
**Протезирование. Испытания
голеностопных узлов и узлов стоп.
Руководство по применению условий
нагружения при испытаниях по
ISO 22675 и конструкции
используемого испытательного
оборудования**

*Prosthetics — Testing of ankle-foot devices and foot units — Guidance
on the application of the test loading conditions of ISO 22675 and on
the design of appropriate test equipment*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на интегрированные шрифты и они не будут установлены на компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe — торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованные для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 22676:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2006

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org

Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	vi
Введение	vii
1 Область применения	1
2 Руководство по спецификации условий нагружений при испытаниях по ISO 22675.....	1
2.1 Общие положения	1
2.2 Направления статических и максимальных циклических контрольных нагрузок на пятку и носок	1
2.2.1 Основные соотношения и условия	1
2.2.2 Направления действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2}	2
2.2.3 Положение верхней точки приложения нагрузки P_T	3
2.3 Величины статической и максимальной циклической контрольной нагрузки при нагружении пятки и носка	6
2.4 Условия контрольного нагружения при статических и циклических испытаниях.....	7
2.4.1 Статические испытания	7
2.4.2 Циклические испытания.....	8
3 Руководство по конструкции испытательного оборудования, используемого в ISO 22675	20
3.1 Основное положение	20
3.2 Основная конструкция испытательного оборудования	20
3.3 Варианты конструкций в зависимости от применяемой нагрузки.....	24
3.3.1 Общие положения	24
3.3.2 Вариант конструкции А	24
3.3.3 Вариант конструкции В	24
3.3.4 Основные различия между вариантами конструкции А и В.....	24
3.4 Примеры конструкций кривошипно-шатунного механизма	25
3.4.1 Общие положения	25
3.4.2 Асимметричный (60:40) кривошипно-шатунный механизм	25
3.4.3 Симметричный (50:50) кривошипно-шатунный механизм	26
3.5 Влияние отклонений угла наклона $\gamma(t)$ от заданной зависимости (кривой), приведенной в 3.4, на условия испытательных нагружений ISO 22675.....	30
3.6 Влияние положения оси наклона ТА платформы стопы на подъем E и $A-P$ смещение Δf испытательного образца у стопы	35
3.6.1 Общие положения	35
3.6.2 Положение оси наклона ТА платформы стопы	36
3.6.3 Значения подъема E	36
3.6.4 Значения $A-P$ смещения Δf	37
3.6.5 Выводы	39
3.7 Влияние подъема E и $A-P$ смещения Δf испытываемого образца, вызванные наклоном платформы стопы, на условия нагружения в ISO 22675	43
3.8 Перенос верхней точки приложения нагрузки P_T для компенсации зависимости положения оси наклона ТА платформы стопы от длины стопы L	49
3.8.1 Общие положения	49
3.8.2 Возможности переноса верхней точки приложения нагрузки P_T	49
3.8.3 Практичность.....	50
3.9 Влияние положения оси наклона ТА платформы стопы на момент относительно оси наклона и крутящий момент привода	53
3.10 Альтернативная конструкция платформы стопы	58
Приложение А (информативное) Информация по ISO 22675.....	61
Библиография.....	62

Рисунок 1 — Иллюстрация различных составляющих нагрузки	10
Рисунок 2 — Зависимости (графики) составляющих силы и угла отклонения при уровне испытательной нагрузки P5, основанный на анализе типичных данных походки среднего темпа	11
Рисунок 3 — Зависимости (графики) составляющих сил и углов при уровне испытательной нагрузки P5, являющиеся основой для определения условий нагружения в ISO 22675	12
Рисунок 4 — Иллюстрация различных условий нагружения при уровне испытательной нагрузки P5	13
Рисунок 5 — Иллюстрация различных условий нагружения при уровнях испытательных нагрузок P5, P4 и P3	15
Рисунок 6 — Иллюстрация зависимости положения верхней точки приложения нагрузки P _T от длины стопы L (см. 2.2.3)	17
Рисунок 7 — Иллюстрация изменения направления действия результирующей силы F _R от момента контакта пятки до отрыва носка стопы с интервалом дискретизации 30 мс для соответствующих значений угла α, указанных на Рисунке 3	19
Рисунок 8 — Схематическое изображение испытательного оборудования вместе с испытываемым образцом	22
Рисунок 9 — Параметры кривошипно-шатунного механизма для перемещения платформы стопы испытательного оборудования с целью воссоздания зависимости (кривой) χ(t)	23
Рисунок 10 — Асимметричный (60:40) кривошипно-шатунный механизм, согласно 3.4.2 — Область наклона от – 20° (контакт пятки) до + 40° (отрыв носка)	27
Рисунок 11 — Симметричный (50:50) кривошипно-шатунный механизм, согласно 3.4.3 — Область наклона от – 20° (контакт пятки) через + 40° (отрыв носка) до + 50°	28
Рисунок 12 — Характеристики наклона асимметричного (60:40) кривошипно-шатунного механизма согласно 3.4.2 и Рисунку 10 и симметричного кривошипно-шатунного механизма (50:50) согласно 3.4.3 и Рисунку 11	29
Рисунок 13 — Зависимости (кривые) углов α, β и γ, заданных и произведенных кривошипно-шатунными механизмом 60:40	31
Рисунок 14 — Иллюстрация угловых отклонений, произведенных кривошипно-шатунным механизмом 60:40	32
Рисунок 15 — Зависимости (кривые) силовых составляющих F _P и F _T , как заданных, так и произведенных кривошипно-шатунным механизмом 60:40	33
Рисунок 16 — Иллюстрация отклонений сил, произведенных кривошипно-шатунным механизмом 60:40	34
Рисунок 17 — Иллюстрация изменения начала отсчета времени для испытательной силы F, произведенной кривошипно-шатунным механизмом 60:40	35
Рисунок 18 — Влияние f-положения оси наклона TA платформы стопы на подъем E стопы в моменты контакта пятки и отрыва носка стопы	40
Рисунок 19 — Влияние u-положения оси наклона TA платформы стопы на A/P смещение Δf стопы в момент отрыва носка стопы	41
Рисунок 20 — Влияния подъема E и A–P смещения Δf при конкретных положениях оси наклона TA	42
Рисунок 21 — Иллюстрация влияния A–P смещения Δf на угловое перемещение Δφ испытываемого образца относительно "внутренней" верхней точки приложения нагрузки P _T в сборке согласно 3.3.2	46

Рисунок 22 — Иллюстрация влияния А–Р смещения Δf на угловое перемещение $\Delta\varphi$ испытываемого образца относительно "внешней" верхней точки приложения нагрузки P_{TE} в сборке согласно 3.3.3	47
Рисунок 23 — Иллюстрация возможностей переноса верхней точки приложения нагрузки P_T для компенсации зависимости положения оси наклона ТА платформы стопы от длины стопы L	51
Рисунок 24 — Иллюстрация влияния выбранного смещения $u_{TA, C}$ оси наклона ТА платформы стопы на А–Р смещение Δf у стопы для разных длин стопы L [см. 3.8.2 с) 2)]	52
Рисунок 25 — Иллюстрация плеч рычага	55
Рисунок 26 — Распределение нагрузки при асимметричном (60:40) приводе кривошипно-шатунного механизма согласно 3.4.2 и Рисунку 10	56
Рисунок 27 — Распределение нагрузки при симметричном (50:50) приводе кривошипно-шатунного механизма согласно 3.4.3 и Рисунку 11	57
Рисунок 28 — Параметры наклона платформы стопы полицентрической (четырёх-элементной рычажной) конструкции	59
Рисунок 29 — Горизонтальное смещение мгновенного центра МЦ платформы стопы полицентрической (четырёх-элементной рычажной) конструкции	60
Таблица 1 — Значения результирующих контрольных сил F_{R1x} и F_{R2x}	7
Таблица 2 — Координаты f_{TA} и u_{TA} оси наклона ТА платформы стопы и соответствующие значения подъема E и А–Р смещения Δf для длины стопы $L = 30$ см	43
Таблица 3 — Конкретные значения, демонстрирующие влияние А–Р смещения Δf на угловое перемещение $\Delta\varphi$ испытываемого образца относительно верхней точки приложения нагрузки P_T для длины стопы $L = 30$ см	48
Таблица 4 — Возможности переноса верхней точки приложения нагрузки P_T для компенсации зависимости положения оси наклона ТА платформы стопы от длины стопы L	53
Таблица 5 — Моменты относительно оси наклона ТА и коленвала КВ, создаваемые испытательной силой $F(t)$ при уровне нагрузки P5, приложенной к испытываемому образцу с длиной стопы $L = 30$ см	58
Таблица А.1 — Выборка из содержания Приложений А и Е ISO 22675:2006 и положений в соответствующем(их) пункте/ах настоящего Технического Отчета, в которой выбранные пункты имеют дело с соответствующим(и) пунктом/ами настоящего Технического Отчета	61

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) это всемирная федерация, состоящая из национальных представительств по стандартизации (членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно осуществляется через технические комитеты ISO. Каждый член организации, заинтересованный в вопросе, который является областью компетенции некоего технического комитета, имеет право представительства в этом комитете. Любые правительственные и неправительственные международные организации, связанные с ISO, также принимают участие в этой работе. ISO тесно сотрудничает с Международной Электротехнической Комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с заданными в ISO/IEC Директивами, Часть 2.

Главной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проект международных стандартов, принятый техническими комитетами распространяется среди членов организации для утверждения. Публикация в качестве международного стандарта требует одобрения, по крайней мере, 75 % голосов участвующих в голосовании.

В исключительных случаях, когда технический комитет имеет набор данных разного вида, каждый из которого обычно издается как международный стандарт (например, «современное положение»), может быть принято решение простым большинством голосов ассоциированных членов издать Технический Отчет. Технический Отчет имеет полностью информативный характер, и не может быть пересмотрен до тех пор, пока входящие в него данные не будут признаны далее неверными или бесполезными.

Следует обратить внимание на тот факт, что некоторые элементы международного стандарта могут являться объектом авторских прав. ISO не берет на себя ответственность за идентификацию любых авторских прав. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006>

ISO/TR 22676 подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 168, *Протезирование и ортезирование*.

Введение

Этот Технический отчет предназначен для использования исключительно в связи с ISO 22675.

Этот Технический отчет представляет данные, тесно связанные с выше упомянутым международным стандартом, но не содержит обязательных требований для своего применения.

Для того, чтобы ограничить объем ISO 22675 до приемлемого, информация, носящая характер рекомендации, была выделена из него и скомпилирована в этом Техническом отчете.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 22676:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7c2e16b-359b-4473-b277-d3d01f979fb6/iso-tr-22676-2006>

Протезирование. Испытания голеностопных узлов и узлов стоп. Руководство по применению условий нагружения при испытаниях по ISO 22675 и конструкции используемого испытательного оборудования

1 Область применения

Этот Технический отчет предлагается в качестве руководства по:

- a) спецификации условий нагружений по ISO 22675;
- b) конструкции соответствующего испытательного оборудования.

Аналитическая работа, связанная с этими пунктами увеличила бы объем ISO 22675, без обязательных требований по их применению. Большая часть этого Технического Отчета относится к теоретическим и техническим предпосылкам и конструкции оборудования.

2 Руководство по спецификации условий нагружений при испытаниях по ISO 22675

2.1 Общие положения

Хотя концепция испытаний голеностопных узлов и узлов стоп по ISO 22675 и отличается от соответствующих испытаний по ISO 10328, наиболее важные значения нагрузок и размеров могут быть применены, где это возможно. А некоторые заимствования просто неизбежны.

Для того, чтобы ограничить объем ISO 22675 до приемлемого, эти и другие материалы, важные для спецификации условий нагружений и уровней испытательных нагрузок по ISO 22675, подробно приведены в этом Техническом Отчете.

2.2 Направления статических и максимальных циклических контрольных нагрузок на пятку и носок.

ПРИМЕЧАНИЕ По поводу смысла слова «контрольных» см. «ВАЖНО» в конце 2.4.1 и 2.4.2.

2.2.1 Основные соотношения и условия

Определение направлений статических и максимальных циклических контрольных нагружений на пятку и носок основано на соотношениях подпункта а) и условиях подпунктов б) и с) приведенных ниже.

- a) Согласно Рисунку 1 в любой момент времени приложения нагрузки, показанный на Рисунке 2, существует соотношение между испытательной силой F и силами, действующими на платформу стопы, являющимися результатом тангенциальной составляющей (A-P) силы F_T , перпендикулярной составляющей F_P и их результирующей F_R . Это соотношение определяется углами α , β и γ .

Используются следующие Уравнения:

$$\alpha + \beta = \gamma \quad (1)$$

$$\beta = \arctan (F_T/F_P) \quad (2)$$

- b) Значения углов наклона платформы стопы γ_1 и γ_2 для статических и максимальных циклических контрольных нагружений на пятку и носок согласуются с теми, которые определены в ISO 10328 для отдельных испытаний конструкций голеностопных узлов и узлов стоп. Эти значения равны $\gamma_1 = -15^\circ$ для нагружения пятки и $\gamma_2 = 20^\circ$ для нагружения носка (см. Таблицу 10, Рисунок 7 и 17.2 ISO 10328:2006 и Таблицу 8 ISO 22675:2006).
- c) Отношение F_T/F_P тангенциальной и перпендикулярной составляющих силы платформы стопы, согласно Рисункам 1 и 2, для статической и максимальной циклической контрольной нагрузки на пятку и носок при углах наклона соответствующих b), приблизительно равны $\pm 0,15$.

ПРИМЕЧАНИЕ Отношение, приведенное в c), основано на анализе данных походки при нормальном темпе ходьбы.

2.2.2 Направления действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2}

Соотношения 2.2.1 а) и условия 2.2.1 b) и c) позволяют определить наклон линий направления действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} при статическом и максимальном циклическом нагружении на пятку и носок следующим образом:

- из Уравнения (2) и условия в соответствии с 2.2.1 c) $\beta = \arctan (F_T/F_P) = \arctan (\pm 0,15) = \pm 8,5^\circ$;
- из Уравнения (1) и условия в соответствии с 2.2.1 b) $\alpha_1 = \gamma_1 - \beta_1 = -15^\circ + 8,5^\circ = -6,5$ и $\alpha_2 = \gamma_2 - \beta_2 = 20^\circ - 8,5^\circ = 11,5^\circ$.

Наклоны линий направления действия нагрузки при условиях нагружения I и II в испытаниях основных элементов конструкции по ISO 10328 не соответствуют этим значениям, что и показывают следующие вычисления. Наклон их проекции на f - u -плоскость определен Уравнением (3).

$$\alpha_{i, II} = -\arctan [(f_K - f_A)/(u_K - u_A)] \quad (3)$$

Точные значения $\alpha_{i, II}$, вычисленные по координатам f - и u -, определенным для уровня испытательных нагрузок P5 (см. Таблицы 5 и 6 ISO 10328:2006) равны $\alpha_1 = -11,31^\circ$ и $\alpha_{II} = 6,52^\circ$. Вместе со значениями $\beta_1 = -3,69^\circ$ и $\beta_{II} = 13,48^\circ$ вычисленными с использованием Уравнения (1) и значением γ согласно 2.2.1 b), они определяют отношение горизонтальной и вертикальной силы реакции опоры

$$(F_T/F_P)_{i, II} = \tan \beta_{i, II} \quad (4)$$

которые дают значения $(F_T/F_P)_I = -0,064$ и $(F_T/F_P)_{II} = 0,24$, существенно отличающиеся от отношения согласно 2.2.1 c).

Для того чтобы приблизиться к условиям, проиллюстрированным на Рисунках 1 и 2, наклон направления действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} статической и максимальной циклической нагрузки согласно ISO 22675, необходимо задать значения углов α_1 и α_2 как можно ближе к значениям, вычисленным выше.

Это было принято во внимание при выборе полного набора параметров, требуемых для определения условий нагружения при испытаниях голеностопного узла и узлов стоп по ISO 22675.

Рисунок 3 иллюстрирует зависимости (кривые) сил F_P , F_T , F_R и F , так же как и зависимости (кривые) углов α , β и γ как функции времени.

При этом очевидно, что значения углов α и β при статическом контрольном нагружении пятки или максимальной циклической контрольной нагрузке на пятку через 150 мс после контакта пятки ($\alpha_1 = -6,18^\circ$; $\beta_1 = -8,82^\circ$) и при статическом контрольном нагружении носка или максимальной циклической контрольной нагрузке на носок через 450 мс после контакта пятки ($\alpha_2 = 11,14^\circ$; $\beta_2 = 8,86^\circ$) близки к значениям углов α_1 , α_2 и β вычисленных выше ($\alpha_1 = -6,5^\circ$; $\alpha_2 = 11,5^\circ$ и $\beta = \pm 8,5^\circ$).

Основанные на этих данных, направления статической и максимальной контрольной циклической нагрузки на пятку и носок, согласно ISO 22675, могут быть частично определены как:

- Направление статической и максимальной контрольной циклической нагрузки на пятку определено как прямая линия, наклоненная к u -оси под углом $\alpha_2 = 11,14^\circ$.
- Направление статической и максимальной контрольной циклической нагрузки на носок определено как прямая линия, наклоненная к u -оси под углом $\alpha_1 = -6,18^\circ$.

ПРИМЕЧАНИЕ Углы α_1 и α_2 определяют только наклон относительно u -оси линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} статической и максимальной циклической контрольной нагрузки на пятку и носок в соответствии с ISO 22675. Для того чтобы определить их положение, должны быть определены дополнительные параметры, например координаты конкретных контрольных точек, через которые они проходят.

Разные условия нагружений, применяемые или специально приспособленные при испытаниях голеностопных узлов и узлов стоп, определенные в ISO 10328 и ISO 22675, проиллюстрированы на Рисунке 4 для уровня испытательных нагрузок P5. Этот рисунок иллюстрирует:

- 1) условия нагружения I и II при основных испытаниях конструкции по ISO 10328 (их проекция на f - u -плоскость);
- 2) условия нагружения при отдельных испытаниях конструкции голеностопных узлов и узлов стоп по ISO 10328;
- 3) направления статических и максимальных циклических контрольных нагрузок на пятку и носок при испытаниях голеностопных узлов и узлов стоп по ISO 22675.

Направления статических и максимальных циклических контрольных нагрузок на пятку и носок при испытаниях голеностопных узлов и узлов стоп согласно ISO 22675 определены в декартовых координатах, как и при условиях нагружения I и II основных испытаний конструкции по ISO 10328.

Для соответствия уровня испытательных нагрузок P5, линии действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} статических и максимальных циклических контрольных нагружений на пятку и носок согласно ISO 22675 имеют те же самые f_A -смещения, что и при условиях нагружения I и II по ISO 10328 (см. Рисунок 4).

Вместе со значениями f_A -смещений при уровне испытательных нагрузок P5, определенных в Таблице 7 ISO 10328:2006, выше упомянутые требования позволяют полностью определить направления статической и максимальной циклической контрольных нагрузок на пятку и носок согласно ISO 22675 при уровне испытательной нагрузки P5 следующим образом:

- направление статического и максимального циклического контрольного нагружения на носок при уровне нагрузки P5 определяется как прямая линия, которая проходит через голеностопный сустав при $f_{A1} = f_{AII} = 120$ мм наклоненная к u -оси под $\alpha_1 = -6,18^\circ$;
- направление статического и максимального циклического контрольного нагружения на пятку при уровне нагрузки P5 определяется как прямая линия, которая проходит через голеностопный узел при $f_{A1} = f_{AI} = -32$ мм и наклоненная к u -оси под $\alpha_2 = 11,14^\circ$.

2.2.3 Положение верхней точки приложения нагрузки P_T

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Приведенные ниже данные находятся в соответствии с Разделом 6 и Рисунком 1 ISO 22675:2006.

Для испытаний голеностопных узлов и узлов стоп по ISO 22675 верхней точкой приложения нагрузки P_T является точка пересечения P_i линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} статических и максимальных циклических контрольных нагрузок на пятку и носок, определенных в 2.2.2.

Координаты f_T и u_T верхней точки приложения нагрузки P_T вычислены, прежде всего, путем определения функции $u_1(f)$ и $u_2(f)$ на этих линиях действия из Уравнения (5)

$$u(f) = f \times \tan(90 - \alpha) + u_0 \quad (5)$$

и затем определяя точку их пересечения P_i подстановкой $u_1(f) = u_2(f)$.

Применение этого метода приводит к следующим результатам:

- функции на линиях действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} равны $u_1(f)_{P5} = 9,24 \times f + 375,53$ и $u_2(f)_{P5} = -5,08 \times f + 689,39$;
- их точка пересечения расположена в $P_{i, P5}$ ($f_{i, P5} = 22$; $u_{i, P5} = 578$).

Метод определения функций $u_1(f)$ и $u_2(f)$ на линиях действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} и их точки пересечения P_i относится к уровню испытательных нагрузок P5. Для того чтобы применить этот метод к уровням нагрузок P4 и P3, необходимы изменения отдельных f_A -смещений, как описано ниже.

Согласно 10.1.2.1 ISO 10328:2006, *“Для основных испытаний конструкции образцов протезов, включая голеностопные узлы и узлы стоп [...], выбранный размер ступни должен позволять применять нагрузку в соответствии с суммарным смещением подошвы S_B , заданным для испытания...”*

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Суммарное смещение подошвы S_{BII} определяет расстояние от u -оси до точки приложения нагрузки P_{BII} к основанию пятки.

Выбор надлежащего размера стопы, обеспечивая надлежащее расстояние от u -оси до точки приложения нагрузки P_{BII} к основанию носка, определяет также надлежащее расстояние от u -оси до точки приложения нагрузки P_{BI} к основанию пятки.

Принимая установленные соотношения для разных размеров ноги, мы должны были получить подобные значения S_{BII} и S_{BI} . Однако, согласно измерениям, приведенным в Таблице 8 ISO 10328:2006, это не происходит. В то время как значения S_{BII} уменьшаются от уровня испытательной нагрузки P5 к уровню P3, соответствующие значения S_{BI} имеют противоположную тенденцию. (Следовательно, для уровней испытательных нагрузок P4 и P3, нижняя точка приложения нагрузки P_{BI} при условии нагружения I, вероятней всего расположена вне той части пятки голеностопного узла или узла стопы, которая обеспечивает правильное сочетание смещения подошвы S_{BII} от точки приложения нагрузки P_{BII} на носок.)

В принципе, тоже применимо к значениям смещений f_{BII} ; f_{BI} и f_{AII} ; f_{AI} .

Для определения условий контрольных испытательных нагружений для статических и максимальных циклических контрольных нагружений на пятку и носок согласно ISO 22675 примененные значения f_A - и f_B -смещений, помеченные индексами “1” и “2”, могут быть установлены из следующих условий, которые принимают во внимание компоновки, описанные в 2.2.2 и изображенные на Рисунке 4.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Смещения f_{AI} и f_{AII} при уровне испытательной нагрузки P5 и смещение f_{AII} при уровнях P4/P3 по ISO 10328:2006 должны быть использованы как f_{A1} и f_{A2} при P5 и f_{A2} при P4/P3 без адаптации их значений.

$$(f_{A, P5} - f_{i, P5}) / (u_{i, P5} - u_{A, P5}) = (f_{B, P5} - f_{i, P5}) / (u_{i, P5} - u_{B, P5}) \quad (6)$$

$$f_{A1, P5} / f_{A2, P5} = f_{A1, P4/P3} / f_{A2, P4/P3} \quad (7)$$

$$f_{B1, P5} / f_{B2, P5} = f_{B1, P4/P3} / f_{B2, P4/P3} \quad (8)$$

$$(f_{B2, P5} - f_{B1, P5}) / (f_{A2, P5} - f_{A1, P5}) = (f_{B2, P4/P3} - f_{B1, P4/P3}) / (f_{A2, P4/P3} - f_{A1, P4/P3}) \quad (9)$$

используя Уравнение (6) $f_{B1, P5} = (-32 - 22)/(578 - 80) \times (578 - 0) + 22 = -41$ и

$$f_{B2, P5} = (120 - 22)/(578 - 80) \times (578 - 0) + 22 = 136.$$

используя Уравнение (7) $f_{A1, P4/P3} = -32/120 \times 115 = -31.$

используя Уравнение (8) $f_{B1, P4/P3}/f_{B2, P4/P3} = -41/136 = -0,3$ или

$$f_{B1, P4/P3} = -0,3 \times f_{B2, P4/P3}.$$

используя Уравнение (9) $f_{B2, P4/P3} - f_{B1, P4/P3} = (136 + 41)/(120 + 32) \times (115 + 31) = 170$ или

$$f_{B2, P4/P3} + 0,3 \times f_{B2, P4/P3} = 1,3 \times f_{B2, P4/P3} = 170, \text{ давая}$$

$$f_{B2, P4/P3} = 170/1,3 = 131 \text{ и}$$

$$f_{B1, P4/P3} = -0,3 \times f_{B2, P4/P3} = 39.$$

Так как желательно, чтобы при статических и максимальных циклических контрольных нагружениях на пятку и носок, отношение $F_T:F_P$ тангенциальной и перпендикулярной составляющей силы (см.2.2.1) было одно и тоже для всех уровней испытательных нагрузок, наклон линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} , определенный углами $\alpha_1 = -6,18^\circ$ и $\alpha_2 = 11,14^\circ$ (см. 2.2.2), также должен быть одинаков для всех уровней испытательных нагрузок.

Точка пересечения $P_{i, P4/P3}$ линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} для конкретных f_A -смещений, относящихся к уровням испытательных нагрузок P4 и P3, изображенная на Рисунке 5 в стиле, примененном на Рисунке 4, тем не менее, может быть вычислена тем же образом, что описано выше для уровня испытательных нагрузок P5, используя функции определенные из Уравнения (5), с измененными координатами, полученными путем параллельного переноса, заданного разностями

$$(f_{A1, P5} - f_{A1, P4/P3}) \text{ для } u_1(f) \text{ и } (f_{A2, P5} - f_{A2, P4/P3}) \text{ для } u_2(f).$$

В результате координаты точки пересечения $P_{i, P4/P3}$ равны

$$P_{i, P4/P3}(f_{i, P4/P3} = 21; u_{i, P4/P3} = 554).$$

Разные положения точки пересечения P_i линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} , определенных выше, зависят от размера ноги, определяемого длиной стопы L в большей степени, чем от уровня нагрузок. Это может быть продемонстрировано следующим образом.

Снова принимая стандартные пропорции для разных размеров ноги, значения f_{A2} , f_{A1} или $(f_{A2} + f_{A1})$, как следует ожидать, продемонстрируют пропорциональную зависимость от размера стопы.

Действительно, изменение f - и u -координат $P_{i, P5}$ в $f_{A2, P4/P3}/f_{A2, P5} = 115/120$ раз дает то же самое положение $P_{i, P4/P3}$, как вычислено выше.

Для уровня испытательных нагрузок P5 при условии нагружения II самый подходящий размер стопы, перечисленный в условии 10.1.2.1 ISO 10328:2006, на который ссылаются выше, является 26 размер (длина стопы $L = 26$ см).

Следовательно, самый подходящий размер стопы для этого условия при уровнях испытательных нагрузок P4 и P3 должен быть 26 размера, масштабированный с коэффициентами

$$(f_{A2, P4/P3} - f_{A1, P4/P3})/(f_{A2, P5} - f_{A1, P5}) = (115 + 31)/(120 + 32) \text{ или}$$

$$(f_{B2, P4/P3} - f_{B1, P4/P3})/(f_{B2, P5} - f_{B1, P5}) = (131 + 39)/(136 + 41),$$

что дает одинаковый результат (0,96), при 25 размере (длина стопы $L = 25$ см).

Из этого соотношения важно понять, что прямые, проведенные из точек пересечения $P_{i, P5}$ или $P_{i, P4/P3}$ в точки $f_{B1, P5}$ и $f_{B2, P5}$ или $f_{B1, P4/P3}$ и $f_{B2, P4/P3}$ на f -оси определяют подобные контрольные треугольники (см. Рисунок 5).

Так как отношение f -смещение/длина стопы L одинаково для обоих размеров стопы, треугольники, образованные прямыми, проведенными через точки пересечения $P_{i, P5}$ и $P_{i, P4/P3}$ в точки f -оси, заданных задней кромкой пятки и точкой на стопе, соответствующей размеру ноги 26 (длина стопы $L = 26$ см) и 25 (длина стопы $L = 25$ см), должны быть подобны (см. Рисунок 6).

Зависимость положения точки пересечения P_i линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} от длины стопы L , описанная выше, была установлена исходя из концепции испытаний ISO 22675 следующим образом.

- Точка пересечения P_i линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} при статических и максимальных циклических нагрузках на пятку и носок отождествляется с верхней точкой приложения нагрузки P_T . Где это уместно, зависимость положения верхней точки приложения нагрузки $P_T(f_T, u_T)$ от длины стопы L указывается дополнительным индексом 'L' в виде $P_{T, L}(f_{T, L}, u_{T, L})$. В соответствующих местах индекс 'L' заменен конкретными значениями.
- f - и u -координаты, определяющие положение верхней точки приложения нагрузки P_T , определены в Таблице 8 ISO 22675:2006 для широкой области значений длин стопы L . Кроме того, эта таблица включает в себя уравнения, которые определяют эти координаты для любой другой длины стопы.
- Как изображено на Рисунке 6, соотношение сторон контрольного треугольника, описанное выше, применимо для всех размеров стопы, независимо от уровня испытательной нагрузки. В принципе, это позволяет проводить испытания голеностопных узлов и узлов стоп при любых уровнях выбранных испытательных нагрузок.

Для разных длин ног L , расположенных в системе координат, как это изображено на Рисунке 6, соответствующие верхние точки приложения нагрузки $P_{T, L}$ расположены на прямой, направленной в начало системы координат. Расстояние D_{PT} между точками приложения нагрузки $P_{T, L}$ при двух последовательных значениях длины стопы L имеет фиксированное значение, определенное Уравнением

$$D_{PT} = \frac{\sqrt{(f_{T,26}^2 + u_{T,26}^2)}}{26} \tag{10}$$

что дает значение of $D_{PT} = 22,2$.

2.3 Величины статической и максимальной циклической контрольной нагрузки при нагружении пятки и носка

Определение величин статической и максимальной циклической контрольной нагрузки при нагружении пятки и носка основано на следующих общих соображениях.

Конкретные значения F_{R1x} и F_{R2x} результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} (см. Рисунок 1) согласуются с соответствующими значениями F_{1x} и F_{2x} испытательных сил F_1 и F_2 определенных по ISO 10328 для отдельных испытаний голеностопных узлов и узлов стоп (см. Таблицы 12 и D.3 ISO 10328:2006). Конкретные значения F_{R1x} и F_{R2x} результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} приведены в Таблице 1.

Конкретные значения F_{1x} и F_{2x} испытательных сил F_1 и F_2 , связанные со значениями F_{R1x} и F_{R2x} результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} (см. Рисунок 1) определяются следующим Уравнением, выведенным из соотношения описанного в 2.2.1 а):

$$F_{1,2} = F_{R1, R2} \times \cos \alpha_{1,2} \tag{11}$$

Конкретные значения F_{1x} и F_{2x} испытательных сил F_1 и F_2 , вычисленные с использованием Уравнения (11) для $\alpha_1 = -6,18^\circ$ и $\alpha_2 = 11,14^\circ$ (см. 2.2.2) приведены в Таблицах 10 и C.2 ISO 22675:2006.

Таблица 1 — Значения результирующих контрольных сил F_{R1x} и F_{R2x}

Результирующая сила F_{R1x}, F_{R2x}	Соответствующие испытательные силы F_{1x} и F_{2x} отдельных испытаний голеностопных узлов и узлов стоп, определенных в ISO 10328 (см. Таблицы 12 и D.3 ISO 10328:2006)								
	Обозначение	Значения нагрузки F_{1x} и F_{2x} на пятку и носок при уровне нагрузки P_y							
		P6		P5		P4		P3	
		Пятка	Носок	Пятка	Носок	Пятка	Носок	Пятка	Носок
N									
$F_{R1sp},$ F_{R2sp}	$F_{1sp},$ F_{2sp}	2 800	—	2 240	—	2 065	—	1 610	—
$F_{R1su},$ lower level, $F_{R2su},$ lower level,	$F_{1su},$ lower level, $F_{2su},$ lower level	4 200	—	3 360	—	3 098	—	2 415	—
$F_{R1su},$ upper level, $F_{R2su},$ upper level	$F_{1su},$ upper level, $F_{2su},$ upper level	5 600	—	4 480	—	4 130	—	3 220	—
$F_{R1cmax},$ F_{R2cmax}	$F_{1cr},$ F_{2cr}	1 600	—	1 280	—	1 180	—	920	—
$F_{R1fin},$ F_{R2fin}	$F_{1fin},$ F_{2fin}	2 800	—	2 240	—	2 065	—	1 610	—

2.4 Условия контрольного нагружения при статических и циклических испытаниях

2.4.1 Статические испытания

ISO/TR 22676:2006

Согласно утверждениям 2.2 и 2.3, условия контрольного нагружения при статических (и максимальных циклических; см. ПРИМЕЧАНИЕ) нагрузках на пятку и носок согласно ISO 22675 определены параметрами, перечисленными в пунктах от а) до d). (По поводу "контрольного" см. ВАЖНО.)

- Положение верхней точки приложения нагрузки P_T , определено координатами f_T и u_T , соответствующими длине стопы L испытываемого образца (см. 2.2.3); они заданы как смещения $f_{T,L}$ и $u_{T,L}$ в Таблице 8 ISO 22675.
- Направление линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} , определено координатами верхней точки приложения нагрузки P_T [см. а)] и их наклон к u -оси, определен углами $\alpha_1 = -6,18^\circ$ и $\alpha_2 = 11,14^\circ$ (см. 2.2.2).
- Значения результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} , определены в Таблице 1, и соответствующие испытательные силы F_1 и F_2 , которые приложены в верхней точке приложения нагрузки P_T [см. а)] как это изображено на Рисунок 1, определены Уравнением (11) для $\alpha_1 = -6,18^\circ$ и $\alpha_2 = 11,14^\circ$. Они определены в Таблице 10 ISO 22675:2006.
- Углы отклонения $\gamma_1 = -15^\circ$ и $\gamma_2 = 20^\circ$ платформы стопы при статическом (и максимальном циклическом; см. ПРИМЕЧАНИЕ) нагружении пятки и носка. Они определены в Таблице 9 ISO 22675:2006.

ВАЖНО — Отклонения линий действия результирующих контрольных сил F_{R1} и F_{R2} к u -оси, упомянутые в b) соответствуют только условиям контрольного нагружения при статических (и циклических; см. ПРИМЕЧАНИЕ) испытаниях, так как общая концепция испытаний ISO 22675 позволяет выявить для каждого образца голеностопного узла или узла стопы индивидуальные характеристики при нагрузках соответствующих их индивидуальной конструкции.