Протокол випробувань повинен включати інформацію наведену з 9.4.2 по 9.4.4 для кожного випробного зразка.

### **9.4.2 Результати статичних перевіряльних випробувань А-Р та М-Л**

Протокол випробувань повинен включати інформацію:

а) визначені значення зміщень, дійсних пліч важелів, довжин та переміщень згідно з 6.4.2.1; 6.4.2.5 та 6.4.2.8, а також значення деформації, обчислені згідно з 6.4.2.9;

б) результати експертизи/перевірки функціонування відповідно з 6.4.2.11;

с) значення навантаження при якому сталося руйнування та характер руйнування згідно з 6.4.2.12.

### **9.4.3 Результати статичних випробувань А-Р та М-Л на граничну міцність (до руйнування)**

Протокол випробувань повинен включати інформацію:

а) визначені значення зміщень та дійсних пліч важелів згідно з 6.4.3.1 та 6.4.3.5;

б) значення граничної випробувальної сили  $F_{su}$  згідно з 6.4.3.6 та 6.4.3.7;

с) за вимогами виробника/постачальника результати випробування на граничну міцність до фактичного руйнування випробного зразка згідно з 6.4.3.7

д) вид руйнування випробного зразка згідно з 6.4.3.8

### **9.4.4 Результати циклічних випробувань А-Р та М-Л**

Протокол випробувань повинен включати інформацію:

- a) визначені значення зміщень, дійсних пліч важелів, довжин та переміщень згідно з 6.4.4.2.1; 6.4.4.2.5 та 6.4.4.2.8, 6.4.4.2.9 та 6.4.4.2.13;
- b) кількість циклів, необхідне для стабілізування випробування згідно з 6.4.4.2.8;
- c) застосовувана частота навантаження згідно з 6.4.4.2.11;
- d) випадки вимикання випробувального устаткування згідно з 6.4.4.2.14;
- e) данні про заміни елементів випробних зразків згідно з 6.4.4.1.6;
- f) кількість циклів прикладання навантаження до руйнування або витривалості випробного зразка згідно з 6.4.4.2.15;
- g) вид будь-якого руйнування випробного зразка згідно з 6.4.4.2.16;
- h) за вимогами виробника/постачальника наявність та характер тріщин виявлених у результаті візуального обстеження випробних зразків згідно з 6.4.4.1.7;
- i) результати завершальних статичних випробувань при рівні випробувальної навантаги згідно з 6.4.4.1.8 та 6.4.4.2.17.

## **9.5 Данні результатів випробування на скручування**

**9.5.1** Протокол випробувань повинен включати всю наступну інформацію для кожного випробного зразка.

### **9.5.2** Результати статичних випробувань на скручування

Протокол випробувань повинен включати інформацію:

- a) моменти затягування для болтів, які з'єднують будь-які елементи випробного зразка згідно з 6.5.2.1;
- b) значення початкових та кінцевих кутових положень для нижнього і верхнього елементів випробного зразка згідно з 6.5.2.5 або 6.5.2.7, відповідно;
- c) час, використований для випробування та вимірювання кінцевих кутових положень для нижнього і верхнього елементів випробного зразка згідно з 6.5.2.6 або 6.5.2.7;
- d) обчислені значення відносного кутового переміщення між кінцями випробного зразка, визначеного згідно з 6.5.2.8.

### 9.5.3 Результати циклічних випробувань на скручування

Протокол випробувань повинен включати інформацію:

- a) моменти затягування для болтів, які з'єднують будь-які елементи випробного зразка згідно з 6.5.2.1;
- b) значення початкових та кінцевих кутових положень для нижнього і верхнього елементів випробного зразка згідно з 6.5.3.2.5; 6.5.3.2.7 та 6.5.3.2.12;
- c) обчислені значення відносного кутового переміщення між кінцями випробного зразка, визначеного згідно з 6.5.3.2.8 та 6.5.3.2.12;
- d) кількість циклів, необхідне для стабілізування випробування згідно з 6.5.3.2.6;
- e) застосовувана частота навантаження згідно з 6.5.3.2.10;
- f) випадки вимикання випробувального устаткування згідно з 6.5.3.2.13;
- g) данні про заміни елементів випробних зразків згідно з 6.5.3.1.6;
- h) кількість циклів прикладання навантаження до руйнування або витривалості випробного зразка згідно з 6.5.3.2.14;
- i) вид будь-якого руйнування випробного зразка згідно з 6.5.3.2.15;
- j) за вимогами виробника/постачальника наявність та характер тріщин виявлених у результаті візуального обстеження випробних зразків згідно з 6.5.3.1.7;
- k) результати завершальних статичних випробувань при рівні випробувальної навантаги згідно з 6.5.3.1.8 та 6.5.3.2.16.

**Додаток А**  
(довідковий)

**ОПИС ВНУТРІШНІХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЇХ ДІЇ**

**А.1 Загальні положення**

Умови випробного навантаження, визначені в цьому стандарті, засновані на внутрішніх базових навантаженнях, що складаються з осьової сили (осьове стискання), згинальних моментів та крутного моменту, наведених в А.3.

Базові сили і моменти діють уздовж та навкруги базових ліній відповідно. Базові лінії моментів визначені в А.2.

**А.2 Базові лінії моментів**

**А.2.1 Загальні положення**

Базові лінії моментів - це лінії, навкруги яких діють моменти, встановлені в розділі А.3. Вони задані в системі координат, описаної в розділі 4.

**А.2.2 Базові лінії моментів колінного вузла**

**А.2.2.1** Базова лінія моменту колінного вузла  $K_{f'}$  - це лінія перетинання колінної базової площини (К) із площиною  $f'-u'$ .

**А.2.2.2** Базова лінія моменту колінного вузла  $K_{o'}$  - це лінія перетинання колінної базової площини (К) із площиною  $o'-u'$ .

**А.2.3 Базові лінії моментів тазостегнового вузла**

**А.2.3.1** Базова лінія моменту тазостегнового вузла  $H_{f'}$  - це лінія перетинання тазостегнової базової площини (Н) із площиною  $f'-u'$ .

**А.2.3.2** Базова лінія моменту тазостегнового вузла  $H_{o'}$  - це лінія перетинання тазостегнової базової площини (Н) із площиною  $o'-u'$ .

**А.3 Внутрішні навантаження**

**А.3.1 Загальні положення**

Внутрішні сили і моменти зазначені в А.3.2 і А.3.3, разом з анатомічними описами їх дії. В таблиці А.1 наведено перелік навантажень з альтернативними



описами переміщень, які викликають позитивні сили, згинальні і крутні моменти.

Для лівостороннього застосування осьова сила, згинальні моменти та крутний момент  $M_{u'}$  будуть позитивними, як наведено на рисунку А.1.

Для правостороннього застосування, застосовується дзеркальне відображення (див. 4.1 та рисунок 1). Як наслідок, згинальні моменти  $M_{kf'}$ ,  $M_{hf'}$  і крутний момент  $M_{u'}$  будуть позитивними в протилежному напрямку (див. рисунок А.1).

### **А.3.2 Осьова сила $F_{u'}$ (осьове стискання)**

Осьова сила  $F_{u'}$  - це компонента сили уздовж  $u'$ -осі системи координат згідно з 4.2. Позитивна  $F_{u'}$  має тенденцію стискати сегмент стегна протеза у його поздовжньому напрямку.

### **А.3.3 Моменти**

#### **А.3.3.1 Згинальний момент колінного вузла, $M_{k_0'}$**

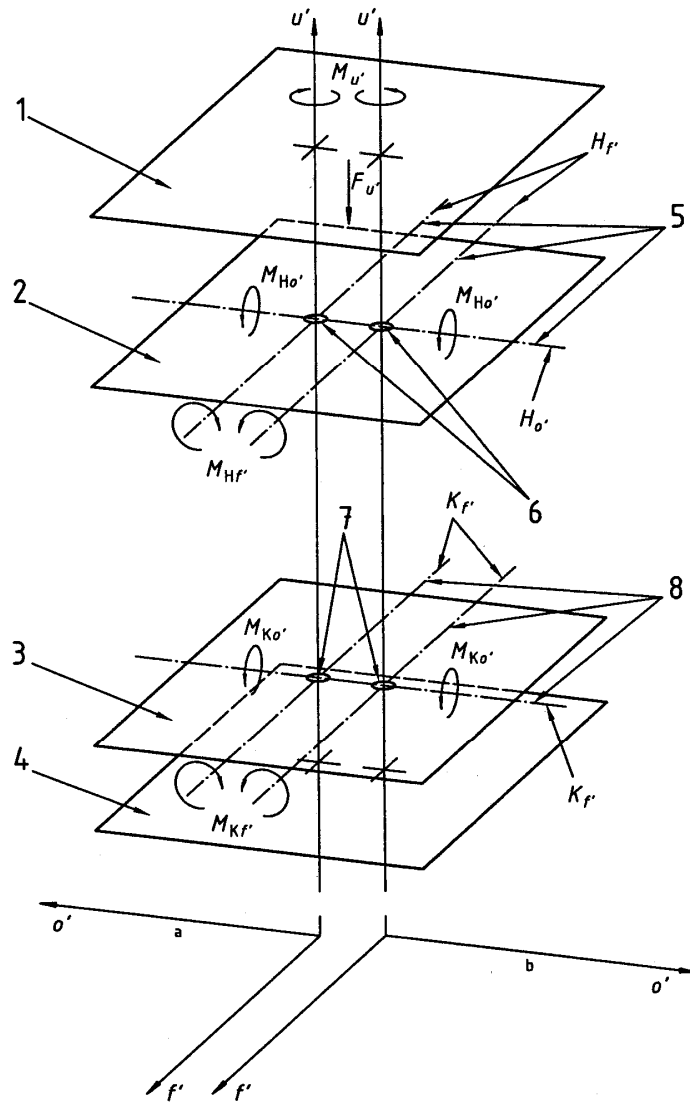
Згинальний момент колінного вузла  $M_{k_0'}$  - це момент навкруги базової лінії моменту колінного вузла  $K_0'$ . Позитивний  $M_{k_0'}$  має тенденцію викликати розгинання в колінному вузлі.

#### **А.3.3.2 Згинальний момент колінного вузла, $M_{kf'}$**

Згинальний момент колінного вузла  $M_{kf'}$  - це момент навкруги базової лінії моменту колінного вузла  $K_f'$ . Позитивний  $M_{kf'}$  має тенденцію викликати латеральне переміщення коліна відносно стегна

#### **А.3.3.3 Згинальний момент тазостегнового вузла, $M_{h_0'}$**

Згинальний момент тазостегнового вузла  $M_{h_0'}$  - це момент навкруги базової лінії моменту тазостегнового вузла  $H_0'$ . Позитивний  $M_{h_0'}$  має тенденцію викликати флексію тазостегнового вузла.



Позначки:

- 1 – верхня базова площина, ТН;
- 2 – тазостегнова базова площина, Н;
- 3 – колінна базова площина, К;
- 4 – нижня базова площина, ВК;
- 5 – базова лінія моменту в тазостегновому вузлі
- 6 – дійсний центр тазостегнового вузла
- 7 – дійсний центр колінного вузла
- 8 – базова лінія моменту в колінному вузлі
- a – ліворуч;
- b – праворуч

**Рисунок А.1** – Система координат, відповідно 4.2, що ілюструє позитивний напрямок внутрішніх навантаж, стискальної осьової сили  $F_{u'}$  та згинальних моментів  $M_{Ko'}$ ,  $M_{Kf'}$ ,  $M_{Ho'}$ ,  $M_{Hf'}$ , які виникають у верхньому (проксимальному) відділі до нижнього (дистального) відділу випробного зразка при прикладанні навантаги в нижній базовій площині

**А.3.3.4 Згинальний момент тазостегнового вузла,  $M_{Hf'}$**

Згинальний момент тазостегнового вузла  $M_{Hf'}$  - це момент навкруги базової лінії моменту тазостегнового вузла  $H_f'$ . Позитивний  $M_{Hf'}$  має тенденцію викликати аддукцію тазостегнового вузла.

**А.3.3.5 Крутний момент,  $M_{u'}$**

Крутний момент  $M_{u'}$  - це момент навкруги  $u'$ -осі системи координат згідно з 4.2. Позитивний  $M_{u'}$  має тенденцію викликати внутрішню ротацію дистального відділу сегмента стегна протеза відносно проксимального відділу.

**Таблиця А.1 – Позитивні внутрішні сили і моменти та опис їх дії**

Внутрішнє навантаження	Анатомічний опис	Альтернативний опис
	Результат дії позитивного навантаження	
Осьова сила $F_{u'}$	Стискання стегна в його поздовжньому напрямку	
Згинальний момент колінного вузла $M_{Ko'}$	Розгинання колінного вузла	Випрямляє нижню кінцівку в колінному вузлі
Згинальний момент колінного вузла $M_{Kf'}$	Латеральне переміщення коліна відносно стегна	Переміщення коліна в зовнішньому напрямку відносно стегна
Згинальний момент тазостегнового вузла $M_{Ho'}$	Флексія тазостегнового вузла	Переміщення стегна в напрямку вперед
Згинальний момент тазостегнового вузла $M_{Hf'}$	Аддукція тазостегнового вузла	Переміщення стегна в напрямку всередину
Крутний момент $M_{u'}$	Внутрішня ротація дистального відділу стегна відносно проксимального відділу	Скручування стегна для повороту передньої сторони коліна всередину

**Додаток В**  
(довідковий)

**ДОВІДКОВІ ДАННІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ НАВАНТАЖЕННЯ  
ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ А-Р ТА М-L І НА СКРУЧУВАННЯ  
ПРИ РІЗНИХ РІВНЯХ НАВАНТАГИ**

**В.1 Передумови**

З початку роботи міжнародного технічного комітету ISO / TC 168, було створено систему звітів про негативні результати при випробуваннях. За цими даними, а також за даними статистичного аналізу міжнародних досліджень осіб з ампутаційними дефектами нижніх кінцівок, які щоденно користуються протезами після вичленення в тазостегновому суглобі в приміщенні та поза ньому (див. Бібліографію), визначено низький рівень негативних результатів випробувань за рівнем випробного навантаження А 100 відповідно до класифікації 6.2.3 .

А для рівнів випробного навантаження А 80 і А 60, відповідно до класифікації 6.2.3, на основі статистичного аналізу даних, зазначених у попередньому пункті, і вимагає підтвердження за результатами експлуатаційних випробувань.

**В.2 Специфікація умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-L і на скручування**

У розділі В.1 наведено підставу для встановлення параметрів та значень умов навантаження для випробувань А-Р та М-L і на скручування за різними рівнями навантаження, відповідно до класифікації 6.2.3.

Таблиця В.1 містить значення згинальних моментів колінного вузла  $M_K$  та тазостегнового вузла  $M_H$  і випробувальної сили  $F$  для умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-L.

Таблиця В.2 містить значення крутного моменту  $M_U$  .

Таблиця В.3 містить формули для обчислення осьової сили  $F_{u'}$  по заданим значенням випробувальної сили  $F$ , згинальних моментів колінного та тазостегнового вузлів  $M_K$  та  $M_H$  та відстані  $u'_H - u'_K$

Таблиця В.4 містить формули для обчислення дійсних пліч важелів та зміщень по заданим значенням випробувальної сили  $F$ , осьової сили  $F_{u'}$  та згинальних моментів колінного і тазостегнового вузлів  $M_K$  та  $M_H$

Таблиця В.5 містить формули для обчислення зміщень на будь-якій висоті (див. таблицю 3)

**Таблиця В.1** – Значення згинальних моментів колінного та тазостегнового вузлів  $M_K$  та  $M_H$  і випробувальної сили  $F$  для умов навантаження при випробуваннях А-Р та М-Л

Випробувальне навантаження	Рівень випробувальної навантаги	Умови навантаження при випробуваннях		
		А-Р на розгинання	А-Р на згинання	М-Л
Випробувальна сила $F$ , Н	А 100	1280	1280	1280
	А 80	1050	1050	1050
	А 60	900	900	900
Згинальний момент в колінному вузлі $M_{K0'}$ , Н м	А 100	80	0	0
	А 80	73	0	0
	А 60	65	0	0
Згинальний момент в тазостегновому вузлі $M_{H0'}$ , Н м	А 100	-100	37	0
	А 80	-82	37	0
	А 60	-64	37	0
Згинальний момент в колінному вузлі $M_{Kf'}$ , Н м	А 100	0	0	60
	А 80	0	0	60
	А 60	0	0	60
Згинальний момент в тазостегновому вузлі $M_{Hf'}$ , Н м	А 100	0	0	110
	А 80	0	0	95
	А 60	0	0	75

**Таблиця В.2** – Значення крутного моменту  $M_{u'}$

Умови навантаження при випробуваннях	Статичне випробування	Циклічне випробування
Осьовий момент $M_{u'}$ , Н м	50	30

**Таблиця В.3** - Формули для обчислення осьової сили  $F_{u'}$  по заданим значенням випробувальної сили  $F$ , згинальних моментів колінного та тазостегнового вузлів  $M_K$  та  $M_H$  та відстані  $u'_H - u'_K$

Умови навантаження при випробуваннях А-Р	$F_{u'} = \sqrt{F^2 - \left( \frac{M_{Ho'} - M_{Ko'}}{u'_H - u'_K} \right)^2}$
Умови навантаження при випробуваннях М-Л	$F_{u'} = \sqrt{F^2 - \left( \frac{M_{Hf'} - M_{Kf'}}{u'_H - u'_K} \right)^2}$

**Таблиця В.4** - Формули для обчислення дійсних пліч важелів та зміщень по заданим значенням випробувальної сили  $F$ , осьової сили  $F_{u'}$  та згинальних моментів колінного і тазостегнового вузлів  $M_K$  та  $M_H$

Базова площина	Умови навантаження при випробуваннях А-Р		Умови навантаження при випробуваннях М-Л	
	Дійсне плече важелів	Зміщення	Дійсне плече важелів	Зміщення
Колінний вузол	$L_K = \frac{M_{Ko'}}{F}$	$f'_K = \frac{M_{Ko'}}{F_{u'}}$	$L_K = \frac{M_{Kf'}}{F}$	$o'_K = \frac{M_{Kf'}}{F_{u'}}$
Тазостегновий вузол	$L_H = \frac{M_{Ho'}}{F}$	$f'_H = \frac{M_{Ho'}}{F_{u'}}$	$L_H = \frac{M_{Hf'}}{F}$	$o'_H = \frac{M_{Hf'}}{F_{u'}}$

**Таблиця В.5** - Формули для обчислення зміщень на будь-якій висоті,  $u_x$ 

А-Р випробування на розгинання	
$f'_x = f'_k + \frac{(f'_H - f'_k)(u'_x - u'_k)}{(u'_H - u'_k)}$	або $f'_x = f'_H + \frac{(f'_H - f'_k)(u'_x - u'_H)}{(u'_H - u'_k)}$
А-Р випробування на згинання	
$f'_x = \frac{f'_H (u'_x - u'_k)}{(u'_H - u'_k)}$	або $f'_x = f'_H + \frac{f'_H (u'_x - u'_H)}{(u'_H - u'_k)}$
М-Л випробування	
$\sigma'_x = \sigma'_k + \frac{(\sigma'_H - \sigma'_k)(u'_x - u'_k)}{(u'_H - u'_k)}$	або $\sigma'_x = \sigma'_H + \frac{(\sigma'_H - \sigma'_k)(u'_x - u'_H)}{(u'_H - u'_k)}$

**Додаток НА**

(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТИВ, ГАРМОНІЗОВАНИХ З  
МІЖНАРОДНИМИ ДОКУМЕНТАМИ, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є У ЦЬОМУ  
СТАНДАРТИ**

ДСТУ ISO 10328-2010 Протезування. Вимоги та методи випробування  
конструкцій протезів нижніх кінцівок (ISO 10328:2006, IDT)



## Бібліографія

- [1] ISO 10328-1:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 1: Test configurations
- [2] ISO 10328-2:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 2: Test samples
- [3] ISO 10328-3:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 3: Test methods of principal structural tests
- [4] ISO 10328-4:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 4: Test loading parameters of principal structural tests
- [5] ISO 10328-5:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 5: Test methods of supplementary structural tests
- [6] ISO 10328-6:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 6: Test loading parameters of supplementary structural tests
- [7] ISO 10328-7:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 7: Test submission document
- [8] ISO 10328-8:1996, Prosthetics — Structural testing of lower-limb prostheses — Part 8: Test report
- [9] Nietert, *M.* et al.: International study on the acquisition of loads in hip disarticulation prostheses — Final report on item P2 of the mandated programme of laboratory tests in support of the European Standard EN 12523 "External limb prostheses and external orthoses — Requirements and test methods"; Giessen, March 1997 — (Prof. Dr.-Ing. Manfred Nietert, Fachhochschule Giessen-Friedberg, Biomechanik-Labor, Wiesenstrasse 14, D-35390 Giessen/Germany)

---

Код УКНД 11.180.01

**Ключові слова:** протези нижніх кінцівок, тазостегнові вузли, випробування

---

Директор  
Українського науково-дослідного  
інституту протезування, протезобудування  
та відновлення працездатності  
(УкрНДІпротезування)

А.Д. Салєєва

Завідувач  
інформаційно-аналітичної лабораторії з  
проблем реабілітації інвалідів, методичного  
забезпечення та стандартизації  
УкрНДІпротезування

О.Д. Чернишов

Завідувач  
лабораторією досліджень та випробувань  
технічних засобів реабілітації  
УкрНДІпротезування

В.В. Щетинін

Науковий співробітник  
інформаційно-аналітичної лабораторії з  
проблем реабілітації інвалідів, методичного  
забезпечення та стандартизації  
УкрНДІпротезування

А.Є. Кравець