

УДК 621.31/36

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ВЫСОТЫ ПАДЕНИЯ: УЧЕТ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ

Дубейко С. В., Коробко Ю. С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрен вопрос о пригодности получаемых результатов испытания по определению критической высоты падения для детей различных возрастных категорий. Выявлен недостаток испытательного оборудования, предложены пути решения.

Ключевые слова: критическая высота падения, критерий повреждения головы, акселерометр, модель головы, детские площадки, масса.

DEFINITION CRITICAL FALL HEIGHT: ACCOUNTING AGE CHARACTERISTICS OF CHILDREN

Dubeyko S., Korobko Yu.

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The question of the suitability of the test results obtained to determine the critical height of the fall for children of different age categories is considered. A shortage of test equipment has been identified, and solutions have been proposed.

Key words: critical fall height, head injury criterion, accelerometer, head model, children's playgrounds, mass.

Адрес для переписки: Коробко Ю. С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: korobko.u@bntu.by

В жизни детей игровые площадки играют не маловажную роль, так как дети проводят на них значительное количество времени. Ребенок при посещении игровых площадок получает двойную пользу: развивается физически и приобретает социальные навыки.

Для безопасного времяпровождения ребенка на площадках должны быть соблюдены определенные требования. Такие как обеспечение безопасности самой площадки (оборудования и покрытия), которое реализуется через соблюдения нормативной базы Республики Беларусь. На данный момент главным документом который регулирует обеспечение безопасности оборудования для детских игровых площадок является технические регламенты ЕАЭС (ТС).

Из приведенных требований технического регламента ЕАЭС (ТС) можно выделить требования к покрытиям игровых площадок, так как они являются константой для всех видов площадок, а применяемое оборудование может претерпевать изменения [1].

Требования к покрытиям можно условно разделить на 2 группы: требования к материалам из которых производится покрытие (гигиенические, химические, показатели, относящиеся к пожарной безопасности и др.) и требования к конечному продукту (физико-механические показатели).

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к показателям конечного продукта. Покрытие не должно иметь опасные острые или выступающие части, а его конструкция должна исключать места защемления. В зависимости от вида покрытия варьируется его толщина. Под всем оборудованием с высотой свободного падения более 600 мм и /или под

оборудованием с принудительным движением пользователя (например, качели, горки, спуски, канатные дорожки, карусели и т. д.) должно быть предусмотрено ударопоглощающее покрытие по всей зоне приземления. И одно из основополагающих требований, которое должно соблюдаться – критическая высота падения, применяемого ударопоглощающего покрытия должна быть не менее высоты свободного падения оборудования. Несоблюдение этого требования может привести к серьезным травмам ребенка [2].

Определение критической высоты падения осуществляется по ГОСТ 34615-2019. Сам метод основан на определении поглощения удара покрытием путем измерения ускорения при ударе. Испытуемое покрытие подвергают ударам моделью головы (сбрасывание осуществляется безынерционно без первоначального ускорения) с закрепленным на ней измерительным оборудованием (акселерометр) с различных высот падения. Сигналы, подаваемые акселерометром(ами) от модели головы во время каждого удара обрабатывают для определения степени тяжести повреждения на основании измеренной энергии удара, установленной в качестве критерия повреждения головы HIC , а также измерения возникающего пикового ускорения g_{max} . От полученных результатов устанавливается критическая высота падения: высота падения, соответствующая значению $HIC = 1000$ и значению $g_{max} = 200g$ [3].

Проводя испытание по определению критической высоты падения мы моделируем ситуацию падения ребенка с игрового оборудования с последующим его приземлением на голову, представляя голову ребенка как полусферу

(модель головы), которая осуществляет падение на землю (неупругий удар).

Оборудование, используемое при испытаниях, имеет несколько составных частей: модель головы, оснащенную одним или несколькими акселерометрами, блок преобразования сигналов, пусковое устройство модели головы, устройство для высоты свободного падения, систему передачи сигналов и оборудование для измерения сигналов. Основным элементом с помощью которого производится измерение – модель головы.

Модель головы имеет определенные установленные параметры: должна иметь диаметр (160 ± 5) мм и массу ($4,6 \pm 0,05$) кг, с максимально допустимым отклонением от полусферической поверхности ударной части – 0,5 мм. Рассматривая параметры модели головы возникает вопрос в достоверности получаемой информации применительно к безопасности эксплуатации детских площадок для детей различных возрастных категорий. Ведь согласно международному стандарту физиологических показателей детей размер окружности головы у детей различается в зависимости от возраста и пола (таблицы 1 и 2) [4]. Следовательно, и масса головы у детей различается. И теперь результаты, получаемые при испытаниях на определения критической высоты падения, распространяются только на группу детей, имеющих массу головы ($4,6 \pm 0,05$) кг. А для остальной группы детей результаты будут иметь погрешность, которая будет увеличиваться/уменьшаться по мере отхождения/приближения массы головы ребенка к номинальному значению модели головы ($4,6 \pm 0,05$) кг.

Для решения данной проблемы предлагается несколько путей решения, основанные на разработке или внесении модификаций в применяемом оборудовании при определении критической высоты падения. Пути решения связаны с ограничением возрастной группы детей допускаемой до определенных игровых площадок, путем использования нескольких моделей головы имеющих различную массу в зависимости от возраста ребенка или путем разработки съемных накладок для модели головы, которые бы при использовании в сборе с моделью головы воспроизводили определенную величину массы. Каждый из предложенных вариантов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Первый вариант сопряжен с большими непрерывными затратами на производство данного комплекса оборудования, но достаточно легкий в исполнении. Легкость заключается в наличие уже готового исходного

шаблона, который будет нуждаться только в изменении его массы. Второй же вариант понесет лишь единовременные большие затраты на этапе разработки, но в дальнейшем при производстве готового продукта стоимость будет меньше.

Таблица 1 – Центильная таблица окружности головы (см) по возрасту (мальчики)

Возраст: месяц	ЦЕНТИЛИ				
	3	15	50	85	97
0:0	32,1	33,1	34,5	35,8	36,9
0:11	43,4	44,4	45,8	47,1	48,2
1:0	43,6	44,7	46,1	47,4	48,5
1:11	45,6	46,7	48,1	49,5	50,7
2:0	45,7	46,8	48,3	49,7	50,8
2:11	46,7	47,9	49,4	50,8	52,0
3:0	46,8	48,0	49,5	50,9	52,1
3:11	47,4	48,6	50,2	51,7	52,9
4:0	47,5	48,7	50,2	51,7	53,0
4:11	47,9	49,2	50,7	52,3	53,5
5:0	47,9	49,2	50,7	52,3	53,5

Таблица 2 – Центильная таблица окружности головы (см) по возрасту (девочки)

Возраст: месяц	ЦЕНТИЛИ				
	3	15	50	85	97
0:0	31,7	32,7	33,9	35,1	36,1
0:11	42,0	43,2	44,6	46,0	47,1
1:0	42,3	43,5	44,9	46,3	47,5
1:11	44,4	45,6	47,0	48,5	49,7
2:0	44,6	45,7	47,2	48,6	49,8
2:11	45,8	47,0	48,4	49,9	51,1
3:0	45,9	47,0	48,5	50,0	51,2
3:11	46,6	47,8	49,3	50,7	51,9
4:0	46,7	47,9	49,3	50,8	52,0
4:11	47,2	48,4	49,9	51,4	52,6
5:0	47,2	48,4	49,9	51,4	52,6

Литература

1. ТР ТС 042/2017. О безопасности оборудования для детских игровых площадок.
2. ГОСТ 34614.1–2019 (EN 1176-1:2017). Оборудование и покрытия игровых площадок. Часть 1. Общие требования безопасности и методы испытаний.
3. Caple, M. Spatial analysis of the mechanical behaviour of natural turf sports pitches / M. Caple, I. James // Bartlett Sports Eng. – 2012. – № 15. – P. 143–157.
3. ГОСТ 34615–2019 (EN 1177:2018+AC:2019). Покрытия ударопоглощающие игровых площадок. Определение критической высоты падения.
4. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/tools/child-growth-standards/standards/head-circumference-for-age>. – Дата доступа: 28.09.2024.