**Страховка в горах**

**Введение**

Если посмотреть, как совершались восхождения в недалеком прошлом, то нетрудно заметить, что происходят значительные изменения. Научно-технический прогресс неуклонно меняет облик горовосхождений. Меняется качество горного снаряжения, применяются новые материалы и технологии, а это немедленно отражается на технике восхождений. То, что вчера было совершенно невозможным, сейчас кажется обычным и традиционным. Данная работа рассматривает вопросы применения веревки и технику страховки, что является важнейшими вопросами обеспечения безопасности в альпинизме, туризме, скалолазании и в некоторых других экстремальных видах спорта.

**Основные понятия**

Сразу условимся, что в дальнейшем мы будем рассматривать технику страховки применительно только для альпинизма. Применение страховки для других целей принципиально не сильно отличается и в данной работе не рассматривается.

Итак, основные понятия, с которыми мы столкнемся в данной работе:
**Восхождение** — немотивированное действие, предпринимаемое группой людей (от одного до нескольких сот человек), имеющее, тем не менее, цель — достичь вершины горы по выбранному ими пути, более или менее сложному, оставить там записку, а затем максимально быстро спуститься вниз.
**Связка** — два или более человек, связанных одной веревкой.
**Веревка** — специальная веревка, сертифицированная по стандарту UIAA (подробности ниже), либо по своим свойствам максимально приближенная к этому стандарту.
**Страховка** — ряд мероприятий, направленных на предотвращение возможности получения травм участникам восхождения в результате их падения с большей или меньшей высоты на неподготовленную для этого поверхность горного рельефа.
**База (или пункт страховки)** — максимально удобное место, с которого осуществляется страховка. База оборудуется надежными точками страховки (обычно — не менее 2 точек страховки), которые блокируются между собой.
**Точка страховки** — страховочный элемент, закрепленный на горном рельефе с максимальной эффективностью. Веревка вщелкивается в точку страховки при помощи карабина. Желательно применение оттяжек для более свободного движения веревки.
**Карабин** — металлическое изделие, стальное, титановое или дюралюминиевое, с муфтой или без нее.
**Система** — состоит из беседки и обвязки, либо только из беседки, одевается на человека. Веревка ввязывается в систему или присоединяется к системе с помощью карабина с муфтой.
**Тормозное устройство** — металлическое изделие для создания дополнительного трения при спуске по веревке вниз или при страховке. Например: восьмерка, букашка, шайба Штихта, Grigri.
**Нижняя страховка** — страхующий находится ниже человека, которого он страхует.
**Верхняя страховка** — страхующий находится выше страхуемого (первый принимает второго).

**Элементы страховочной цепи, допустимые нагрузки**

При движении альпинистов осуществляется страховка при помощи веревки, которой связаны альпинисты. При срыве человек падает и повисает на веревке. Если он до этого не ударился и не задержался о выступающие части льда, скал и т.д. — его движение будет остановлено веревкой, которая вщелкнута в карабины точек страховки или проходит через выступы и удерживается страхующим через страховочную базу, либо выступ. При этом сорвавшийся не получит травм, если рывок не будет жестким. Жесткость рывка также существенна для того, чтобы точки страховки, база или система сорвавшегося не были разрушены в результате чрезмерно жесткого рывка. При этом альпинистская система рассчитана на рывок не более 1500—1600 кг. База блокируется стропой или основной веревкой, при этом сама стропа или веревка рассчитаны на рывок до 2200 кг. Какой рывок выдержат точки страховки — непредсказуемо и лишь может быть предварительно оценено качественно, в зависимости от опыта альпиниста. Сами элементы изготавливаются с расчетом на рывок на них 1600—2500 кг, но условия их установки подчас не обеспечивают столь сильный рывок и точки могут вылететь без разрушения их конструктивных элементов. Так считается, что скальные крючья выдерживают 500—1000 кг, закладки — вплоть до разрыва тросика или петли, но, будучи плохо заложенными, могут вылететь и при очень слабом рывке. Ледобуры — считаются самыми надежными по сравнению с другими способами организации точек страховки и могут выдержать до 2400 кг. Карабины рассчитаны на нагрузку 2000 кг. Самым ненадежным в этой цепи является верхняя точка страховки, на которой зависает сорвавшийся альпинист. Самым надежным элементом страховки является веревка (за исключением случая, если она обрежется об острый край скалы или получит повреждения от падающих камней или льда). Разрывное усилие веревки не менее 2000 кг. Итак, основным путем повышения безопасности ситуации в случае срыва является уменьшение рывка на веревку. Чем меньше рывок — тем меньше риска, что какой-либо элемент страховки не выдержит. От чего же зависит величина рывка?
Рывок на веревку в случае срыва одного из партнеров зависит от следующих факторов:

* Веса сорвавшегося человека (вместе с одеждой и рюкзаком, если он есть).
* Жесткости веревки.
* Фактора рывка. **Фактор рывка** — это отношение глубины падения человека (от точки его срыва до того места, где он зависнет на веревке) к длине веревки, на которой он завис. При этом под длиной веревки подразумевается длина нерастянутой (выданной) веревки. Может принимать значение от 0 до 2 (в обычной ситуации).
* От трения веревки о выступы и в карабинах.
* От наличия фрикционного (тормозного) устройства, длины протравленной веревки и усилия, с которым веревка протравливалась через данное устройство.

Особо отметим, что рывок на веревку не зависит(!) от глубины падения человека, а зависит только от фактора рывка (см. выше). Например, человек стал на самостраховку и вылез выше точки, к которой он пристегнут, на всю длину самостраховки. Если он сорвется, то пролетит на глубину, равную двум длинам самостраховки (например, 3 м). В этом случае фактор рывка равен 2 (глубина падения 2 м, длина веревки — 1 м, фактор рывка 2:1=2). При этом рывок будет столь же сильным, как если бы он вылез вверх на всю длину веревки вообще без точек страховки (скажем на 40 м), сорвался бы вниз и пролетел бы при этом 80 м. (до страхующего 40 м и столько же после). Почему это так мы разберем ниже.

**Базовая техника страховки**

Техника страховки зависит от конкретной ситуации, в которой осуществляется страховка. Страховка может быть одновременной и попеременной.

**Одновременная страховка**При одновременной страховке выбор точек страховки осуществляется первым в связке. Веревка закладывается за выступы или вщелкивается карабинами в точки страховки (закладки, крючья, ледобуры при движении по льду и прочее). Второй напарник движется за ним, обеспечивая необходимую слабину веревки, не допуская, чтобы она цеплялась за выступы или задерживалась, мешая движению первого в связке. По ходу движения второй снимает точки страховки. В случае срыва первого второй в связке осуществляет удержание первого с помощью веревки за установленные точки страховки или выступы. При движении по гребню возможен вариант «комсомольской» страховки — когда второй в связке прыгает в сторону, противоположную той, куда сорвался первый в связке. Главное при этом — не перепутать сторону… При одновременной страховке нужно следить за оптимальностью длины связочной веревки, четкостью отдаваемых команд, второй должен внимательно следить за действиями первого и поведением веревки, вовремя предупреждать первого о возникающих осложнениях, при необходимости обеспечить эффективную страховку. В сложных или опасных для срыва местах между партнерами обязательно должны быть точки страховки или выступы, иначе в случае срыва одного из них организация страховки будет невозможной.

При одновременной страховке особо опасным является срыв нижнего в связке. При этом если он срывает первого, они падают вместе и веревка проходит одновременно с их падением через карабины. Когда, наконец, веревка начинает нагружаться, на нижнего рывок будет не очень сильным, на верхнего же рывок может быть весьма значительным (при этом фактор данного рывка может быть равным 2 и даже более). То есть веревка, которая должна была бы погасить рывок, уйдет ниже карабина, на котором зависнет верхний в связке. Это может привести к вырыву точки страховки, разрушению карабина разрыву страховочной системы или травмированию первого в связке из-за чрезмерно сильного рывка. Подробнее данную ситуацию мы рассмотрим ниже.

**Попеременная страховка
Выбор базы**
При попеременной страховке страховка осуществляется с базы. Выбирается удобное место страховки. Как правило, это место, которое организовал первый, чтобы принять к себе второго по связке. В случае если место оказалось неудачным, возможно его изменение. В этом случае кто-нибудь из партнеров на страховке выходит к подходящему месту и организует базу там. Основные критерии выбора базы — наличие хороших точек страховки, безопасность от камней и прочих объективных опасностей, удобство осуществления страховки на базе и хороший обзор последующего участка. Желательно, также, чтобы база находилась чуть в стороне от предполагаемого направления движения первого в связке (основная причина падения камней или кусков льда на маршруте — партнеры по восхождению, поэтому если первый по неосторожности или из-за неизбежной ситуации сбросит камень — он не причинит вреда, если база будет находиться в стороне). Следует также обращать внимание на хорошую слышимость при обмене командами между партнерами (выбор места базы может существенно повлиять на это). Количество точек страховки на базе, обычно, не менее 2. Обычно они блокируются между собой. Если точка хорошая (например, большой, надежный выступ), можно делать базу на одной точке. Если точки ненадежные — их делается достаточное количество, они блокируются стропой или основной веревкой таким образом, чтобы нагрузка равномерно распределялась на точки. В случае вырыва отдельных точек, это не должно сказаться на надежности базы. Надежная база — залог безопасности при восхождении. На это не нужно экономить времени. Если есть сомнения — лучше перестраховаться. База должна выдержать любой самый жесткий рывок. После того, как база готова, первый может начать движение.

**Действия лидера в связке**
Первый в связке начинает двигаться вверх. При этом он организует точки страховки. Как часто их надо делать? Здесь нужно иметь представление о факторе рывка и о том, на какой веревке ты работаешь. Если веревка удовлетворяет требованиям UIAA, это уже хорошо, но это не все. Веревки могут иметь различные значения рывка по тесту UIAA. Чем это значение меньше, тем веревка мягче и рывок будет меньше. Такая веревка предпочтительнее (естественно она будет и дороже). Далее, точки надо делать чаще вначале и допускается делать реже в конце. Например, чтобы фактор рывка был бы не более К=0.5 (в этом случае рывок на веревку будет не более 340 кг при жестком закреплении веревки, которая по тесту UIAA показывает рывок 1200 кг) точки надо располагать на следующих расстояниях от базы: 3, 6, 8, 11, 15, 20, 26, 34, 45 метров.

Если взять современную веревку Beal Wall Master II, которая имеет при том же тестовом испытании рывок 680 кг, то в этом случае вы выложите за веревку раза в 3 больше денег, зато те же 340 кг будут достигнуты при факторе рывка К=0.9 и точки можно расположить на следующих удаленьях от базы: 3, 6, 11, 20, 36, 65 метров. На таких удаленьях от базы на веревке Beal Wall Master II рывок не превысит 340 кг при жестком закреплении веревки.

Если же взять пеньковую веревку, которой пользовались полвека назад, то при факторе рывка 0.25 она уже обрывалась. При этом величина рывка составляла около 700 кг. По этой причине жестко закреплять веревку нельзя и необходимо было протравливать ее для обеспечения безопасности при срывах.

Что касается современных отечественных веревок, то тестам UIAA удовлетворяет лишь калининградская динамическая веревка, хотя официального тестирования она не проходила и сертификата UIAA не имеет. Остальные же отечественные веревки при жестком закреплении могут вызвать непредсказуемый рывок и их так же, как и пеньковые, необходимо протравливать для обеспечения безопасности при срыве. Подробнее на этой теме мы остановимся ниже.

После установки точки первый в связке продолжает движение вверх. В случае его срыва он повиснет на последней установленной им точке. При этом рывок на карабин и на точку будет в 1.66 раза больше, чем рывок на веревку. Почему в 1.66 раз? Дело в том, что при движении веревки через карабин, в нем присутствует трение. Величина трения по оценкам зарубежных производителей альпинистского снаряжения такая, что 66% усилия приходится на веревку после прохождения ее через карабин. Таким образом, на верхний крюк действует сила рывка плюс 66% от нее. Если бы трения не было, то на верхний крюк действовала бы сила в 2 раза большая, чем рывок. Поэтому понятно, почему верхняя точка является наиболее уязвимой в страховочной цепи. С одной стороны не всегда можно сделать абсолютно надежную точку, с другой стороны на нее приходится нагрузка в 1.66 раз больше, чем на веревку. Поэтому лидер должен делать точки как можно надежнее. Если это невозможно — на ненадежной точке нельзя допускать высокого фактора рывка (то есть не выходить от нее на большое расстояние).

Наконец, существенным является следующий момент. Во время рывка нагружается не только верхняя точка. Промежуточные точки тоже нагружаются одновременно с верхней, но нагружаются они при этом в другом направлении! Если рывок на верхнюю точку направлен вертикально вниз, то промежуточные точки нагружаются вбок. Особенно это критично для закладок. Их обычно кладут, чтобы они работали вниз. При боковой нагрузке они могут вылететь. Это может произойти даже тогда, когда веревку просто выбираешь вверх. Что получится в этом случае? Первый в связке сорвался, веревка нагрузилась, рывок выдернул все промежуточные закладки, так как они работали только вниз. Последняя закладка была заложена ненадежно, так как место было сложное и хорошую точку сделать не удалось. Последняя закладка выскакивает и человек падает до страхующего и еще столько же вниз (если все промежуточные точки выскочили). Фактор рывка К=2, рывок будет самый жесткий. Если при этом если лидер не травмировался в результате падения на выступы или полки (это возможно при нависающем рельефе), то при таком рывке возможны травмы позвоночника, ребер и других частей тела. Да и вытаскивать человека придется аж 40 метров.

Данная ошибка является типичной и распространенной. Чтобы не попасть в такую ситуацию, надо помнить, что если точка плохая, надо дальше сделать в подходящем месте хорошую точку. Если закладку невозможно поставить, чтобы она работала вбок или не выдергивалась вверх, значит надо одновременно с ней поставить закладку, работающую в противоположном направлении, которая бы не дала ей вывалиться. На веревку как минимум 3 точки должны быть совершенно надежными.

После прохождения участка лидер организует станцию и принимает к ней своего напарника. Особых требований к страховке нет. Базу лучше делать сразу хорошую — годную для осуществления нижней страховки. При этом экономится время, так как в противном случае ее придется переделывать. Выбирать нижнего лучше жестко. Исключение составляет случай, когда имеются траверсы. В этом случае жесткая страховка может сорвать нижнего, и он повиснет на веревке, что на траверсах часто бывает очень неудобным, а иногда и проблематичным (особенно если рельеф вертикальный или нависающий).

Особое внимание уделять командам. Они должны быть четкими, ясными. Если слышимости и прямой видимости нет, о движении напарника приходится угадывать по поведению веревки.

**Действия страхующего**
Лидер должен быть ввязан в веревку (хотя практикуется привязывание к веревке с использованием муфтованного карабина). Почему необходимо именно ввязывать веревку? Дело в том, что карабин с муфтой рассчитан на нагрузку 2200—3000 кг вдоль продольной оси. Вроде все нормально, но в поперечном направлении он выдерживает лишь 400 кг. ( при более сильном рывке вылетает муфта). Нет никакой гарантии, что в момент рывка карабин не станет поперек муфты. Кроме того, при лазании лидер постоянно касается различными частями тела скалы (или другого рельефа). Муфта имеет неприятную особенность раскручиваться, при касании карабина о скалы он может раскрыться (если муфта уже открутилась), а веревка, соответственно, выскочить. Это не будет способствовать хорошему здоровью.

Тем не менее пристегивание веревки к первому при помощи карабина иногда применяется. Это можно делать на простом рельефе, надо только знать ограничения такого метода и стараться при этом не срываться. Это бывает удобным при взаимодействии связок, при одновременной страховке или при хождении с укороченной веревкой. Страхующий должен быть привязан к другому концу веревки. Если это не сделать, то в случае жесткого рывка веревка может уйти из рук или тормозного устройства. Можно, также, просто потерять контроль за не привязанным концом, что также приведет к потере страховки.

Страхующий постоянно следит за состоянием базы, карабинов, наличием объективно опасных факторов — падения камней и прочее. Нижняя страховка осуществляется с использованием перчаток или рукавиц, предохраняющих руки от сильного рывка и обеспечивающих плавное протравливание веревки в случае необходимости.

Выпустив вперед лидера, страхующий обеспечивает ему страховку. Веревка должна иметь некоторую слабину и должна без задержек выдаваться лидеру по мере необходимости. Страхующий не должен нагружать связочную веревку, потому что этим действием он может сорвать первого. При образовании излишнего количества свободной веревки, она должна быть немедленно выбрана.

Каким образом следует страховать лидера — однозначной рекомендации нет. Есть набор стандартных приемов, которые употребляются в том или ином случае в зависимости от конкретной ситуации. Зависит также и от пристрастия каждого человека к какому-либо виду страховки. Итак, рассмотрим основные способы организации страховки:

**Страховка через выступ**
При наличии удобного выступа это весьма удобный и распространенный метод. Экономит карабины, обеспечивает хорошее удержание, протравливание и прочее. Перед использованием необходимо проверить, достаточно ли выступ хорош (в смысле прочности и устойчивости, видимость часто бывает обманчивой). При наличии острых краев их нужно оббить. Имеется существенный недостаток — не всегда подходящие выступы попадаются в нужных местах.

**Страховка через карабин**
Карабин, применяемый для такого вида страховки, должен быть обязательно с муфтой (муфта должна быть закручена). Преимуществами такого вида являются то, что он прост, обеспечивает оперативный контроль над количеством свободной веревки — веревку можно быстро выбрать или выдать. В случае срыва первого веревку легко закрепить за карабин. Для регулирования величины трения веревки о карабин следует изменить угол перегиба веревки через карабин или страховать через узел UIAA.

Недостаток данного способа состоит в слабом трении веревки через карабин — в случае сильного рывка трудно удержать веревку, идущую просто через карабин без дополнительных тормозных устройств. Если же использовать узел UIAA, то он крутит веревку, поэтому использовать его не удобно.

Данный способ применяется очень часто, особенно когда рывок не может быть сильным (простой достаточно пологий рельеф, при этом требуется быстро выдавать веревку и рывок при срыве обычно не бывает — даже если человек упадет, он будет катиться по склону, а не падать вертикально вниз). Он применяется и тогда, когда присутствует сильное трение за выступы или через промежуточные точки.

Чаще всего его используют в комбинации с тормозными устройствами, например с восьмеркой.

**Страховка через тормозное устройство, расположенное на беседке страхующего**Наиболее распространенный способ страховки. Страховать таким образом удобно, нагрузка на руки небольшая, легко регулировать усилие на страховочную веревки и осуществлять протравливание. Наиболее часто применяется в комбинации со страховкой через карабин (от тормозного устройства веревка проходит через муфтованный карабин, расположенный на базе и далее — к страхуемому. Трение регулируется как в самом тормозном устройстве, так и за счет изменения угла перегиба веревки через карабин.

**Страховка через тормозное устройство, расположенное на базе**Имеет недостаток, что рывок приходится непосредственно на базу. В предыдущем случае рывок приходился сначала на беседку страхующего, что приводит к дополнительной амортизации и уменьшает рывок, оберегая при этом базу от возможного вырыва ненадежных точек страховки.

**Страховка через поясницу, через плечо**
Данные виды страховки самостоятельно не применяются для нижней страховки по причине их ненадежности. Для нижней страховки их можно применять лишь в комбинации со страховкой через выступ или через карабин для увеличения возможностей создания трения или более мягкого протравливания (в основном применяется страховка через поясницу, страховка через плечо — экзотика). Зато для верхней страховки (когда к первый принимает к себе второго) эти способы находят реальное применение. При этом веревка, как правило, проходит через выступ, край полки и прочее, нагрузка на страхующего приходится небольшая, что позволяет успешно эти виды. Все же более часто в подобных ситуациях страхуют через восьмерку, прищелкнутую к беседке (в принципе — та же страховка через поясницу).

**Команды при работе в связке**Команды при работе на маршруте должны быть четкими, ясными, краткими и заранее известными и лидеру и страхующему. Если слышимость хорошая, можно, конечно, разговаривать как угодно, но слова, за которыми последуют определенные действия, должны быть только стандартными командами, чтобы они не допускать двоякого трактования ваших слов. Особенно это критично, когда слышимость плохая или очень плохая. В этом случае весь набор команд уменьшается до 3—4 основных.

Итак, какие команды применяются в альпинизме?

* **Страховка готова?**
Команда лидера перед началом его движения. Лидер начинает движение только после положительного ответа на данную команду — «Страховка готова!». Страхующий при этом находится в рукавицах и готов страховать лидера. Эти же команды применяются, когда первый принимает второго.
* **Страховка готова**
Ответ на предыдущую команду. Эта команда означает, что человек, собирающийся начать движение, может его начинать (то есть отстегнуть свою самостраховку с базы или начать снимать базу). После этой команды единственная страховка у страхуемого — эта веревка. Страхующий после отдачи данной команды должен начать страховать напарника и быть готовым в любой момент к срыву напарника. Не допускается перещелкивание страховочной веревки после отдачи этой команды.
* **Понял**
Ответ на любую команду, если смысл команды понят.
* **Повтори**
В случае если команда непонятна или не услышана.
* **Пошел**
Команда отдается перед началом движения. Страхующий должен быть готов начать выбирать или выдавать веревку.
* **Иду**
Команда может применяться вместо предыдущей или может быть ответом на команду «как дела?», если человек продолжает свое движение.
* **Страхуй**
Вариант команды для привлечения внимания страхующего к процессу страховки. Может применяться как вариант команды «пошел», «иду». Обычно, все же, означает неудовольствие первого относительно того, как его страхуют.
* **Выдай (есть вариант этой команды — дай веревку)**
Выдать веревку, как можно быстрее.
* **Выбери**
Выбрать веревку, как можно быстрее, не сдернув при этом первого (или второго для случая траверса).
* **Закрепи**
Первый отдает эту команду страхующему, чтобы он жестко закрепил веревку на базе. Страхующий закрепляет веревку и ждет следующей команды.
* **Закрепись**
Страхующий подает эту команду первому в случае, если есть необходимость на время перестать страховать первого. Первый должен найти хорошее место и устойчиво стать (лучше, если он при этом станет на самостраховку), при этом он отвечает «Готово» или «Есть». Страхующий выполняет необходимые действия (например, поправляет страховку) и вновь возобновляет страховку, подав соответствующую команду (например — «страховка готова»).
* **Сколько веревки?**
Страхующий должен назвать количество метров веревки, оставшейся у него. Обычно говорится примерная цифра, кратная 10 или из первого десятка.
* **Веревки 6 метров.**
Ответ на предыдущую команду. Не нужно долго думать. Отвечать сразу по принципу — лучше сказать меньше, чем больше.
* **Камень**
Если человек заметил падающий камень или сам упустил камень. Эта же команда применяется при падении любых предметов, способных травмировать группу (лед, ветки, предметы, выпавшие из рюкзака). Подается особо громко.
* **Лавина**
То же в случае лавины.
* **Держи (Срыв)**
Подается человеком во время срыва (если он успеет). По этой команде страхующий готовится к рывку.
* **У крюка**
Команда, которую подает идущий, чтобы пояснить страхующему, что он будет стоять на месте, чтобы вытащить или заложить точку страховки.
* **На самостраховке**
Подается после того, как идущий встал на самостраховку за базу и его уже не надо страховать. После этого, обычно, страхующий (второй) готовится к началу движения.
* **Страховки нет**
Подается после того, как идущий встал на самостраховку за базу и его уже не надо страховать. После этого, обычно, страхующий (второй) перестает страховать напарника и готовится к началу движения.
* **Перила готовы**
Команда означает, что страховочная веревка закреплена на базе и ее можно нагружать (использовать в качестве перил).
**Как дела?**
Команда, не обозначающая никаких действий. Означает, что напарнику (как правило, страхующему) надоело ждать, и он интересуется причиной задержки в действиях своего напарника.

Особо надо отметить случай, когда слышимость очень плохая или ее вообще нет. Наличие переговорных устройств решило бы эту проблему, но в России для подобных случаев их практически не применяют (и они не всегда могут работать по различным причинам).

Итак, что делать в условиях плохой слышимости?

Минимальный набор команд — «выдай», «выбери», «страховка готова» или «перила готовы» (что именно — обычно оговаривают заранее на предыдущем пункте страховки). При наличии эха эти команды отличаются следующим образом.

* **Вы-дай**Она более короткая и состоит из двух слогов. Напарник обычно слышит только «ай» или «а…».
* **Вы-бе-ри**Более длинная, состоит из трех слогов. При предельной слышимости слышно только «и…»
* **Стра-хов-ка го-то-ва**Самая длинная команда, в конце слышно «а…». Можно перепутать с командой «выдай» (она тоже оканчивается на «а…»), но отличить ее можно по тому, что она длинная.

Вообще подавать команды нужно все — вдруг вас слышат, а просто вы не слышите. Но на определенный минимальный набор команд надо заострить внимание и многократно повторять именно их (если нет ответа или ожидаемого действия).

Что делать, когда не слышно ничего? Обычно встречается следующий вариант — первый вышел наверх и сделал базу, встал на самостраховку, выбрал имеющуюся слабину веревки, ну и прокричал весь набор команд, повторив «страховка готова» несколько раз. Веревка не выбирается и ничего в ответ не слышно. Страхующий сидит внизу, веревка очередной раз надолго остановилась, ни одной команды не слышно (ну и заодно, например, метет снег и дует ветер, хочется быстрее начать двигаться). А вдруг первый находится в сложном месте и может вот-вот сорваться? Что же делать? Такая ситуация при плохой сработанности и недостатке опыта может длиться долго. Позаботиться об этом лучше верхнему. Он закрепляет веревку, дюльферяет по ней до зоны слышимости, говорит все, что хочет сказать и, получив положительный ответ, поднимается к пункту страховки и начинает принимать второго. Иногда допустимо, чтобы второй начал движение первым. В этом есть, конечно, риск. Но он может быть не большим. При этом происходит следующее: второму показалось, что станция наверху уже готова. Он снимает базу и начинает двигаться вверх. Если веревку у него выбирают, значит он понял все правильно. Если не выбирают — значит его не страхуют и первый еще что-то делает. Тогда связка осталась только на промежуточных точках. Здесь есть 2 варианта — вернуться назад и восстановить базу или выйти к ближайшей точке и начать страховать через нее. Что абсолютно не допускается — это нагружать веревку своим весом, пока однозначно не получена информация о готовности страховки. Указанные действия можно предпринимать при достаточно хорошей схоженности связки и при наличии надежных промежуточных точек страховки.

Далее, в отсутствии слышимости и видимости у страхующего есть еще источник информации — страховочная веревка. По тому, как она двигается, можно сказать очень многое. При хорошей схоженности связки иногда по поведению веревки можно все понять без команд. Наблюдать за поведением веревки надо постоянно, не только когда уже ничего не слышно. Например — веревка движется равномерно и достаточно быстро — простой участок, лезется легко. Веревка остановилась — наверное, напарник делает точку. Веревка идет неровно и очень медленно — по-видимому, сложное место, надо обратить внимание на страховку — вдруг произойдет срыв. Подана резкая громкая команда, но непонятно какая — прижаться к скале (вдруг это была команда «камень») и приготовиться к рывку (вдруг команда была «держи»). И так далее. Главное в этой ситуации думать и представить себя на месте своего напарника.

По характеру удержания при срыве лидера страховка подразделяется на статическую и динамическую.

**Статическая страховка**
При статической страховке страхующий жестко зажимает веревку. При этом падение лидера гасится за счет эластичных свойств веревки. Надо представлять, какой величины рывок может быть в результате срыва. Мы уже говорили, что рывок зависит от фактора рывка, веса напарника и жесткости веревки. Подробнее на анализе этих факторов мы остановимся ниже. Если рывок в результате срыва будет небольшим, допустимо использовать статическую страховку. Ее приходится использовать и в тех случаях, когда протравливание веревки может привести к травмированию первого в результате падения его на полку или выступы. В этих случаях более жесткий рывок, естественно, предпочтительней падению на выступ или полку. Итак, при выборе метода страховки надо исходить из следующего.

* **Надежность верхней точки**
Если связка работает на льду — проблем нет. Если скалы — смотря какие точки страховки сделаны (а это, в свою очередь зависит от фактуры скал и от опыта альпиниста). Если снег — только динамическая страховка!
* **Свойства веревки**
Если веревка имеет сертификат UIAA , можно использовать статическую страховку (при благоприятных других обстоятельствах).
* **Фактор рывка**
Это отношение глубины падения к длине выданной веревки. Фактор рывка непосредственно влияет на величину рывка. При этом надо знать, на какой веревке ты ходишь. Лучше ходить на импортных. Например, как мы уже рассматривали, на веревке «Beal» можно использовать статическую страховку при факторах рывка до 1. В принципе на веревке «Beal» можно вообще не использовать динамическую страховку, но надо знать, что в худшем случае рывок на веревку будет равен 700 кг, а на верхнюю точку — 1200 кг. Выдержит ли верхняя точка? Если сомнения есть — лучше протравить, если страховка осуществляется через анкера — смысла в протравливании никакого нет, только повышается опасность удариться о выступ или полку.
* **Масса сорвавшегося**
Стандартный рывок UIAA рассчитан для веса 80 кг. Рывок пропорционален квадратному корню из веса человека (вместе с одеждой и снаряжением). Так, если вес в два раза больше, то величина рывка будет в 1.4 раза больше. Худейте перед выездом в горы — рывок в случае срыва будет меньше.
* **Крутизна рельефа и наличие полок, выступов**
Как мы уже отмечали, способ страховки зависит и от рельефа. Если падение не приведет к травме, можно использовать динамическую страховку. Если можно удариться или склон не крутой, нужно использовать статическую страховку.

**Динамическая страховка**Динамическая страховка используется для уменьшения рывка на веревку и, следовательно, на другие участки страховочной цепи. Самым слабым местом является верхняя точка страховки. Ранее используемые пеньковые веревки обрывались уже при факторе рывка К=0.25. При этом величина рывка была около 700 кг. Современные импортные веревки подразделяются на динамические и статические (их еще называют полудинамическими). Есть стандарты на один и другой тип веревок. Из российских веревок только калининградская динамическая веревка удовлетворяет тестам UIAA, остальные веревки следует считать статическими. Для статических веревок есть рекомендация не использовать их в условиях, когда фактор рывка выше 1. Допустимые усилия рывка для статических веревок возникают при факторе рывка К=0.3 (порядка 500 кг). Это соответствует следующей схеме расположения точек страховки: 3, 6, 9, 11, 13, 15, 18, 21, 25, 30, 35, 40, 47 метров от базы.

При такой схеме можно использовать статическую страховку (при этом на верхнюю точку будет приходиться нагрузка около 850 кг, а на базу — рывок 350 кг). Если точки расположены реже, нужно использовать динамическую страховку.

Как осуществляется динамическая страховка? Один из принципов динамической страховки, сформулированный еще в 30—40 годах, гласит — «the rope mast run» (веревка должна бежать).

Динамическая страховка подразделяется на мягкую и жесткую. При этом веревка протравливается с определенным усилием через тормозное устройство. Мягкая динамическая страховка — при усилии протравливания 200 кг, жесткая — 400 кг и выше. В первом случае рывок на сорвавшегося будет равен 300 кг, во втором — 600 кг. Соответственно нагрузки на верхний крюк 500 кг в первом случае и 1000 кг — во втором. Протравливать веревку легче всего через тормозные устройства.

**Зависимость усилия протравливания для разных тормозных устройств**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **устройство** | **усилие захвата руками 25 кг** | **усилие захвата руками 50 кг** |
| восьмерка | 200 кг | 300 кг |
| шайба Штихта с одним карабином | 200 кг | 250 кг |
| шайба Штихта с двумякарабинами | 300 кг | 400 кг |
| Grigri (Petzl) | 700 кг | - |
|  |

Сколько необходимо протравливать? Соотношение такое. Во сколько раз усилие протравливания больше веса человека, во столько же раз длина протравливания меньше глубины падения. Если человек весом 100 кг (вместе с одеждой и снаряжением) упал на глубину 10 м (5 м до последней точке, и столько же ниже), усилие протравливания 400 кг (усилие протравливания больше веса с в 4 раза), значит протравливать надо в 4 раза меньше — 2.5 м. Соответственно если усилие протравливания 200 кг, то протравливать нужно 5 м. Усилия, возникающие в различных участках страховочной цепи мы рассмотрим ниже.

Надо заметить, что с появлением современных веревок динамическая страховка стала использоваться реже. На скалолазных стендах и анкерных маршрутах ее уже не используют. Но в альпинизме ее надо уметь применять, а в отдельных случаях ее применение обязательно (например — на снежном склоне).

При динамической страховке нужно оставлять свободную веревку для протравливания. При протравливании веревки нужно следить не за длиной, а за величиной усилия протравливания. Запас свободной веревки для протравливания должен быть в пределах 10—100% от выданной (в зависимости от надежности точек страховки).

**Страховка в горах**

**Срыв — описание процесса и возникающие при этом нагрузки**

При срыве первого в связке он падает до точки страховки и далее на всю длину свободной веревки. При этом его потенциальная энергия переходит в кинетическую. Чем дальше он падает, тем более высокую скорость набирает. Когда свободная веревка кончается, веревка начинает растягиваться и поглощать кинетическую энергию человека. Сорвавшийся останавливается в тот момент, когда веревка поглотит всю его кинетическую энергию. В этот момент усилие в веревке достигаем максимума. Именно это усилие надо рассматривать для оценки значения рывка и воздействия его на верхнюю точку страховки и страхующего.

Кинетическая энергия гасится, также, трением в верхнем карабине и трением в тормозном устройстве.

В приложении, приведенном в конце работы, мы сделаем вывод формул, описывающей поведение альпинистской веревки при срыве первого в связке. А сейчас рассмотрим — какие силы возникают в различных элементах страховочной цепи при срыве ведущего.

На рисунке изображена верхняя точка страховки, на которой произошло задержание сорвавшегося. Кинетическая энергия сорвавшегося альпиниста поглощается упругим растяжением веревки. При этом на сорвавшегося действует сила упругости **F**, эта же сила воздействует на карабин верхней точки страховки в направлении срыва.

В карабине на веревку действует сила трения **Fтрен**, которая препятствует движению веревки. Сила трения зависит от коэффициента трения и силы давления веревки на карабин. В том же направлении, что и сила трения, действует сила **F1**, которая удерживает сорвавшегося от дальнейшего падения. Удержание падающего человека возможно лишь при условии, когда **F=F1+Fтрен**. При этом веревка может двигаться в карабине с некоторой постоянной скоростью (вариант протравливания), либо останавливаться до момента полной остановки. Когда веревка останавливается, движение ее описывается гармоническими затухающими колебаниями (их уравнение без учета эффекта затухания приводится в приложении).

Сила трения, по оценкам фирм-производителей снаряжения, составляет около 34% от силы рывка **F** (т.е. это для условий новой веревки, нового карабина и при отсутствии грязи, воды и прочих факторов, увеличивающих силу трения). При этом сила **F1** составляет 66% от силы **F**. Тогда на карабин будет воздействовать сила **N=F1+F=1.66F**. При наличии грязи, влаги, дефектов веревки или карабина сила трения может увеличиться, так что, реальная нагрузка на карабин (а поэтому и на точку страховки) составляет: **F < N < 1.66F**.

Итак, при срыве действуют следующие силы:

1. **F** — сила, действующая на сорвавшегося. Не более 1200 кг для динамической веревки.
2. **N=F1+F** — сила, действующая на точку страховки. Веревка проходит через карабин, поворачиваясь в противоположном направлении. **F < N < 1.66F**. Величина силы **N** — до 1800 кг.
3. **F1** — сила, воздействующая на всю последующую страховочную цепь. При этом часть ее — это сила трения в остальных карабинах, трение веревки о выступы, скалы и т. п., трение в тормозном устройстве, через которое осуществляется страховка, трение о руки страхующего. Остальная часть силы **F1**, это сила упругости в веревке. Она равна и противоположна силе, с которой веревка зажата и удерживается на страховочной базе — **Fбазы**. **0 < F1 < 0.66F**. Величина силы **F1** — до 600 кг.
4. **Fбазы** — рывок на страховочной базе. Воспринимается или непосредственно страхующим или самой базой. **0 < Fбазы < F1**. Величина силы **Fбазы** от 0 до 600 кг. При зависании на базе без промежуточных точек рывок на базу будет в пределах 1200—1800 кг в зависимости от способа страховки.

**Нагрузки в веревке**
На веревку может воздействовать статическое или динамическое воздействие.

Статическое воздействие — воздействие постоянной силы (например — груз, подвешенный за веревку). При этом веревка растягивается и в ней возникает сила упругости, равная и направленная противоположно приложенной силе. При слабых воздействиях выполняется закон Гука — при этом сила упругости пропорциональна величине деформации веревки (область 1). **F=α·(L/Lo)**.

Коэффициент пропорциональности **α** называют коэффициент жесткости веревки. При некоторых усилиях зависимость силы от деформации становится нелинейной (область 2). Наконец при увеличении силы наступает такое значение **Fmax** (которому соответствует **Lmax**, когда наступает разрыв веревки.

Область пропорциональной зависимости силы от деформации характерна тем, что при снятии внешней нагрузки веревка возвращается в точно такое же состояние, в котором она находилась до нагрузки и ее свойства не меняются (т.е. не меняется ее прочность, эластичные свойства и прочее). Веревка может многократно использоваться в таком режиме.

Нагрузки, при которых зависимость силы от удлинения становятся нелинейными, деформируют веревку таким образом, что при их снятии она не возвращается в исходное состояние, при этом в ней возникают необратимые изменения и ее свойства меняются (всегда в худшую сторону). Ее жесткость при этом увеличивается, ухудшаются эластичные свойства. Эксплуатация веревки при таких условиях приводят к преждевременному износу.

Критерием качества динамической веревки является тест UIAA. Современные динамические веревки могут выдерживать 8—20 подобных рывков. Можно сказать, что для таких веревок подобный рывок находится в области пропорциональной зависимости силы от удлинения (конечно, в пределах того количества таких рывков, которое указано фирмой-изготовителем).

Динамическое воздействие — воздействие силы, меняющейся во времени, или воздействие движущегося предмета (груза). Например — человек, падающий под действием силы тяжести. При этом он движется с ускорением **g=9.8 м/сек2** и скорость его увеличивается пропорционально времени падения. Когда говорят что, зависая на веревке человек, испытывает на себе рывок, это означает, что вся кинетическая энергия человека переходит в энергию деформации веревки и на человека действует сила упругости со стороны веревки.

В приложении сделан расчет величины рывка, получено следующее выражение:

Величина рывка — максимальное значение силы упругости. Сила упругости при срыве меняется по косинусоиде (это видно из приведенного ниже уравнения, которое также получено в приложении).

Сейчас же мы проанализируем эти формулы.

При хождении в горах никто, конечно, не вычисляет, какой рывок произойдет при срыве человека. Но для правильной оценки ситуации нужно качественно ориентироваться в ситуации и представлять от чего может зависеть величина этого рывка, когда она больше и когда меньше.

**Статическая страховка без учета трения** Рассмотрим случай, при котором мы осуществляем статическую страховку и не учитываем трение в верхнем карабине (как если бы мы надели на карабин ролик).

, где **K=(H+L)/Lo** — фактор рывка.

При этом из формулы видно, что величина рывка зависит только от свойств веревки **α** — коэффициент жесткости веревки, от веса человека **P** и фактора рывка **К**. От того, на сколько метров человек вышел над точкой страховки, сколько точек сделал, от длины веревки и прочего рывок не зависит. Фактор рывка — это отношение глубины падения к общей длине выданной веревки. При этом сами значения глубины падения или длины веревки не влияют на рывок (то есть если глубина падения и длина веревки равны 3 метрам или они равны 30 метрам — рывок будет одинаковым). Ничего удивительного в этом нет. Действительно, при большей глубине падения в гашении рывка участвует большее количество веревки, при этом рывок оказывается одинаковым.

Величина рывка пропорциональна величинам . Например, если фактор рывка увеличился в 2 раза, то рывок увеличился в 1.4 раза (квадратный корень из 2).

Анологично — с весом.

Минимальное значение рывка в 2 раза превышает вес ( т.е. 160 кг при весе человека 80 кг). Возникает в том случае, когда просто нагружается веревка и при этом отсутствует свободная веревка. При этом **К=0** — нет свободного падения вообще, веревка начинает нагружаться сразу.

Максимальное значение фактора рывка в обычно равен **К=2**. Такой рывок соответствует случаю, когда первый в связке не сделал ни одной точки. При этом он падает до страхующего и еще столько же вниз.
**К>2** могут возникнуть только в том случае, если страхующий после срыва первого успеет выбрать веревку. По этой причине (а также из соображений возможности потерять страховку) выбирать веревку после срыва ведущего категорически запрещается.

**Влияние трения в верхней точке на величину рывка** Рассмотрим влияние трения о карабин верхней точки, на которой происходит зависание сорвавшегося. Здесь **f**— коэффициент трения веревки в карабине. При очень большом трении (например, веревка застряла в карабине) ситуация эквивалентна случаю, когда рывок с фактором **К=2** приходится на верхний карабин. Действительно, при этом **f=1**; **(Lo-L1)/Lo=H/Lo=K/2**; имея это в виду, выражение в скобках, указанное ниже, в которое входит **f**, обращается в величину **K/2**. Это эквивалентно ситуации, когда **К=2** и нет трения.

Данное выражение в уравнении отвечает за влияние сил трения в верхней точке на величину рывка. Проанализируем его. Выражение **L1/Lo** может принимать значения от 0 до 1. В обычной ситуации **L1/Lo=(1-К/2)**.

Графики зависимости **F(f)** и**F(L1/Lo)** — практически линейные. (Линейность графиков означает, что во сколько раз увеличилось трение или отношение **L1/Lo**, во столько раз и возрастет величина рывка). Графики приведены ниже. Имеется особенность, когда **f** и**L1/Lo** близки к 1.

Это видно на графиках. При этом величина рывка резко возрастает. Это соответствует ситуации, если при падении первого в связке резко выбрать всю веревку и трение через карабин будет высокое. При этом нагрузка придется на верхнюю точку, а на амортизацию рывка веревки, при этом, не окажется.

Графики приведены для веса 80 кг и веревке, которая при стандартном рывке UIAA имеет значение рывка 1200 кг. Такая ситуация на самом деле может присутствовать на практике и это надо иметь в виду. Например, если при одновременном движении связки происходит срыв нижнего, он может сорвать верхнего.

При одновременном падении их веревка будет двигаться в верхнем карабине. При этом первого в связке как бы затягивает в верхнюю точку и когда веревка начнет гасить его энергию падения, ее почти не останется для этой цели, рывок будет очень жестким. При таком рывке фактор рывка может оказаться гораздо выше, чем 2.

**Влияние протравливания веревки на величину рывка** Рассмотрим влияние протравливания веревки. При этом будем различать собственно протравливание, которое входит в понятие динамической страховки, и трение, которое возникает при движении веревки между базой и верхним карабином за счет продвижения веревки через карабины и за счет трения о неровности рельефа.

В уравнение величины рывка входит следующее выражение:

При этом участвуют две относительные величины — отношение усилия протравливания к весу человека и отношение длины протравливания к длине веревки. Как можно учитывать протравливание реально во время страховки?

Для этого выясним — как погасить рывок только протравливанием?

* **Усилие протравливания**
	+ Если усилие протравливания равно весу человека, в этом случае длина протравливания будет равна глубине падения человека.
	+ Если усилие протравливания больше веса человека в N раз, значит длина протравливания будет в N раз меньше, чем глубина падения. При гашении рывка только за счет протравливания сила рывка на веревку будет постоянной в течение всего периода протравливания. Этим данный прием является очень удобным и универсальным. Используя этот прием можно ходить на любой веревке (в том числе и не имеющей сертификат UIAA, даже на пеньковой веревке). Его недостаток — в сложности исполнения.
* **Трение веревки о промежуточные карабины и о рельеф**
Этот фактор можно установить только приблизительно. Чем первому труднее выбирать веревку, тем больше такое трение. Чем больше перегибов делает веревка в карабинах, тем трение также больше. При работе в связках стараются это трение уменьшить, так как оно мешает передвижению. При этом используют оттяжки, двойную веревку и ряд других приемов. При большой величине трения рывок на верхний крюк может оказаться очень жестким (в худшем случае будет жесткий рывок с фактором рывка К=2). Итак, трение веревки действует как тормозное устройство с некоторой силой протравливания.

**Динамическая страховка**
Динамическая страховка — довольно сложный технический прием, который позволяет при срыве партнера уменьшить рывок на веревку и на все остальные звенья страховочной цепи и обезопасить последствия падения. При этом страхующий зажимает веревку не жестко, а так, чтобы она при рывке протравилась на некоторую длину. Можно контролировать либо усилие, с которым страхующий зажимает веревку, либо длину протравливания.

Проще контролировать усилие протравливания. Длина протравливания будет такая, которая соответствует данному усилию. Так как в реальных условиях присутствуют трение веревки о карабины и о рельеф, они действуют действовать одновременно с действиями страхующего. Надо оценить насколько критично падение партнера на большую глубину падения (нет ли там полочек, выступов, о которые ваш партнер может удариться), а также длину свободной веревки. Если условия позволяют — постараться протравить веревку на достаточное расстояние. В первый момент рывка не следует зажимать веревку сильно (вдруг трение о промежуточные карабины и выступы будет велико). Затем надо плавно увеличить усилие на вашем тормозном устройстве. Если длина протравливания получается слишком большой — нужно увеличить силу. Если вы все делаете правильно, рывок будет почти незаметен для партнера и вы снизите риск вырыва верхней точки страховки. Во время страховки рекомендуется пользоваться тормозным устройством. Распространенными тормозными устройствами являются «восьмерка», «букашка» и «шайба Штихта».

**На базе**
На базе страхующий делает страховку первому в связке. База должна выдержать рывок как вниз (если ни одной точки сделать первому не удастся или они все повылетают), так и вверх. Рывок за базу может быть как очень жестким, так и слабым. Важно, чтобы на базу не пришелся сильный рывок. Это может привести к вырыву отдельных точек страховки и даже к разрушению самой базы (и тогда все участники связки, скорее всего, погибнут, чего, естественно, нельзя допускать).
Для базы делают обычно 2 точки страховки или более. Затем их блокируют между собой.

**На последней промежуточной точке**На верхней промежуточной точке страховки происходит задержание сорвавшегося. Этот процесс мы уже рассматривали выше. Если бы трения в карабине не было, то на верхнюю точку действовала бы сила, в 2 раза превышающая рывок на веревку. За счет силы трения на карабин будет воздействовать сила **N=F1+F=1.66F**. При наличии грязи, влаги, дефектов веревки или карабина сила трения может увеличиться, так что реальная нагрузка на карабин (а поэтому и на точку страховки) составляет: **F < N < 1.66F**. Примерно можно считать, что нагрузка за верхнюю точку в полтора раза больше рывка в веревке. Если точка вылетела, то аналогичный процесс будет происходить на следующей точке. При этом часть энергии может погаситься, а может и не погаситься (смотря как была вырвана точка страховки). Если не выдержала следующая, падение будет происходить дальше… При прохождении веревки надо делать как минимум 2—3 абсолютно надежные промежуточные точки страховки. Надежную точку страховки надо также делать перед сложным местом, а также после него (потому что на самом сложном месте хорошую точку страховки можно просто не успеть сделать).

**В других промежуточных точках**
При срыве вся основная нагрузка приходится на верхнюю (последнюю) точку страховки. В это время на другие промежуточные точки действует небольшой рывок в направлении, перпендикулярном склону. При страховке за анкера или крючья этот момент даже можно не рассматривать, чего не скажешь для случая, когда применяют закладки. Закладки характерны тем, что они могут держать рывок только в вполне определенном направлении, которое, обычно, совпадает с направлением возможного срыва. В поперечном же направлении закладки часто не работают. Более того, часть закладок может просто вылететь при вытаскивании веревки вверх при движении первого. А это означает, что при вырыве верхней точки падать придется далеко… Как можно обезопасить данную ситуацию?

* Подбить закладку молотком (непопулярная мера, портит саму закладку, ее после этого, как правило, трудно вытащить, но зато очень эффективная). Использовать только в крайнем случае.
* Сильно дернуть за закладку после того, как она уже установлена (этим она заклинивается в трещине и не выскакивает при боковых нагрузках). Самый распространенный прием.
* Повесить на закладку дополнительную оттяжку или карабин. В комбинации с вышеназванным широко применяется, но приводит к дополнительному расходу снаряжения.
* Поставить еще одну закладку, которая действует в противоположном направлении. Эти точки блокируют и используют вместе. При этом повышается надежность. Недостатки — дополнительный расход снаряжения и времени на установку точки.

**Воздействие на сорвавшегося**На сорвавшегося действует тот же рывок, который возникает в веревке. Некоторую амортизацию обеспечивает подвесная система и костно-мышечная система (это существенно, когда глубина падения невелика). Кроме фактора рывка существенным является то, не ударится ли упавший человек о выступы до того, как будет задержан веревкой. Большое значение имеет качество подвесной системы. Для скалолазания в последнее время используют нижнюю подвесную систему — беседку. Она делается таким образом, чтобы равномерно распределять нагрузку. При этом большая часть нагрузки распределяют на верхнюю часть бедер. По нормативам UIAA система должна выдерживать рывок не менее 1500 кг (при этом на каждую ногу приходится 750 кг). Считается, что кратковременное воздействие рывка 1200 кг не причиняет существенного вреда для человека (отсюда и норматив UIAA на веревку — не более 1200 кг) Для альпинизма применяют в основном комбинированные системы из беседки и обвязки. Это связано с тем, что падение альпиниста может происходить в более сложных условиях и с большими факторами рывка. Если падение альпиниста не вовремя стабилизируется, рывок может произойти в направлении, перпендикулярном телу (если он будет только в беседке). При этом возможны травмы позвоночника, вплоть до его перелома. Кроме того, альпинист может нести с собой рюкзак. В этом случае воздействие на позвоночник может стать еще более непредсказуемым. Применение обвязки стабилизирует падение тела. Точка приложения рывка находится при этом гораздо дальше от центра тяжести и риск получить травму позвоночника гораздо ниже. Но при этом возникает новая опасность — получить травмы (переломы) ребер. Поэтому обвязка должна быть тщательно отрегулирована. При срыве нагрузка должна приходиться частично на обвязку, но в основном на беседку.

Еще раз подчеркнем, что первый должен ввязываться в веревку с помощью узла, а не пристегиваться карабином.

**Альпинистская веревка**

Как выбрать альпинистскую веревку? Каким критериям она должна удовлетворять?

**Выбор**Веревка в целом подразделяется на динамическую, статическую и вспомогательную. Динамические веревки применяют для страховки на маршруте при хождении с нижней страховкой. Статическая применяется для перил, при спасработах и в промышленном альпинизме. Вспомогательная веревка применяется для различных других целей, где возможные нагрузки значительно ниже по своей величине, чем в перечисленных выше случаях.
Подробнее остановимся на динамических веревках. В настоящее время применяют одинарную веревку, полуверевки (ее еще называют двойной веревкой) и двойную веревку (иначе — цвилинговая).

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Одинарная веревка** — больше всего подходит для спортивных восхождений и восхождений по несложным «традиционным» маршрутам (где маршрут и работа с веревкой не очень сложные). |
|  | **Полуверевка** — больше всего подходит для более сложной работы с веревкой, либо когда за счет меньшей силы рывка на разделенные веревки увеличивается безопасность при срыве, либо в случае необходимости организовывать спуск дюльфером. |
|  | **Двойная веревка** — будет лучше всего для горных маршрутов (она намного легче двух полуверевок). |

Как выбрать веревку при ее покупке — вопрос не очень простой. Всегда, когда выбор достаточно широк, сделать его сложно. Легче работать с одинарной веревкой. Как правило, ею пользуются более часто, чем другими типами веревок. Она же универсальнее и немного дешевле, чем цвилинговая или 2 полуверевки. На взгляд автора одинарная веревка более устойчива с точки зрения подверженности механическим повреждениям. Однако преимущества в использовании двойных веревок достаточно существенны и выбор, чаще всего, основывается на личных пристрастиях и привычках. С точки зрения безопасности в использовании разных типов веревок — можно считать, что они одинаково безопасны.

**Свойства и технические характеристики современных веревок**Для веревок разработаны требования UIAA и европейские требования. Если веревка удовлетворяет им, то ее применение в альпинизме возможно. Веревка бывает динамическая и статическая. Динамическая веревка применяется для страховки первого на маршруте (для нижней страховки). Статическая веревка не применяется для нижней страховки и используется для организации перил, в спасработах или промышленном альпинизме. На статическую веревку также есть европейские нормы. Основное отличие их от динамических — статическая веревка на должна сильно растягиваться (не более 5% при грузе 150 кг).

**Требования UIAA и EN892 для динамической веревки**

* Сила рывка должна быть не более 12 kN при факторе рывка 2 с весом 80 кг. (55 кг для полуверевки или двойной веревки).
* Веревка должна выдерживать не менее 5 рывков с фактором рывка 2 и весом, указанным выше.
* Удлинение под грузом — не должно быть более 8% под грузом 80 кг (для полуверевки — удлинение не более 10% под грузом 80 кг).
* Гибкость при завязывании узлов — проверяется измерением диаметра веревки внутри узла при нагрузке 10 кг.
* Смещение оплетки веревки относительно сердцевины — 2 м. веревки протягивают через специальное устройство 5 раз. Смещение оплетки веревки должна быть меньше 40 мм.
Маркировка должна указывать тип веревки (одинарная, полуверевка или двойная), изготовителя и CE-сертификат.

**Требования prEN 1891 для статических веревок**

* Сила рывка должна быть меньше 6 kN при факторе рывка 0.3 и весе 100 кг.
* Должна выдержать как минимум 5 рывков с фактором падения 1 и весом 100 кг, с узлом «восьмеркой».
* Удлинение, возникающее от грузов от 50 до 150 кг, не должно превышать 5%.
* Гибкость при завязывании узлов — как указано выше. Коэффициент гибкости (фактор **K=диаметр веревки/диаметр веревки внутри узла**) — должен быть не более 1,2.
* Смещение оплетки веревки относительно сердцевины — 2 м. веревки протягивают через специальное устройство 5 раз. Смещение оплетки веревки должна быть не более 15 мм.
* Вес оплетки веревки должен быть не больше определенной доли от общей массы веревки.
* Статическое усилие на разрыв — веревка должна выдерживать не менее 22 kN (для веревок диаметром 10 мм и более) или 18 kN (для 9 мм веревок), с узлом «восьмерка» — 15 kN.
* Маркировка — на концах веревки указывается тип веревки (A или B), диаметр, изготовитель и EN, которому веревка соответствует. Полоса в центре должна показывать тип веревки (А или В), модель, изготовителя, номер и год изготовления.

Приведем нормы UIAA для другого снаряжения, применяемого в альпинизме:

* Анкера, крючья, закладки (anchors): 25 kN
* Карабины, вдоль продольной оси (carabiner): 20 kN
* Карабины, вдоль поперечной оси (carabiner): 4 kN
* Страховочные петли (sling): 22 kN
* Система (harness): 15 kN
* Прочность ручки ледоруба 12 kN

Альпинистское снаряжение постоянно меняется по своим качествам. Применяются все более новые, дорогостоящие материалы. Приведем для примера характеристики современных веревок фирмы Beal, которая является одним из лидеров по производству альпинистских веревок. Ниже приведены свойства вспомогательных веревок и стропы, из которой изготавливают оттяжки на карабины и подвесные системы. Все веревки Beal имеют увеличенную долговечность вследствие развития достижений новых технологий.

**Характеристики веревок фирмы Beal**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **диаметр и тип веревки** | **сила рывка** | **количество рывков** | **вес одного метра** |
| **вес груза** | **80 кг** | **55 кг** | **80 кг** | **55 кг** |  |
| Apollo 11 мм | 720 DaN | - | 16 | - | 78 г |
| Top Gun 10.5 мм | 680 DaN | - | 12 | - | 69 г |
| Booster 9.7 мм | 680 DaN | - | 7 | - | 62 г |
| Wall Master II 10.5 мм | 680 DaN | - | 7 | - | 68 г |
| Verdon II 9 мм | - | 490 DaN | - | 18 | 49 г |
| Cobra II 8.6 мм | - | 490 DaN | - | 17 | 48 г |
| Legend II 8.3 мм | - | 490 DaN | - | 10 | 45 г |
| Tandem 7.9 мм | 720 DaNдвойная  | - | 14двойная  | - | 41 г |
|  |

**Сравнительная таблица значений величины рывка веревок Beal**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **диаметр и тип веревки** | **сила рывка** | **количество рывков** | **фактор рывка 2** |
| одинарная веревка | Apollo 11 мм | 720 DaN | 16 | одинарная веревка: 80 кг тестовая масса |
| Top Gun 10.5 мм | 680 DaN | 12 |
| Booster 9.7 мм | 680 DaN | 7 |
| Wall Master II 10.5 мм | 680 DaN | 7 |
| норма UIAA | <1200 DaN | 5 |
| полуверевка | Verdon II 9 мм | 490 DaN | 18 | полуверевка: 55 кг тестовая масса |
| Cobra II 8.6 мм | 480 DaN | 17 |
| Legend II 8.3 мм | 490 DaN | 10 |
| норма UIAA | <800 DaN | 5 |
| двойная веревка | Tandem 7.9 мм | 720 DaNдвойная  | 14двойная  | двойная веревка: 80 кг тестовая масса |
| норма UIAA | <1200 DaNдвойная  | 12двойная  |
|  |

**Таблица свойств статических веревок**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **диаметр веревки** | **вес одного метра** | **усилие разрыва** | **удлинение** | **количество рывков с фактором рывка 1 (вес груза 100 кг)** | **сила рывка фактор рывка 0.3** |
| 9 мм | 51 г | 1900 кг | 3.6% | 5 (80 кг) | 4.0 kN |
| 10 мм | 60 г | 2400 кг | 3.0% | 5 (100 кг) | 4.8 kN |
| 10.5 мм | 65 г | 2700 кг | 3.0% | 10 (100 кг) | 5.1 kN |
| 11 мм | 73 г | 3000 кг | 2.8% | 13 (100 кг) | 5.1 kN |
| 11.5 | 78 г | 3200 кг | 2.6% | 15 (100 кг) | 5.3 kN |
|  |

**Вспомогательные веревки Beal**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2 мм** | **3 мм** | **4 мм** | **5 мм** | **6 мм** | **7 мм** | **8 мм** | **5.5 ммAramide**  | **5.5 ммDyneema**  |
| **усилие разрыва** | 70 DaN | 180 DaN | 330 DaN | 580 DaN | 750 DaN | 1050 DaN | 1400 DaN | 1800 DaN | 1800 DaN |
| **вес одного метра** | 2.4 г | 6.5 г | 11 г | 19.5 г | 23 г | 31 г | 40 г | 23 г | 20 г |
|  |

**Свойства стропы Beal**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **плоская стропа** | **трубчатая стропа** | **трубчатая суперстропа** |
| **20 мм** | **26 мм** | **30 мм** | **45 мм** | **50 мм** | **16 мм** | **19 мм** | **26** | **18** |
| **усилие разрыва** | 1000 DaN | 1500 DaN | 1600 DaN | 2200 DaN | 2400 DaN | 800 DaN | 1100 DaN | 1500 DaN | 1600 DaN |
|  |

**Данные для российской веревки (рыболовный фал)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **диаметр веревки** | **вес одного метра** | **усилие разрыва** | **удлинение при разрыве веревки** | **количество рывков с фактором рывка 2 (вес груза 80 кг)** | **сила рывка фактор рывка 2** |
| 10 мм | 56 г | 2156 кг | 22—24% | 2 (80 кг) | 16—17.5 kN |
|  |

**Использование веревки**Конец веревки ввязывается в страхуемого. При работе в двойке страхующий, как правило, также ввязывает другой конец веревки в свою систему (это можно сделать способом, указанным на рисунке).

Другой возможный вариант — соединять конец веревки к системе с помощью карабина (в этом случае используется только карабин с муфтой). При этом надо знать, что если при срыве рывок придется поперек карабина — на муфту, в этом случае карабин разрушается при небольшой нагрузке (400 кг по нормам UIAA). По этой причине для первого в связке рекомендуется применять ввязывание в веревку.

При движении первого вверх он вщелкивает веревку в карабины, которые находятся на точках страховки, которые он делает по мере своего продвижения вверх. При этом сначала устанавливается точка страховки. Далее — в точку вщелкивается карабин или оттяжка. После этого в нижний карабин вщелкивается страховочная веревка. После этого первый продолжает движение вперед.

Для вщелкивания веревки в карабин рекомендуется следующий прием. Веревку вытягивают вверх (при этом ее придерживают, зажимая в зубах — это не очень удобно, да и небезопасно для зубов, но ничего лучшего не придумано). Если можно не зажимать в зубах — лучше не зажимать. Потом веревку перехватывают рукой и приемом, указанным на рисунке, вщелкивают ее в карабин.

Использование веревки зависит от ее типа:

* Одинарная веревка — просто прощелкивается в точки. Она наиболее долговечная в использовании, более простая в работе. Менее защищенная от перебивания камнями, льдом или от обрезания об острый край. на легче, чем две полуверевки, но тяжелее цвилинговой. Необходимо следить, чтобы при прохождении через промежуточные точки она не делала больших перегибов, так как при этом возрастает трение при ее прохождении, веревку трудно выбирать, это может привести к срыву и замедляет работу первого. Чтобы избежать этого — необходимо использовать оттяжки, на точки ставить дополнительные карабины, точки располагать более оптимально, спрямляя ход веревки.
* 2 полуверевки — вщелкивают в карабины поочередно, распределяя одну веревку справа по ходу движения, другую — слева. Не допускается перехлест веревок. При использовании двух полуверевок уменьшается трение в карабинах и о рельеф, что помогает при работе на сложных маршрутах. Они более защищены от перебивания, хотя каждая веревка менее надежна сама по себе и быстрее выходит из строя из-за повреждений оплетки. Удобна при спуске дюльфером — не нужно нести еще одну веревку. Приемы страховки более сложные, чем для одинарной веревки. При нижней страховке надо следить, чтобы не было провисания веревки в каждой из ветвей. При вщелкивании веревки в карабин промежуточной точки первый в связке выбирает одну из веревок. Страхующий должен оперативно выдать ее и в случае необходимости — срочно выбрать в первоначальное положение. При этом расположение другой ветви веревки не меняется.
* Двойная веревка (или цвилинговая) — используют как одинарную, прощелкивают одновременно в каждый карабин. Ее легче выбирать первому (она легче проходит через карабины и о рельеф). Также удобно использовать при дюльфере. Легче, чем одинарная и двойная веревка. Но она легче повреждается, ее нельзя использовать для перил (жалко).

Нужно уметь пользоваться веревкой любого типа и в зависимости от имеющегося снаряжения или от маршрута применять те или иные технические приемы.

**Хранение**Хранение веревки довольно важный вопрос. От того, как она хранится, зависти и то, сколько ею можно будет пользоваться.

* Веревку следует хранить в сухом, темном, прохладном месте. Желательно в чехле.
* Ее нельзя держать в растянутом состоянии, при этом теряются ее эластические свойства.
* Если веревка загрязнилась — ее нужно постирать порошком, хорошо промыв от моющего средства, сушить ее нужно в разложенном (не растянутом!) состоянии. Если веревка грязная — во-первых, быстрее ухудшаются ее эластичные свойства, во-вторых, во время нагрузки натянутые внутренние волокна веревки могут повредиться о частички грязи, например о песчинки.
* Не подвергать веревку химическому и тепловому воздействию.
* Внимательно осматривать веревку на наличие повреждений оплетки или внутренних повреждений, особенно перед использованием. При наличии повреждений — заменить веревку или обрезать поврежденный участок.
* После сильных рывков веревку желательно заменить (смотря какой рывок и смотря сколько их было).
* Использовать веревку можно 2 года, но не более 5 лес с момента выпуска. При этом происходит старение волокон и их деполимеризация. После 5 лет ее свойства могут измениться, что она не будет пригодна для использования (т.е. не удовлетворять нормам UIAA).
* В книге Г. Хубера «Альпинизм сегодня» приводится следующий критерий продолжительности использования веревки — 11-мм веревку использовать не более 300 длин лазания.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Страховка в горах** **Некоторые вопросы по работе с веревкой и организации страховочной базы****Как организуется база?**База организуется с использованием не менее 2 точек страховки. Сначала необходимо стать на самостраховку. После того, как страхующий стал на самостраховку, он блокирует петлей обе точки страховки (анкера).Одну из петель необходимо провернуть и после этого вщелкнуть в них карабин. При таком способе блокирования, если одна из точек вырвется, карабин останется на петле.**Каким должен быть угол между ветвями петли, идущими к точкам страховки?**Чтобы разобраться в этом рассмотрим общий случай, когда веревка, закрепленная горизонтально в двух точках, находящихся на одной высоте, нагружается вниз посередине с силой **F**.На веревку действует сила **F1**, растягивающая ее. При этом силы **F**1 по разную сторону веревки равны по величине, но имеют разное направление. Векторно складываясь, она образует силу, которая равна силе **F** по величине и противоположна по направлению. Нетрудно определить, что **F1=F/(2·cosa/2)**, где **а** — угол между веревками в точке приложения силы **F**. При **F1=F/2**, при **а=180°** значение силы бесконечно велико. Чем угол ближе к 180°, тем больше будет сила растяжения веревки.По этой причин при организации перил чрез различные препятствия (реки, трещины) невозможно, чтобы веревка не имела провиса, как бы ее не натягивали. Чем меньше провис, тем большая сила будет действовать на точки закрепления веревки. Это же надо иметь в виду при блокировании точек страховки — угол между ними нельзя делать, как мы увидим, больше 120°.Приведем еще формулу для варианта блокирования точек треугольной схемой. При этом, как видно из таблицы ниже, угол а не должен быть больше 60°. **F1=F/(2·sin(π/-a/4))**. Из таблицы видно, что при угле 120° для V-образного блокирования нагрузка на каждую точку страховки составляет 100% от приложенной силы и фактически эффект блокирования теряется (то есть две точки работают с той же надежностью, что и одна). Для треугольной схемы величина угла, при котором уже не имеет смысла блокировать точки, составляет 60°.**Величина нагрузки на точки страховки в зависимости от угла блокирования точек страховки**

|  |  |
| --- | --- |
| **тип блокированияформула расчета нагрузки** | **угол а°** |
| **0** | **15** | **30** | **45** | **60** | **75** | **90** | **105** | **120** | **135** | **150** | **165** | **180** |
| V-образная схема блокировкиF1=F/(2**·**cosa/2) | 50 | 50 | 52 | 54 | 58 | 63 | 71 | 82 | 100 | 131 | 193 | 383 | 1146 |
| треугольная схема блокировкиF1=F/(2**·**sin(π/4-a/4)) | 71 | 75 | 82 | 90 | 100 | 113 | 131 | 156 | 193 | 256 | 383 | 764 | 2292 |
|  |

**Как осуществляется самостраховка?**Самостраховку можно организовать, использовав основную веревку, которой связаны партнеры. Это можно сделать с помощью узла «стремя», завязав его на карабин, как показано на рисунке. Это удобно, также, делать с помощью узла «проводник», который также вщелкивается в карабин точки страховки.Длина самостраховки подбирается такой, чтобы обеспечить достаточно удобное и безопасное положение страхующего на пункте страховки. Самостраховка не должна быть слишком короткой или слишком длинной. Наиболее оптимальным вариантом является самостраховка с регулируемой длиной.Для самостраховки на висячей базе удобнее использовать кусок основной веревки длиной около 1.5 м. Один конец ввязывается в систему, на конце другого завязывается восьмерка и вщелкивается карабин с муфтой. Для регулирования длины самостраховки используют схватывающий узел, закрепленный на системе. Удобно использовать фирменные самостраховки. Это стропа с большим количеством петель, в которые можно встегнуть карабин (такую самостраховку можно изготовить и самостоятельно из стропы).Важным обстоятельством является то, что для самостраховки должна использоваться динамическая веревка (или стропа, имеющая динамические характеристики). При использовании статической веревки для самостраховки нельзя подниматься выше точки страховки, куда вщелкнута самостраховка. Действительно, как мы уже рассматривали, рывок при срыве зависит не от длины веревки, а от фактора рывка. Если подняться выше точки закрепления самостраховки, фактор рывка будет приближаться к 2. Если веревка динамическая, рывок будет не более 1200 кг (что тоже совсем не мало). Если же для самостраховки используется статическая веревка, рывок будет более жестким и это может привести к трагическим последствиям (разрушение карабина, вырыв точек страховки на базе, разрушение беседки или различные травмы).**Как правильно пользоваться карабинами и оттяжками на промежуточных точках?**У карабинов без муфты есть опасная особенность — веревка может самопроизвольно выщелкнуться из карабина, карабин может даже самопроизвольно выщелкнуться из анкера. Поэтому надо быть очень внимательным при работе с карабинами и оттяжками. Веревка должна вщелкиваться в карабин так, чтобы она шла снизу-вверх, как показано на рисунке. Веревка не должна прижимать муфту карабина. Это может привести к выщелкиванию веревки из карабина. То есть основной критерий правильного вщелкивания веревки в промежуточную точку тот, что при движении через него веревка должна приподнимать карабин, а не прижимать его к скале (или другому рельефу). На рисунках показаны характерные ошибки работы с карабинами на промежуточных точках.**Некоторые полезные узлыУзел «штык»**На рисунках показана последовательность действий страхующего при срыве первого в связке. Рассмотрен вариант, когда страховка осуществлялась с использование узла UIAA.На рисунке 2 изображено, как завязывается узел «штык». После этого для того, чтобы он не развязался самопроизвольно, к петле узла «штык» вщелкивается карабином в базу (рис.4). Можно сделать иначе — завязать петлей штыка контрольный узел вокруг основной веревки. После этого страхующий проверяет состояние сорвавшегося. Данный узел не затягивается и достаточно легко развязывается при нагруженной веревке (рис. 8) и используется как один из приемов при самоспасении в двойке (связка из двух человек).**Узел UIAA**Этот узел можно использовать вместо тормозного устройства при страховке. С помощью этого узла можно развить усилие до 2500 кг. Часто используется в альпинизме. После небольшого обучения можно делать узел одним движением и одной рукой.**Как влияет на прочность веревки узлы, намокание и перегибы веревки?**

|  |  |
| --- | --- |
| **узлы, намокание, перегибы** | **остаточна прочность, %** |
| булинь | 70—75 |
| восьмерка | 75—80 |
| прямой узел | 60—65 |
| встречный узел | 60—70 |
| ткацкий узел | 60—65 |
| грепвайн | 65—70 |
| стремя | 60—65 |
| намокание и промерзание | 60—70 |
| перегиб веревки на радиусе 5 мм | 70 |
|  |

**Как осуществляется страховка при работе в связке?**Проиллюстрируем это выдержкой из веб-сайта компании Petzl (www.petzl.com). Перевод автора.**Страховка одинарной веревкой**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Лидер достигает пункта страховки. Он делает себе самостраховку с помощью узла «Стремя». |
|  | Он крепит петлю за два анкера и вщелкивает муфтованный карабин (повернув одну из петель вокруг своей оси). |
|  | Он страхует второго с помощью Grigri |
|  | Второй становится на самостраховку. Страхующий пристегивает Grigri на свою беседку с помощью муфтованного карабина. |
|  | Второй страхует первого с помощью Grigri закрепленного за беседку. |

**Страховка двойной веревкой**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Лидер организует базу и делает себе самостраховку каждой из веревок в отдельные карабины . |
|  | Он вщелкивает петлю в два анкера ставит карабин с муфтой для организации страховки нижнего (одна из петель поворачивается вокруг оси). |
|  | Он страхует нижнего узлом UIAA через карабин базы. |
|  | Второй карабин он закрепляет на пояс для организации нижней страховки. |
|  | Второй страхует первого с помощью узла UIAA, при этом веревка после карабина на поясе проходит через карабин базы и далее к первому. |

***Примечание автора:*** При работе с одинарной веревкой нижняя страховка первого на приведенных рисунках осуществляется через Grigri, который закреплен на поясе страхующего. Если при срыве первый завис на промежуточной точке — вопросов нет. Если же промежуточных точек нет или они не выдержали рывка, первый будет висеть непосредственно на этом Grigri. При этом возникнут некоторые проблемы. Во-первых, рывок должен прийтись не на пояс страхующего, а на самостраховку, поэтому длина самостраховки должна соответствовать данному приему, чтобы при рывке страхующий не травмировался или не потерял равновесие. Далее надо предусмотреть каким образом страхующий сможет закрепить веревку за базу и освободить Grigri и самого себя для дальнейших действий (если сорвавшемуся нужна помощь). Это можно сделать, если подготовлен жумар, закрепленный за базу, который можно поставить на нагруженную веревку. Далее выдав еще некоторое количество свободной веревки через Grigri, можно освободить тормозное устройство и себя от натянутой веревки. Все эти действия удобнее и быстрее делать, если веревка от Grigri идет к базовому карабину и после — к первому (именно так автор всегда и поступает). В чем же положительная сторона проиллюстрированного способа? В данном случае рывок на базу равен рывку в веревке (и рывку на страхуемого). Для варианта, который рекомендует автор, рывок на базу будет в 1.5—1.6 раз больше, чем рывок на веревку (см. величина рывка на верхнюю точку). Действительно, веревка идет от сорвавшегося в базовый карабин, перегибается в нем и идет к тормозному устройству. В карабине действует сила трения, поэтому на базовый карабин действует сила рывка плюс сила, с которым страхующий удерживает сорвавшегося, и как мы рассматривали, она составляет 50—66% от силы рывка. Что выбрать — дело вкуса. Автор предпочитает делать базу более надежной и в случае срыва первого быть в состоянии максимально быстро оказать ему помощь.**Какова надежность различных точек страховки?**Крючья

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **тип трещины** | **мягкие крючья** | **жесткие крючья** |
| вертикальные трещины | 200—1000 кг | 300—1500 кг |
| горизонтальные трещины | 500—1200 кг | 1000—2000 кг |
|  |

Шлямбурный крюк (3-х сантиметровый) — 2000 кгЛедобуры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Длина ледобура** | **угол 12°** | **угол 5°** | **угол 0°** |
| 21 см | 2325 кг | 1690 кг | 1020 кг |
| 25 см | 2425 кг | 1550 кг | 1450 кг |
| 35 см | 2425 кг | 2280 кг | - |
|  |

Страховка на снегу через ледоруб

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **крепление страховки** | **короткий ледоруб** | **длинный ледоруб** |
| за головку ледоруба | 60 кг | 80 кг |
| за центр ледоруба | 120 кг | 180 кг |
| за ледоруб, закопанный в снегу горизонтально | 120 кг | 140 кг |
| снежный якорь | 220—250 кг  |
|  |

Проушина в летнем льду — 600—800 кгЗакладки: зависит от условий заложения закладки. У закладок, заложенных в хорошую трещину, максимальный рывок соответствует прочности тросиковой петли или стропы — 1500—2500 кг |

**Биомеханические свойства организма человека**

При срыве человек падает вниз, при этом он не всегда может проконтролировать свое положение при падении. Наилучшее положение при этом — падать вертикально ногами вниз, сгруппировавшись. При этом от скалы лучше слегка оттолкнуться, чтобы не удариться о выступы и зависнуть чисто на веревке. Веревка крепится к человеку через страховочную систему. Она может быть верхней (обвязка), нижней (беседка) и комбинированной (типа парашютной подвески). Верхняя система самостоятельно в настоящее время не применяется. Нижняя система применяется наиболее широко. Комбинированная система применяется очень редко. Вместо нее, в основном, используют верхнюю и нижнюю системы совместно, блокируя их между собой. Что правильнее использовать и в каких случаях?

Рассмотрим процесс срыва и зависания человека на веревке. Сила рывка **F** приложена к точке закрепления веревки (на рисунке это беседка). Верхняя часть туловища «продолжает» двигаться вниз, оказывая давление на костно-мышечную систему. Наиболее уязвимым является позвоночник. Наибольшая нагрузка приходится на поясничные позвонки (компрессионное воздействие). Можно посчитать силу, с которой осуществляется данное воздействие. Несложно видеть, что она равна **Fв=(mв/m)·F**, где **mв** — масса верхней части тела, m-общая масса тела.

Нижняя часть тела «продолжает» двигаться вниз, оказывая растягивающую (разрывающую) нагрузку. Сила, с которой нижняя часть тела воздействует на костно-мышечную систему ниже точки закрепления веревки равна **Fн=(mн/m)·F**, где **mн** — масса нижней части тела. Использование беседки (нижней системы) является довольно оптимальным вариантом с точки зрения биомеханических характеристик тела человека и минимизации возможных последствий. Основная нагрузка приходится на ножные петли. Беседка делается таким образом, чтобы при рывке человек оказался в «полусидячем» положении. При этом ноги несколько сгибаются в тазобедренном суставе, а мышцы тазобедренного сустава амортизируют рывок. Ноги, «продолжая» двигаться вниз, стабилизируют положение тела и их «разрывающее» воздействие несущественно. Верхняя часть тела имеет массу около 1/3 общей массы человека. Она оказывает компрессионное воздействие на поясничные позвонки. Опасным моментом при применении беседки является воздействие рывка, когда тело расположено горизонтально, а пояс беседки — близко от центра тяжести человека. При этом рывок приходится на поясницу, а верхние и нижние части тела движутся вниз. На поясничный отдел позвоночника оказывается ломающее воздействие. Если рывок будет достаточно сильным, возможен перелом позвоночника. Для того чтобы избежать этой ситуации, веревку нужно закреплять как можно выше центра тяжести человека.

Использование только грудной обвязки — наиболее опасно. При этом компрессионное воздействие части тела выше обвязки невелико, зато вес части тела ниже обвязки составляет около 4/5 общего веса тела, разрывающее усилие приходится на весь позвоночник, в большей мере на его грудную часть. Сила этого воздействия составляет, соответственно, 4/5 силы рывка. При этом кроме разрывающего усилия на позвоночник действует сила, сжимающая грудную клетку в месте расположения обвязки. Эта сила составляет **F-1.5F**. При рывках, даже не очень сильных, возможны переломы ребер.

Наиболее безопасным является использование комбинированной системы (которая ввиду громоздкости и ряда неудобств при их использовании применяется крайне редко). В комбинированной системы рывок приходится на тазовую часть тела, как и для беседки. Нагрузки в горизонтальном направлении быть не может, потому что точка крепления веревки находится на уровне груди, а центр тяжести — значительно ниже (в паховой области). Грудная и нижняя части комбинированной системы жестко зафиксированы относительно друг друга и тело человека равномерно воспринимает рывок со стороны веревки через ремни системы. Это особо существенно при сильных неконтролируемых рывках, а также при срыве с рюкзаком. Рюкзак смещает общий центр тяжести вверх и человек во время срыва даже может оказаться перевернутым вниз головой.

Совместное использование беседки и обвязки имеет ряд проблем. Способ блокирования может быть различным. Если при рывке нагрузится только обвязка, мы имеем ту же ситуацию, что и при использовании одной обвязки. Чтобы этого не было, беседку и обвязку нужно жестко фиксировать между собой (веревка привязывается в месте расположения обвязки, но нагрузка рывка воспринимается беседкой), либо страховочная веревка проходит через обвязку и ввязывается в беседку. Обвязка должна не воспринимать часть усилия, а лишь изменять направление действия рывка вдоль тела человека.

В последнее время за рубежом все чаще в качестве страховочной системы используют только беседку. Рассмотрим, когда это возможно и безопасно. Беседка от сблокированных беседки с обвязкой отличаются только тем, что расстояние от точки закрепления веревки (или осью вращения) до центра массы человека у них различно (у беседки это расстояние меньше). При срыве рывок действует на тело не мгновенно, а как мы увидим в приложении в течение некоторого времени, при этом величина рывка (силы упругости) меняется по синусоиде от нулевого значения до максимального и так же по синусоиде убывает. Опасным является тот случай, когда рывок действует в поперечном по отношению к телу направлении. При этом центр массы расположен в стороне от направления приложения силы, поэтому на тело начинает действовать вращательный момент. Тело имеет соответственно момент инерции и оно начнет с определенным угловым ускорением вращаться так, что центр масс будет перемещаться в нижнее положение, то есть тело начнет принимать вертикальное положение. Этот процесс занимает некоторое время. Если это время меньше, чем время, когда веревка полностью растянется и рывок будет максимальным, тогда максимальный рывок придется на человека в тот момент, когда он уже будет располагаться вертикально и причин для получения травмы не будет. Короче говоря, рывок изменяет положение тела в вертикальное положение. Если мы имеем достаточно мягкую веревку, то так оно и будет. Рассчитаем, когда это условие выполняется.

Тело человека, вращаясь вокруг оси — места закрепления веревки, двигается как физический маятник, совершая колебания, близкие к гармоническим. Период таких колебаний равен: , где **J** — момент инерции человека вокруг горизонтальной оси, **m** — масса человека, **a** — ускорение, с которым его скорость меняется под действием силы упругости веревки, **x** — расстояние от точки закрепления веревки до центра тяжести. Момент инерции тела человека можно оценить, посчитав его за стержень длиной **h** и массы **m**, тогда:
, подставив это значение для **J** в формулу с периодом колебаний, получим:
, где **Tчел** — период колебаний человека.
В приложении мы определили, что сила рывка со стороны веревки действует также по гармоническому закону с периодом **Tвер**:
, где **m** — масса человека, **Lo** — длина выданной веревки и **α** — жесткость веревки. Сила воздействия веревки на человека: С другой стороны **F=ma**. Итак, мы должны выяснить, когда **Твер>Тчел**, или **Твер/Тчел>1** (в этом случае тело человека примет вертикальное положение раньше, чем когда величина рывка примет максимальное значение). При этом: , подставим сюда выражения для **F**, получим: , после сокращений получим выражение:

Итак, для случая беседки имеем: если при рывке растяжение веревки равно росту человека, его тело успеет принять вертикальное положение, если в момент начала растяжения веревки первоначальное положение не было вертикальным (например — горизонтальное).

Широкое распространение использования беседок за рубежом, таким образом, связано с тем, что люди стали ходить на мягких веревках и рывки на таких веревках такие, что позволяют использовать беседку без грудной обвязки.

**Выводы и рекомендации**

При использовании и выборе методов страховки необходимо учитывать конкретную специфику маршрута, снаряжения, группы, знать и уметь на практике использовать все возможные техники. Для начинающих альпинистов желательно выработать четкие правила и действовать по ним. При прохождении сложных маршрутов применимость жестких правил условна и приходится использовать весь набор технических приемов. Есть, конечно, достаточно общий набор правил, которые применимы достаточно широко. Попытаемся некоторые из них здесь привести.

* Безопасность — основной критерий при оценке ситуации.
* Срыв на реальном маршруте — всегда Ч.П. Срывов нельзя допускать (по крайней мере, всячески их избегать). Если техника лазания не позволяет безопасно без срыва преодолеть рельеф — используйте ÈÒÎ
* Если начал идти на ÈÒÎ, то перейти с ÈÒÎ на свободное лазание психологически тяжело.
* Заранее делайте хорошие точки страховки перед сложными местами.
* Хорошая надежная база — гарантия безопасности.
* Верхняя точка — самое слабое место в страховочной цепи, старайтесь делать точки страховки качественнее.
* Используйте качественное альпинистское снаряжение (здоровье будет лучше).
* Меньше рывок — меньше проблем.
* Маршрут старайтесь проходить быстрее.
* При хождении с одновременной страховкой самое опасное — неожиданный срыв нижнего.
* Если вы собираетесь протравливать — подготовьтесь к этому заранее и оставьте свободную веревку для протравливания.
* Срыв очень редко бывает неожиданным, обычно ситуация назревает. Старайтесь заранее оценить ситуацию и подготовиться к срыву напарника заранее — до подачи команды об этом и до самого срыва.
* Не кладите точки долго, старайтесь заранее найти подходящее место для точки. Если есть возможность быстро по ходу сделать точку — лучше ее сделать.
* После хорошей точки можно сделать одну-две плохих. После плохой точки старайтесь найти место для хорошей точки.
* Всегда имейте на группу молоток с крючьями (хотя бы 3—5 штук).
* Не мешайте работать первому. Если его действия вам сильно не нравятся — лучше все высказать ему на базе и заменить, показав собственным примером как работать лучше.

* В любой ситуации старайтесь предполагать худшее, а надеяться на лучшее.
* Исходите не из того, что могло бы быть, а из того, какая ситуация сложилась.
* Знакомый путь — всегда короче.
* Страх — совершенно необходимая вещь в горах. Это не недостаток, а защитный механизм. Но им, конечно, нужно уметь управлять.

**Приложение. Математическая модель: веревка и нагрузки, возникающие в ней при срыве**

Приведем вывод формулы, описывающей поведение альпинистской веревки при срыве первого в связке.

**П=P·(H+L+ΔL)** — потенциальная энергия человека

**P** — вес человека (**P=mg**)
**H** — превышение человека над последней точкой страховки
**L** — длина свободной веревки
**ΔL** — длина, на которую веревка максимально растянулась

**Аторм=Fторм·Δs** — работа сил трения в тормозном устройстве

**Fторм** — сила трения веревки в тормозном устройстве
**Δs** — длина протравливания веревки

Учтем силы трения в карабине: **F1=F-Fтрен
Fтрен=f·N=f·(F+F1)=f·(2F-Fтрен)
Fтрен=(2f/(1+f))·F**, где **f** — коэффициэнт трения
**N=2F-Fтрен=(2f/(1+f))·F
Атрен=(1/2)·Fтрен·ΔL'** — работа сил трения в карабине (сила трения меняется линейно, одновременно с силой **F**, от нуля до максимального значения **Fтрен**, поэтому в формуле присутствует коэффициент **1/2**).
**ΔL=ΔL'+ΔL''** — растяжение веревки складывается из растяжения веревки со стороны базы **ΔL'** и растяжения веревки со стороны сорвавшегося **ΔL''**.
**E=(1/2)·(F·ΔL''+F1·ΔL')** — энергия деформации веревки.
**E+Атрен=(1/2)·(F·ΔL''+F1·ΔL')+(1/2)·Fтрен·ΔL'
E+Атрен=(1/2)·(F·ΔL''+(F-Fтрен)·ΔL'+Fтрен·ΔL')=(1/2)F·ΔL
F=α·(ΔL/Lo)** — сила рывка (усилие деформации веревки)
**α** — коэффициент упругости веревки
**Lo** — общая длина ненагруженной веревки

**ΔL=ΔL'+ΔL''=(1/α)·(F·L+F1·L1)=(1/α)·(F·L+(F-Fтрен)·L1)
ΔL=(1/α)·(F·L+(F·(1-(2f/(1+f))·L1=(1/α)·(F·L+F·L1-(2f/(1+f))·F·L1)
ΔL=(F·Lo/α)·(1-(2f/(1+f))·(L1/Lo))
L1** — длина веревки между базой и верхней (последней) точкой
**K=(H+L)/Lo** — фактор рывка
**П=Е+Атрен+Аторм** — из закона сохранения энергии следует, что потенциальная энергия человека **П** переходит в энергию деформации веревки**Е**, и работу сил трения в карабине **Атрен** и работу сил трения в тормозном устройстве **Аторм**.

После подстановки предыдущих выражений в закон сохранения энергии получим:
**P·(H+L+ΔL)=(1/2)F·ΔL+Fторм·Δs
(1/2)F·ΔL-P·ΔL-P(H+L-(Fторм/P)·Δs)=0**, разделим выражение на **Lo
(1/2)F·(ΔL/Lo)-P·(ΔL/Lo)-P((H+L)/Lo-(Fторм/P)·(ΔL/Lo))=0
(1/2)F·(ΔL/Lo)-P·(ΔL/Lo)-P(K-(Fторм/P)·(ΔL/Lo))=0** (**K** —фактор рывка)

Подставим сюда полученное выражение для **ΔL=(F·Lo/α)·(1-(2f/(1+f))·(L1/Lo))**

**=0**

Получаем следующее решение уравнения для **F**:

 — сила рывка веревки.

 — рывок на карабин.

 — рывок на базу (или страхующего).

 — относительное удлинение веревки при величине рывка на веревку **F**.

Теперь рассчитаем время воздействия рывка на сорвавшегося и распределение этого рывка во времени. После срыва человек падает вниз и веревка начинает нагружаться, тормозя падение человека и действуя как амортизатор. На человека со стороны веревки действует силы:

**F=-(α/Lo)·ΔL** — сила упругости веревки;
**P=mg** — сила тяжести (**Р** — вес человека).

Будем считать, что затухания нет. В этом случае уравнение движения запишется следующим образом:

**m·ΔL''+(α/Lo)·L=mg
ΔL''+(α/(mLo))·ΔL=g**

решением данного дифференциального уравнения есть функция:

это косинусоида, смещенная на величину **((mg)/α)·Lo** (гармонические колебания).

Для величины силы упругости (рывка веревки) мы имеем следующую зависимость силы от времени: **F(t)=m·ΔL''**

 — как видно — это тоже косинусоида.

 — полупериод колебаний при рывке.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fmax=-(α/Lo)·ΔLmax** |  |   |
|   | **T/2 (время)** |

Рывок можно охарактеризовать временем воздействия на человека и элементы страховки — полупериодом косинусоиды. За это время сила рывка возрастает от нуля до максимума и снова уменьшается до нуля.

Надо еще заметить, что данное уравнение описывает поведение системы лишь при натянутой веревке. При движении в верхней части (положительный период косинусоиды) сила упругости на человека не действует, и движение происходит только за счет силы тяжести (**L''=g**, это движение по параболе), но это не особо интересно для рассмотрения процесса страховки. После первого полупериода за счет диссипативных сил происходит уменьшение амплитуды колебаний (период не меняется). Если элементы страховочной цепи выдержали первый рывок, последующие не окажут существенного воздействия.

Время воздействия рывка нам интересно для оценки его жесткости: жесткость рывка тем выше, чем больше его сила и чем меньше время его воздействия. Короткий рывок оказывает более разрушающее воздействие, чем более плавный рывок, имеющий такую же силу.

**Библиография**

1. Technique de1’alpinisme, sous der de Bernard Amy. France, 1977. (Ветер странствий № 16, ФИС, 1981 г.).
2. Герман Хубер. Альпинизм сегодня. М., ФИС, 1980 г.
3. Ф. Кропф. Спасательные работы в горах. М., 1975 г.
4. Е. Казакова
5. Ветер странствий № 18, ФИС, 1983 г.
6. Mountaineering. The freedom of the hills. 5-th edition. 1991.
7. Веб-сайт компании Petzl (www.petzl.com).
8. Веб-сайт компании Beal (beal-planet.com).