

Григорович Антон Михайлович

Мастер спорта Украины по спортивному туризму,
ассистент кафедры автомобилей и транспортной инфраструктуры
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»

Гринева Татьяна Ивановна

кандидат наук по физическому воспитанию и спорту,
доцент кафедры зимних видов спорта, велоспорта и туризма
Харьковская государственная академия физической культуры

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОЛИСПАСТНЫХ СИСТЕМ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО ТУРИЗМА

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, влияющие на выбор схемы полиспастной системы применяемой в практике спортивного туризма. Определено, что наиболее оптимальным подходом к решению этой задачи является выбор схемы применяемого полиспафта в тесной связи с конкретной дистанцией, составом команды, особенностями рельефа местности на котором проходят соревнования и степенью физической подготовленности команды.

Ключевые слова: спортивный туризм, полиспастные системы, кратность полиспастной системы, наведение перил, подъем пострадавшего.

В практике проведения соревнований по технике спортивного туризма очень часто предлагаются к прохождению маршруты, требующие от участников команды применения систем, обеспечивающих выигрыш в силе. В качестве примера таких ситуаций можно привести различные виды переправ, как крутонаклонных, так и горизонтальных, в том числе и

переправы по параллельным веревкам. Особенно широко подобные ситуации встречаются в практике соревнований по технике горного туризма.

Для успешного преодоления дистанции участники команды сталкиваются с необходимостью наведения горизонтальных или крутонаклонных переправ, по которым необходимо осуществить перемещение участников команды, условных пострадавших и/или контрольного груза, вес которого может достигать значительных величин (до 30 и более килограмм на команду). Для успешного выполнения данного задания, во избежание провеса, в большинстве случаев необходимо натягивать перильную веревку с усилием, значительно превышающим усилие, которое могут суммарно развить все члены команды в случае натягивания веревки напрямую. Другим характерным случаем, требующим решения подобных задач, является необходимость подъема снизу вверх условного пострадавшего или пострадавшего с сопровождающим, что еще сильнее усложняет задачу в связи с тем, что меньшим числом участников команды необходимо поднять уже не одного, а сразу двух участников команды. Аналогичные трудности возникают и при транспортировке вытягиванием командного контрольного груза, чем значительный вес вместе с неизбежным трением транспортного мешка о рельеф склона делает способ вытягивания напрямую весьма трудоемким и энергонезэффективным.

Для успешного решения подобных задач в практике спортивного туризма широко применяются различные полиспастные системы, которые дают возможность получать выигрыш в силе, что позволяет успешно проходить маршруты, требующие решения вышеперечисленных задач.

Стандартное снаряжение, которое используется командой при прохождении дистанции, позволяет собирать полиспастные системы, обеспечивающие требуемый выигрыш в силе и не требующие применения

специальных устройств и приспособлений.

При выборе схемы применяемого полиспаста для успешного прохождения маршрута необходимо решить несколько задач, которые обусловлены спецификой дистанции, на которой выступают спортсмены.

В основу применения любой схемы полиспастной системы заложен принцип действия простейшего механизма типа «рычаг» (в качестве которого в полиспасте выступает гибкая связь (трос или веревка)). В общем виде это можно сформулировать так: выигрывая в силе, проигрываем в расстоянии, что в конечном итоге, кроме времени, которое необходимо затратить на сборку, а в большинстве случаев и последующую разборку полиспастной системы, определяет длину веревки, которую необходимо выбрать для перемещения груза (или условного пострадавшего), на единицу длины. Эта связь находится в прямой зависимости от выигрыша в усилении (кратности) применяемого полиспаста. При выигрыше в силе в 2 раза необходимо выбрать в два раза больше веревки. При выигрыше в силе в 4 раза длина выбираемой веревки тоже увеличивается в 4 раза. Соответственно возрастает время необходимое на подъем груза с помощью нашей полиспастной системы. В условиях жестко лимитированного времени выступления на дистанции это является весьма существенным фактором, влияющим на выбор схемы применяемого полиспаста.

Следующим значимым фактором при выборе схемы применяемого полиспаста является усилие, которое придется развить спортсмену или команде для успешного прохождения маршрута с использованием полиспастных систем. Различные виды дистанций, на которых могут выступать спортсмены, не позволяют сделать однозначный вывод о степени усталости спортсмена и, как следствие, о максимальном усилии, которое может приложить спортсмен (или команда). Дистанция может быть продолжительной (около 3-5 часов, например, дистанция кросс-поход

на соревнованиях по технике пешеходного туризма) и требующей небольшого количества применений полиспастных систем или достаточно короткой по времени (от 40 минут до 1,5 часов общего времени выступления), но требующей частого и интенсивного применения полиспастных систем.

Также усложняет задачу выработки рекомендаций и неизбежная усталость спортсмена, которая накапливается в процессе выступления на дистанции. Выбор кратности схемы полиспаста, обеспечивающего выполнение задания в начале маршрута, может оказаться недостаточным для выполнения задания в конце дистанции только из-за того, что спортсмен физически устал и не в состоянии развивать необходимое тяговое усилие.

Вышеперечисленные факторы позволяют выделить ряд основных моментов, выполнение которых обеспечит необходимые условия для оптимального выполнения задач, требующих применения полиспастных систем.

Наиболее значимыми будут являться два фактора: фактор времени и тяговое усилие, которое необходимо развить для подъема необходимого груза. Оба этих фактора находятся в тесной связи между собой и напрямую зависят друг от друга: чем больший выигрыш в силе дает наша полиспастная система, тем больше времени необходимо для ее сборки, вытаскивания необходимой длины веревки и последующей разборки полиспастной системы. С другой стороны применение полиспастных систем, обладающих минимально необходимым выигрышем в усилении и, соответственно, требующие минимальных временных затрат, приведут к сильной усталости спортсмена, что в конечном итоге приведет к тому, что у спортсмена, особенно к концу выступления на дистанции, просто не хватит сил для завершения маршрута.

Решение этой задачи с учетом вышеперечисленных факторов, на наш

взгляд, делает задачу выбора применяемой полиспастной системы весьма сложной и делает выработку общих рекомендаций весьма затруднительной. Наиболее оптимальным подходом к решению этой задачи является выбор схемы применяемого полиспафта в тесной связи с конкретной дистанцией, составом команды, особенностями рельефа местности на котором проходят соревнования и степенью физической подготовленности команды.

В качестве примера можно привести ситуацию, когда необходимо навести переправу фиксированной длины. В зависимости от тактики выступления команды осуществлять действия по непосредственному натяжению могут одновременно 5 участников команды (при численности команды в 6 человек) либо 3 или 4 участника (в случае если одна связка работает на другом маршруте или состав команды 4 человека). Аналогичные проблемы возникают при необходимости подъема условного пострадавшего с сопровождающим вверх, где непосредственно вытягивать могут 3 человека (при составе команды в 6 человек: двое участников являются пострадавшим и сопровождающим, еще один участник команды осуществляет командную страховку и не имеет возможности осуществлять функции вытягивающего) или 2 человека (при составе команды 4 человека).

Также большое влияние оказывает профиль рельефа местности. Пострадавший с сопровождающим могут подниматься по склону крутизной 70-80 градусов или по склону, имеющему крутизну 90 градусов, что тоже очень сильно влияет на усилие, которое необходимо развить для успешного выполнения поставленной задачи. В большинстве случаев веревка, на которую приходится вес груза лежит непосредственно на перегибе и скользит по его поверхности. Проверочные расчеты показывают, что одна и та же расчетная схема полиспафта, расположенная на гранитных скалах, известняке или травянистом склоне требует

изменения необходимого усилия тяги до 50%, что связано с изменившимся коэффициентом трения веревки об перегиб, входящего в расчетную формулу в степенной функции.

В наиболее общих чертах можно предложить следующую методику определения необходимой кратности полиспастной системы исходя из физических возможностей спортсмена, минимального времени и количественного состава выступающей команды.

Для определения необходимых параметров выведем расчетную формулу нашей полиспастной системы:

$$F = f \times n \times a, \quad (1)$$

где: F – усилие тяги, которое необходимо получить для расчетного случая;

f – усилие, развиваемое одним спортсменом;

n – количество спортсменов осуществляющих тягу;

a – кратность полиспаста.

Преобразуя формулу (1) в формулы:

$$f = \frac{F}{n \times a} \quad (2)$$

$$n = \frac{F}{f \times a} \quad (3)$$

получаем формулы, позволяющие определить тяговое усилие, которое необходимо развить одному спортсмену при заданной кратности полиспастной системы и количеству участников команды осуществляющих тягу (формула 2) или необходимое количество спортсменов, которые при заданной кратности полиспаста осуществляют тягу с заранее известным усилием (формула 3), что позволит проанализировать применяемую схему полиспастной системы с точки зрения целесообразности и удобства в исполнении.

При определении тяги, которую может развить спортсмен,

всплывают многочисленные факторы, которые необходимо учитывать при определении итоговой величины. Во многих видах спорта при осуществлении тренировочного процесса с отягощением удобно пользоваться нагрузкой определяемой как вес спортсмена [2]. То есть, хорошо подготовленный спортсмен весом в 80 кг способен развивать тягу в 80 кг, спортсмен весом 50 кг – в 50 кг. Разумеется, что наиболее подготовленные спортсмены в состоянии кратковременно развивать и большее тяговое усилие, но в реальных условиях соревнований, особенно на протяженных дистанциях, данный расчетный вариант нам представляется недостаточно надежным [1].

Учитывая время выступления на дистанции и связанную с ней усталость спортсменов, общее количество маршрутов, требующих применения полиспастных систем, и особенности рельефа, на котором проложены маршруты, на наш взгляд, наиболее оптимальным усилием спортсмена, которое он сможет показать на всей протяженности дистанции, следует принимать усилие, лежащее в пределах от 50 до 100 процентов от веса спортсмена.

При выборе схемы полиспастной системы необходимо учитывать кроме кратности полиспаста еще и коэффициент полезного действия системы, который зависит от множества факторов.

КПД полиспаста, имеющего кратность a , в целом определяется как отношение полезной работы при подъеме груза G_{sp} на высоту h к затраченной при этом работе и приближенно может быть вычислен как:

$$\eta_{пол} = \frac{G_{sp} \times h}{S_{бар} \times a \times h} = \frac{(1 - \eta^a)}{(1 - \eta)a}, \quad (4)$$

где: $\eta_{пол}$ – КПД полиспастной системы;

η – среднее значение КПД блоков входящих в полиспастную систему;

a – кратность рассматриваемого полиспаста;

$S_{бар}$ – усилие тяги.

Коэффициент полезного действия блока (КПД блока) – это отношение полезной работы $S_{набегающей}$ при подъеме груза на высоту h к полной работе, совершенной при этом силой $S_{сбегающей}$ на том же пути h с учетом преодоления потерь на трение и жесткость веревки.

При определении КПД неподвижного блока необходимо учитывать тот факт, что перемещение набегающей и сбегающей ветвей веревки одинаково, поэтому в общем случае формула для определения КПД неподвижного блока принимает вид:

$$\eta_{неподв} = \frac{S_{набегающая}}{S_{сбегающая}} = \frac{1}{1 + \varphi + 2f \times \frac{do}{D} \times \sin \alpha}, \quad (5)$$

где: φ – коэффициент трения;

f – сила тяги;

do – диаметр оси блока;

D – наружный диаметр блока;

$\sin \alpha$ – угол между проекцией оси полиспаста и оси тяги.

При определении КПД подвижного блока необходимо отметить, что взаимное перемещение набегающей и сбегающей ветвей веревки необходимо рассматривать как полиспаст с кратностью 2, и согласно формуле КПД полиспаста расчетная формула для определения КПД подвижного блока имеет вид:

$$\eta_{подв} = \frac{1 + \eta_{неподв}}{2}, \quad (6)$$

где: $\eta_{подв}$ – коэффициент полезного действия подвижного блока;

$\eta_{неподв}$ – коэффициент полезного действия неподвижного блока [3, 5].

На основании анализа данной формулы можно утверждать, что КПД подвижного блока будет несколько превышать КПД неподвижного блока, при условии, что блоки сопоставимы по размерам и изготовлены из материалов, имеющих одинаковые физические характеристики.

Анализ полученных теоретических проверочных расчетов различных вариантов используемых блоков позволяет в условиях рассматриваемой задачи сделать допущение, упрощающее дальнейшие расчеты:

$$\eta_{\text{неподв}} = \eta_{\text{подв}} \quad (7)$$

Практические расчеты различных типов стандартных блоков, которые применяются в практике спортивного туризма, в целом совпадают с заявленными фирмами-производителями характеристиками и с допустимой долей погрешности позволяют считать, что для наших расчетов КПД стандартного блока можно принимать 0,7, а в случае использования полиспастной системы собранной без блоков на карабинах, КПД составляет 0,5 [6].

Таким образом, можно определить истинный КПД рассматриваемой полиспастной системы и сравнить его со значениями, которые нам необходимо получить для успешного прохождения маршрута.

Определение необходимой кратности (теоретического выигрыша в силе) полиспаста не представляет сложности и достаточно подробно описано в соответствующей литературе [6]. В практике соревнований по спортивному туризму наиболее характерными являются варианты при которых необходимое теоретическое усилие полиспаста равняется 2 (подъем условного пострадавшего из трещины силами одного человека), подъем пострадавшего с сопровождающим силами двух-трех участников и наведение переправы, при котором количество тянущих теоретически может достигать пяти участников (при составе команды в 6 человек) или

тремя участниками (при составе команды в 4 человека). Принимая тягу, развиваемую одним участником в 50 кг, а усредненный вес участников команды в 70 кг, легко подсчитать, что для случая подъема одного участника другим минимально необходимая кратность полиспаста равняется 2, а в случае подъема пострадавшего с сопровождающим силами трех участников команды также требуется применение полиспаста с теоретической кратностью 2.

Однако такая теоретическая кратность достижима только в идеальных условиях применения блоков (во всех сочленениях) с гораздо более высоким КПД, чем блоки, используемые командой на практике, и одновременно при условии исключения дополнительного трения веревки о рельеф.

В реальных условиях, подставляя значения в расчетную формулу (4) получают значения минимально необходимой кратности полиспаста в районе 3. В данных расчетах часто делается ошибка, поскольку не учитывается дополнительное трение веревки на перегибе рельефа, которое в реальных условиях сразу за точкой перегиба снижает усилие тяги на 30 %. В случае, когда в точке перегиба оказывается дерн, в который врезается веревка, падение усилия достигает еще больших величин и может составлять более 50% (данные получены экспериментальным путем). Данное обстоятельство необходимо учитывать при выборе схемы и кратности полиспаста. Наиболее оправданным и целесообразным, на наш взгляд, является применение в первом расчетном случае полиспастов с кратностью не менее 3, а во втором расчетном случае – не менее 4.

Существующие в спортивном туризме ограничения на количество подвижных блоков (не более 2) и запрет на использование сложных составных полиспастов (позволявших собрать полиспастную систему с кратностью 9) [4], тем не менее позволяют собрать полиспастную систему с теоретической кратностью 5, что позволяет выбрать необходимую схему

полиспастной системы применительно к любой возникшей задаче.

В данной работе сознательно не приводится расчет усилия натяжения навесных переправ в силу специфичности определения максимального усилия для ее наведения, что связано со значительным количеством иных факторов (коэффициент линейного удлинения веревки, клиренс переправы, ее длина и некоторых других), которыми можно пренебречь в случае расчета полиспастной системы для расчета подъема груза.

Литература:

1. Друзь В. А. Моделирование процесса спортивной тренировки / В. А. Друзь. – Киев : Здоровья, 1976. – 96 с.
2. Зациорский В. М. Физические качества спортсменов: основы теории и методики воспитания [Текст] / В. М. Зациорский. 3-е изд. – М. : Советский спорт, 2009. – 200 с.
3. Кузьмин А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. Справочник / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – Минск. Высш. школа, 1983. – 350 с.
4. Правила змагань зі спортивного туризму.– Київ, 2008. – 146 с.
5. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. Иванченко Ф. К. и др. – Киев, издательское объединение «Вища школа», Головное изд-во, 1978. – 576 с.
6. Фарберов Ф. Полиспасты для спасательных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.risk.ru/blog/1435>.