

УДК 656.089.2

Ю.В.Котченко, ст. преподаватель,

А.В. Холопцев, доцент, канд. физ. - мат. наук

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

root@sevgtu.sebastopol.ua

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОТНЫХ СТЕНДОВ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОЕ ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ

Анализируются геометрические параметры стендов для подготовки спасателей и определяется критерий безопасности в момент срыва обучающегося с пороговой высоты при использовании верхней страховки.

Высотные стенды, широко применяемые в скалолазании, являются одним из эффективных средств развития у человека навыков быстрого преодоления вертикальных препятствий различной сложности. Тренировки на них способствуют совершенствованию технической, специальной физической и психологической подготовленности занимающихся, позволяют отработать взаимодействие в различных ситуациях максимально приближенных к реальным [1]. Поэтому высотные стенды привлекают к себе все большее внимание как техническое средство подготовки спасателей к действиям на вертикальном рельефе.

В настоящее время высотные стенды, применяемые для тренировок альпинистов, скалолазов и спасателей, существуют в семи городах Украины. Широкое распространение они нашли и за рубежом. На них во всем мире ежедневно тренируются тысячи человек (в Украине – сотни) [2].

Опыт эксплуатации высотных стендов показал, что их конструкционные характеристики оказывают существенное влияние на безопасность проводимых на них тренировок. В то же время характер этого влияния в настоящее время изучен недостаточно, что снижает безопасность тренировок на уже существующих стендах. Кроме этого, проектирование новых стендов без учета анализа их параметров, приводит к созданию неудовлетворительных по своей безопасности стендов.

Представляет интерес изучение особенностей влияния конструкционных параметров высотного стенда на основные факторы риска при проведении на нем тренировок по технике преодоления вертикальных препятствий с верхней страховкой.

Изучение влияния конструкционных параметров высотного стенда на факторы риска проводилось на основе информации о пяти наиболее крупных высотных стендах, существующих в настоящее время в Украине.

Таблица 1- Значения геометрических параметров существующих в Украине высотных стендов по данным на 2003 год

Место расположения стенда	Общая площадь, м	Высота, м	Угол наклона плоскости, град.
Киев	320	13	128
Севастополь	270	12	121
Харьков	200	14	106
Никополь	200	12	125
Донецк	160	10	113

Из представленных в таблице 1 данных наиболее важным параметром, определяющим безопасность стенда при лазании с верхней страховкой, является угол наклона плоскости тренажера. Необходимо отметить, что все высотные стенды имеют, как правило, несколько рабочих плоскостей с различными углами наклона (например, стенд в Киеве имеет 26 плоскостей). В таблице показан общий угол наклона стенда, выведенный в зависимости от максимального выноса верхней части стенда по потолку. Данный угол позволяет дать предварительную оценку степени безопасности стенда при использовании верхней страховки: чем больше угол, тем опаснее применение техники верхней страховки.

Основными, определенными нами факторами риска при проведении тренировок на высотных стендах, направленных на совершенствование техники преодоления вертикальных препятствий с верхней страховкой, являются: удары о пол при срывах, краткосрочные перегрузки в страховочной цепи в момент задержания сорвавшегося в воздухе [3].

В процессе тренировки обучающийся, используя установленные на стенде зацепки, поднимается вверх, проходя заданную трассу. Его безопасность обеспечивает страхующий, выбирая страховочную веревку, привязанную к страховочной системе обучаемого и проходящую через точку страховки (кольцо, закрепленное на верхней части стенда). При срывах обучающийся нагружает страховочную веревку и под действием силы тяжести начинает движение по дуге окружности.

Введем следующие обозначения:

$A_3B = BT = R$ – радиус окружности, по которой происходит движение сорвавшегося;

$T_2X = A_1A = h$ – высота срыва;

$C_1C = h_0$ – пороговая высота срыва;

$T_1T_2 = x$ – длина вытравливаемой веревки;

$BX = H$ – расстояние от кольца, сквозь которое проходит страховочная веревка, до пола;

$BK = L$ – длина плоскости стенда (от кольца до точки опоры стенда о пол);

$h = AA_1$ – высота точки срыва над полом;

[illegible]

максимальной скоростью $v_{\max}$ и поэтому наиболее опасен. Тогда можно записать:

Назовем высоту, срыв с которой разделяет опасную и безопасную зоны стенда, пороговой, и обозначим ее h_0 . Нетрудно показать, что при срыве с пороговой высоты удар о пол происходит с

у наиболее опасен. Тогда можно за-

Из рисунка 1 видно, что $h_0 = CY = (BK - BC) \cos \alpha = (L - H) \cos \alpha$, $H = L \cos \alpha$; поэтому $h_0 = L(1 - \cos \alpha) \cos \alpha$, следовательно

$$v = 2 \sin \frac{a}{2} \sqrt{gL} \cos^2(\alpha) \quad (1)$$

Вторым параметром безопасности целесообразно избрать наибольшую пиковую величину перегрузки при задержании сорвавшегося. Из рисунка 1 видно, что максимальной эта величина является в самой низкой точке траектории, по которой движется сорвавшийся. В этой точке центробежное ускорение $a = v^2/H$ суммируется с ускорением свободного падения $a_{\max} = g + v^2/H$.

$$a_{\max} = g(1 + 4\sin^2 \frac{\alpha}{2}). \quad (2)$$

Чем меньше $a_{\max}$, тем безопасней срыв с верхней страховкой на высотном тренажере.

Величину $a_{\max}$ можно уменьшить, протравливая веревку. Это в ряде случаев повышает безопасность сорвавшегося. К таким случаям относятся те, в которых протравливание не приводит к удару сорвавшегося о пол. Если x – длина вытравливаемой веревки, а $h > h_0$ – высота над полом точки срыва, то условие безопасного протравливания определяется как $x < h - h_0$.

Если это условие нарушено, то протравливание веревки при срыве с высоты, превышающей h_0 , может привести к удару сорвавшегося о пол. Если срыв происходит с высоты меньше h_0 , протравливание способствует снижению максимальной скорости при встрече сорвавшегося с полом.

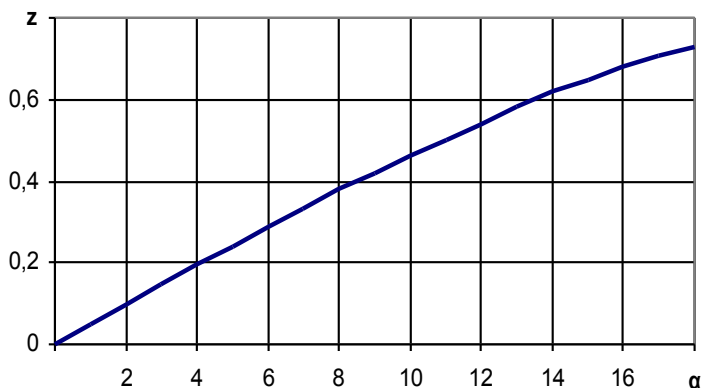


Рисунок 2 – Зависимость величины приведенной максимальной скорости удара о пол при срыве от угла наклона плоскости высотного тренажера α [градус]

Обозначим зависимость $\frac{v}{\sqrt{gi}} = z$.

Как видим, безопасность высотных стендов при тренировках по технике передвижения с верхней страховкой тем выше, чем меньше их высота и чем меньше они нависают. В данном случае стремление к безопасности стенда вступает в противоречие со стремлением к его эффективности как средства тренировки. По пологим стендам можно перемещаться безопасно, но это неэффективно. Поэтому при разработке высотных стендов заданной

крутизны и высоты необходимо использовать специальные меры обеспечения безопасности при срывах с высот меньше пороговой.

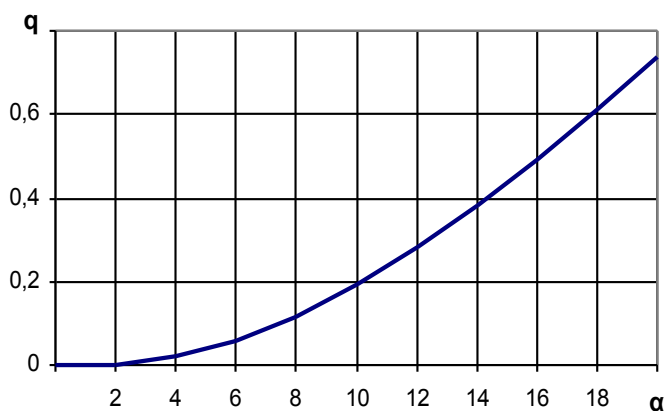


Рисунок 3 - Зависимость приведенной максимальной пиковой перегрузки при задержании сорвавшегося от угла наклона плоскости высотного стенда α [градус]

В качестве таких мер можно рекомендовать использование специальных мягких покрытий пола в зоне возможного приземления сорвавшихся, применение при начале прохождения маршрутов гимнастической страховки.

Для снижения травматизма на существующих стендах можно нанести на них горизонтальную разметку (указав на каждом их модуле положение соответствующей высоты h_0). Это позволит страхующим более уверенно прогнозировать последствия задержания сорвавшегося при лазании с верхней страховкой и избегать опасных режимов протравливания.

В данной работе не рассматривались участки стендов, включающие такие конструктивные особенности, как наличие горизонтальных плоскостей. В дальнейшем планируется проведение анализа по вопросу безопасного использования верхней страховки при прохождении горизонтальных участков высотных стендов.

Библиографический список

1. Наставление по профессиональной подготовке личного состава государственной военизированной горноспасательной службы. — Донецк. Изд-во НПО «Респиратор», 1993. — 50 с.
2. Шойгу С.К. Учебник спасателя / С.К. Шойгу. — М.: Изд-во «Советская Кубань», 2002. — 527 с.
3. Винокуров В.А. Безопасность в альпинизме / В.А. Винокуров. — М.: Физкультура и спорт, 1983. — 164 с.

Поступила в редакцию 24.02.2004 г.