

Коэффициент полезного действия простого полиспаста можно принимать равным произведению КПД всех блоков, входящих в систему, а сложного полиспаста – произведению КПД простых полиспастов, из которых он состоит.

<http://www.studfiles.ru/preview/4205345/page:3/>

Кратность полиспаста численно равна числу ветвей каната, на которых подвешен груз. Кратность полиспаста всегда есть целое число.

КПД полиспаста определяют по формуле:

$$\eta_n = \frac{\eta_6^i}{i \cdot (\eta_6 - 1)},$$

где η_6 - КПД одного полиспастного блока;

i - кратность полиспаста.

Для полиспастов кратности не выше четырех КПД допустимо определять по формуле:

$$\eta_n = \eta_n^n,$$

где n - число блоков в полиспасте.

Для определения КПД всей канатно-блочной системы следует учесть также КПД отклоняющих блоков.

<http://www.mtomd.info/archives/3202>

КПД блока

Коэффициент полезного действия блока (КПД блока) – это отношение полезной работы $S_{\text{наб}}h$ при подъеме груза весом $G_{\text{гр}}$ на высоту h к полной работе, совершенной при этом силой $S_{\text{сбег}}$ на том же пути h с учетом преодоления потерь на трение и жесткости каната.

КПД неподвижного блока

Поэтому для неподвижного блока, у которого перемещение набегающей и сбегавшей ветвей каната одинаково, КПД неподвижного блока выражается формулой:

$$\eta = \frac{S_{\text{наб}}}{S_{\text{сбег}}} = \frac{1}{1 + \varphi + 2f \frac{d_n}{D} \sin \alpha}.$$

Анализ этой формулы показывает, что чем больше угол обхвата блока канатом и чем больше жесткость каната и трение в опоре блока, тем меньше значение КПД блока и тем больше дополнительная сила, которую необходимо приложить к канату, чтобы обеспечить равномерное движение груза. На КПД блока наиболее существенное влияние оказывают потери на трение в

опоре блока, зависящие от конструкции и состояния опоры, поэтому при практических расчетах с достаточной степенью точности КПД блока принимают независящим от диаметра и конструкции каната, от размеров блока и от угла обхвата его канатом. Для блоков с опорой на подшипниках скольжения $\eta = 0,95 \div 0,96$; для блоков на подшипниках качения $\eta = 0,97 \div 0,98$. Меньшие значения принимают для блоков, работающих при повышенной температуре или в запыленной или загазованной среде. Тогда натяжение ветви тягового органа, набегающей на блок:

$$S_{наб} = S_{сбег} \eta.$$

При обегании канатом неподвижного блока скорости движения набегающей и сбегающей ветви равны между собой (рис. 1, в). Если же набегающая ветвь каната со скоростью u_1 (рис. 1, г) набегаёт на подвижный блок, ось которого перемещается со скоростью u_0 , то скорость сбегающей ветви каната равна $u_1 + 2u_0$.

Силовой полиспаст

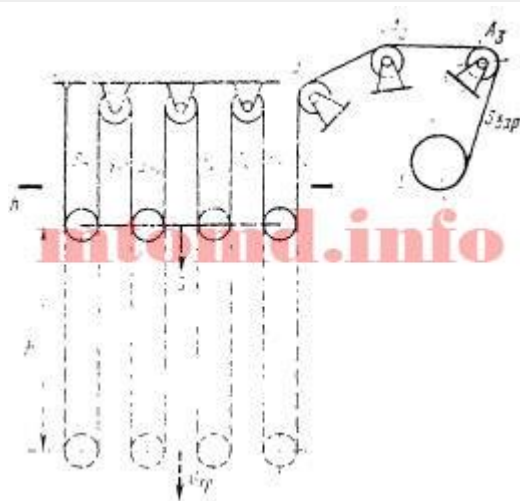


Рис. 2

Развернутая схема обегания канатом блоков одинарного (простого) силового полиспаста приведена на рисунке 2. Если пренебречь сопротивлением в полиспасте, то есть когда система является неподвижной, сила в любой точке каната полиспаста:

$$S_0 = G_{гр} / a,$$

где $G_{гр}$ — вес груза; a — число перерезов каната, на которых подвешен груз (в сечении К-К на рис. 2); для одинарного полиспаста это число называется **кратность полиспаста**.

При подъеме или опускании груза, если учитывать силы сопротивления от жесткости каната и от трения в опорах блоков, натяжение отдельных ветвей каната различно. Обозначим через

S_1 натяжение ветви каната, идущей на обводной блок A_1 , S_2 — натяжение следующей ветви и т. д. В общем случае при кратности полиспаста a натяжение последней неподвижно закрепленной ветви каната равно S_a . Отсюда следует равенство:

$$S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{a-1} + S_a = G_{\text{гр}}.$$

Если ветви каната в полиспасте расположены под углом к направлению силы тяжести, то надо брать проекции сил натяжения на вертикальную ось.

Соотношение между натяжениями отдельных ветвей каната при подъеме груза:

$$S_2 = S_1 \eta; \quad S_3 = S_2 \eta = S_1 \eta^2; \quad S_4 = S_1 \eta^3; \dots; S_{a-1} = S_1 \eta^{a-2}; \quad S_a = S_1 \eta^{a-1},$$

где η — КПД блока.

Используя эти соотношения, получаем:

$$G_{\text{гр}} = S_1 (1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{a-2} + \eta^{a-1}).$$

Вычислив сумму геометрической прогрессии (выражение в скобках), определим соотношение между весом груза $G_{\text{гр}}$ и натяжением каната S_1 при параллельном расположении ветвей полиспаста без учета динамических нагрузок:

$$S_1 = G_{\text{гр}} \frac{1 - \eta^a}{1 - \eta}.$$

Натяжение $S_{\text{бар}}$ каната, подводимого к барабану B (рис. 2), больше натяжения S_1 , поскольку необходимо преодолевать сопротивление в обводных блоках A_1, A_2, A_3 . Если число обводных блоков равно t , максимальное натяжение каната при подъеме груза:

$$S_{\text{бар}} = S_{\text{max}} = \frac{S_1}{\eta^t} = G_{\text{гр}} \frac{1 - \eta^a}{(1 - \eta^a) \eta^t}.$$

При опускании груза максимальное натяжение S_a будет в последней ветви, оно равно:

$$S_a = G_{\text{гр}} \frac{1 - \eta}{1 - \eta^a}.$$

КПД полиспаста

КПД полиспаста, имеющего кратность a , в целом определяется как отношение полезной работы при подъеме груза $G_{\text{гр}}$ на высоту h к затраченной при этом работе $S_{\text{бар}} a h$, то есть:

$$\eta_{\text{пол}} = \frac{G_{\text{гр}} h}{S_{\text{бар}} a h} = \frac{(1 - \eta^a) \eta^t}{(1 - \eta) a}$$

При этом максимальное натяжение в системе полиспаста при подъеме груза может быть определено по зависимости:

$$S_{\text{max}} = \frac{G_{\text{гр}}}{a \eta_{\text{пол}}}$$

КПД подвижного блока

Подвижный блок, который следует рассматривать как полиспаст с кратностью $a = 2$, согласно формуле КПД полиспаста будет иметь КПД $\eta_{\text{подв}} = (1 + \eta)/2$, то есть несколько превышающий значение КПД неподвижного блока.

<http://s-macine.ru/page/spetsialnie-detali-sborochnie-edinitsi-i-mehanizmi-stroitelnih-mashin/16-polispasti>

Полиспастом называют систему, состоящую из нескольких подвижных и неподвижных блоков и каната, последовательно огибающего все блоки. Один конец полиспаста закрепляется на обойме подвижных или неподвижных блоков, а другой — на барабане лебедки.

Сила тяжести груза Q , подвешенного к обойме подвижного блока ([рис. 21](#)), распределяется на все рабочие ветви t каната. Каждая ветвь в статическом положении будет нагружена силой

$$S_k = \frac{Q}{t}$$

Зависимость между тяговым усилием S_k на сбегающей ветви каната и подъемной силой полиспаста Q во время его работы приближенно выражается формулой:

$$S_k = \frac{Q}{m\eta^t}; \quad Q = S_k m\eta^t,$$

(где t — число рабочих ветвей (кратность) полиспаста; оно равно числу огибаемых канатом блоков, когда канат сбегаёт с неподвижного блока полиспаста, и числу блоков полиспаста плюс единица, когда канат сбегаёт с подвижного блока; 2 — число блоков; η — коэффициент полезного действия одного блока: $\eta = 0,98$ при установке блока на подшипниках качения и $0,96$ — на подшипниках скольжения).

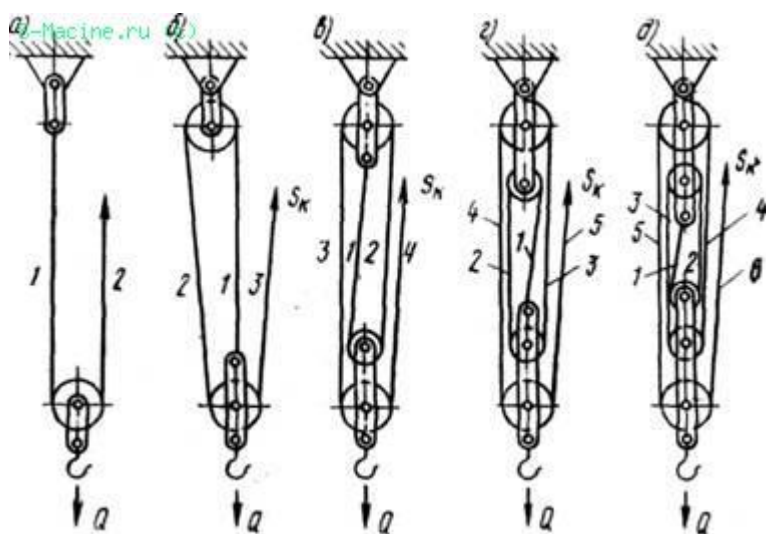


Рис. 21. Схемы канатных полиспастов

а — двукратный полиспаст; б, в, г, д — трех-, четырех-, пяти- и шестикратный полиспасты; 1 — 6 — ветви полиспаста

Так как натяжение отдельных ветвей полиспаста неодинаково, величина общего к. п. д. несколько отличается от вычисленной по приближенной формуле. При более точных расчетах к. п. д. полиспаста, у которого свободная ветвь каната сбегает с неподвижного блока, следует определять по формуле

$$\eta_{\text{общ.п}} = \frac{\eta_0}{m} \frac{1 - \eta_0^2}{1 - \eta_0};$$

при сбегании каната с подвижного блока по формуле

$$\eta_{\text{общ.п}} = \frac{1}{1 + m} \frac{1 - \eta_0^{2+1}}{1 - \eta_0},$$

Если между полиспастом и барабаном лебедки находится несколько отклоняющих блоков, натяжение каната рассчитывают с учетом к. п. д. полиспаста и отклоняющих блоков:

$$S_k = \frac{Q + q}{m \eta_{\text{общ.п}} \eta_0^g},$$

где Q — поднимаемый груз; q — масса подвижных блоков; т — число рабочих ветвей полиспаста; Г|общ.п — общий к. п. д. полиспаста; η — к. п. д. одного отклоняющего блока; г — число отклоняющих блоков (кроме блоков полиспаста).

<http://wsropejump.ru/blog/articles/polyspast-3>

Расчёт реального выигрыша в силе

Для начала рекомендуем ознакомиться с [первой](#) и [второй](#) частями.

Для того, чтобы рассчитать реальный выигрыш вашего полиспаста, необходимо знать эффективность используемых блоков (их КПД), выражаемую числом от 0 до 1.

Если верёвка очень большого диаметра или слишком жёсткая, то эффективность блоков в составе полиспаста будет ниже заявленной производителем и это необходимо учесть, скорректировав КПД блоков.

Для расчёта реального выигрыша простого полиспаста надо рассчитать нагрузку на каждой рабочей ветви верёвки полиспаста и сложить их.

Для расчёта выигрыша сложного полиспаста необходимо рассчитать и перемножить реальные выигрыши составляющих его простых полиспастов.

В таблице ниже приведены примерные реальные выигрыши наиболее распространённых полиспастов с использованием различных видов блоков.

В каждом случае предполагается, что в полиспасте использовались блоки с одинаковой эффективностью.

Приведена примерная эффективность блоков (роликов).

ТВ - теоретический выигрыш (выигрыш в силе идеального полиспаста без трения).

полиспаcт	блоков, подвижных / неподвижных	ТВ	карабин (КПД 0.5)	фикс, минитрах (КПД 0.7)	тандем 1 ролик (КПД 0.85)	Конг экстра ролл (КПД 0.9)	протрах, тандем оба ролика как один (КПД 0.95)
простой на 2	1/0	2	1.50	1.70	1.85	1.90	1.95
простой на 3	1/1	3	1.75	2.19	2.57	2.71	2.85
простой на 4	2/1	4	1.88	2.53	3.19	3.44	3.71
простой на 5	2/2	5	1.94	2.77	3.71	4.10	4.52
простой на 6	3/2	6	1.97	2.94	4.15	4.69	5.31
простой на 7	3/3	7	1.98	3.06	4.53	5.22	6.03
простой на 8	4/3	8	1.99	3.14	4.85	5.70	6.73
сложный на 4 (2 x 2)	2/0	4	2.25	2.89	3.42	3.61	3.80
сложный на 6 (3 x 2)	2/1	6	2.63	3.72	4.76	5.15	5.56

Из данной таблицы можно сделать следующие выводы:

- сложные полиспаcты эффективнее простых с точки зрения выигрыша в силе (но при этом менее эффективны по числу перестановок полиспаcтов);
- каждый следующий добавляемый блок увеличивает выигрыш меньше, чем предыдущий, то есть, например, при сборе полиспаcта из карабинов наращивать кратность полиспаcта после x4 не имеет смысла.

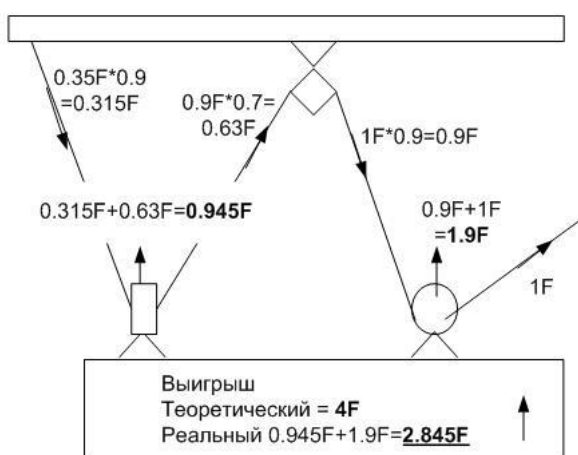
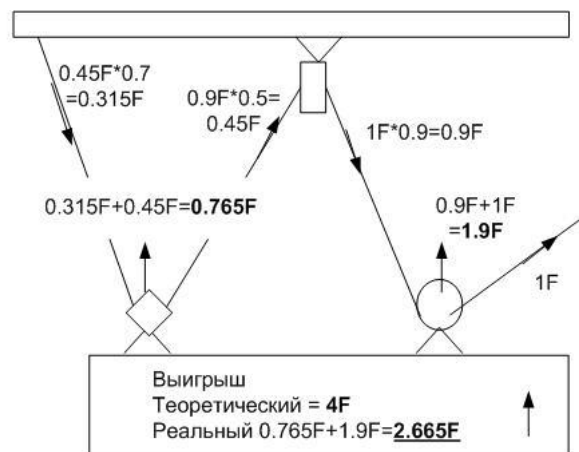
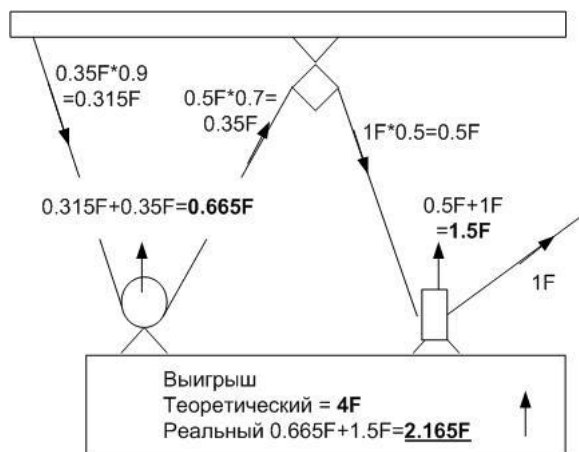
В первой части, пункт 3.1 было сделано утверждение, что блоки должны располагаться по увеличению эффективности от груза к тянущему (то есть наиболее эффективный блок должен быть ближе всех к тянущему).

Проиллюстрируем и докажем это утверждение. Соберём простой полиспаcт с теоретическим выигрышем в силе в 4 раза. В качестве блоков используем карабин, ролик с низкой эффективностью и ролик с высокой эффективностью.

Рассмотрим 3 варианта взаимного расположения блоков.

В порядке от тянущего:

1. Карабин, блок с низкой эффективностью, блок с высокой эффективностью.
2. Блок с высокой эффективностью, карабин, блок с низкой эффективностью.
3. Блок с высокой эффективностью, блок с низкой эффективностью, карабин.



После расчётов с принятым КПД блоков получаем следующие результаты:

1. Выигрыш в 2.165 раза.
2. Выигрыш в 2.665 раза.
3. Выигрыш в 2.845 раза.

Следовательно, наиболее эффективным является полиспаст, в котором блоки расположены по убыванию эффективности от тянущего.

Расчёт реального выигрыша простого полиспаста в силе с использованием формул

Расчитать реальный выигрыш можно без расписывания каждой ветви, просто используя формулы.

Случай 1 - все блоки имеют одинаковый КПД (K) и используется m блоков, m - целое число от 1 до бесконечности.

Тогда реальный выигрыш $PВ$ рассчитывается по следующей формуле:

$$PВ = \sum_{n=0}^m K^n = \frac{(K^{m+1} - 1)}{K - 1}$$

Пример.

У нас 3 блока с КПД 0.8. Значит, у нас $K=0.8$, $m=3$.

Из трёх блоков мы можем собрать простой чётный полиспаст с теоретическим выигрышем в силе в 4 раза.

Рассчитаем его реальный выигрыш.

$$PB = \frac{(K^{m+1} - 1)}{K - 1} = \frac{(0.8^3 + 1 - 1)}{0.8 - 1} = \frac{(0.8^4 - 1)}{-0.2} =$$

$$= \frac{(0.4096 - 1)}{-0.2} = \frac{-0.5904}{-0.2} = 2.952$$

Таким образом, реальный выигрыш получился 2.952

Случай 2 - также используем m блоков, но все блоки имеют разный КПД. Первый блок имеет КПД $K1$, второй $K2$ и так далее до блока m с КПД Km . Нумерация блоков от тянущего. Тогда реальный выигрыш PB рассчитывается по следующей формуле:

$$PB = \sum_{n=1}^m \left(\prod_{l=1}^n K_l \right) + 1 = 1 + K_1 + K_1 \cdot K_2 + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 + \dots + K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_m$$

Пример.

Применим формулу к рассмотренному выше случаю, в котором иллюстрировалась последовательность расположения блоков с разным КПД. То есть у нас есть 3 блока, первый имеет КПД 0.9, второй - 0.7, третий - 0.5. Таким образом, $m=3$, $K1=0.9$, $K2=0.7$, $K3=0.5$. Рассчитаем его реальный выигрыш.

$$PB = 1 + K1 + K1 \cdot K2 + K1 \cdot K2 \cdot K3 = 1 + 0.9 + 0.9 \cdot 0.7 + 0.5 \cdot 0.9 \cdot 0.7 = 1 + 0.9 + 0.63 + 0.315 = 2.845$$

Таким образом, реальный выигрыш получился 2.845, что согласуется с результатом расчёта другим способом.

Для случая, когда все блоки имеют одинаковый КПД (K) можно легко получить априорную оценку количества эффективных блоков. Здесь под количеством эффективных блоков понимаем такое количество блоков, при котором добавление ещё одного блока не приведёт к желаемому увеличению реального выигрыша в силе.

Желаемое увеличение выигрыша в силе - некоторая величина, увеличение выигрыша на которую вы считаете не имеющим смысла. Назовём эту величину **Delta**. Т.е. пусть у вас есть полиспасть с выигрышем 4.5. Добавление ещё одного блока увеличит выигрыш на $Delta=0.1$, т.е. выигрыш станет 4.6. Очевидно, что такое изменение выигрыша в силе бесполезно, а при этом увеличивается расход верёвки.

Таким образом, можем теперь рассчитать количество эффективных блоков **KB** по формуле:

$$KB = \left\lfloor \frac{\ln(Delta)}{\ln(K)} \right\rfloor$$

где \ln - натуральный логарифм, квадратные скобки - операция взятия целой части. Теперь можно приступить к сборке полиспада =).

Пример.

У нас есть ролики **Petzl Fixe**, с КПД 0.7. Увеличение выигрыша менее, чем в 0.2 раза для нас не имеет смысла. То есть $K=0.7$, $Delta=0.2$ Теперь рассчитаем количество блоков **KB**:

$$KB = \left\lfloor \frac{\ln(Delta)}{\ln(K)} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{\ln(0.2)}{\ln(0.7)} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{-1.609437912}{-0.3566749439} \right\rfloor =$$

$$= \left\lfloor 4.512338025 \right\rfloor = 4$$

Получаем, что нам надо задействовать 4 блока, а дальнейшее добавление блоков не будет давать достаточного для нас увеличения выигрыша.

Также для случая Блоков с одинаковым КПД можно рассчитать предельно возможный для данного типа блоков (с данным КПД) теоретический выигрыш **maxPB** - т.е. такой выигрыш, увеличения которого невозможно добиться, сколько блоков не добавляли бы в полиспаст.

$$\text{maxPB}=1/(1-K)$$

Примеры.

Для роликов Petzl Fixe, с КПД 0.7 предельный реальный выигрыш **maxPB**=1/(1-0.7)=3.(3)

Для карабинов с КПД 0.5 предельный реальный выигрыш **maxPB**=1/(1-0.5)=2

inter-stopspy.narod.ru/files/tpo_rgr.doc

С увеличением кратности полиспаста (**m**) уменьшается натяжение и, следовательно, диаметр каната, уменьшаются диаметры блоков и барабана, передаточное число механизма. Однако при этом снижается общий КПД механизма, увеличивается длина наматываемого каната и длина барабана, что может привести к необходимости навивки каната на барабан в несколько слоёв.

Коэффициент полезного действия полиспаста (η_n) подсчитывается по формуле:

$$\eta_n = \frac{1 - \eta_{\text{бл}}^m}{m(1 - \eta_{\text{бл}})}$$

где **m** - кратность полиспаста;

$\eta_{\text{бл}}$ - среднее значение КПД одного блока, входящего в полиспаст.

При нормальной смазке можно принимать:

$\eta_{\text{бл}} = 0,98$ – для блоков на подшипниках качения;

$\eta_{\text{бл}} = 0,95$ – для блоков на подшипниках скольжения.

Последним блоком грузового полиспаста считается последний грузовой блок. Если канат сбегает к барабану с неподвижного направляющего блока, то КПД всей системы подвешивания груза (η_c) подсчитывается по формуле:

$$\eta_c = \eta_n \cdot \eta_{\text{бл}}^n$$

где η_n - КПД полиспаста;

$\eta_{\text{бл}}$ - КПД отклоняющих или направляющих блоков, не входящих в полиспаст;

n - число отклоняющих или направляющих блоков.

РАСЧЁТ И ВЫБОР КАНАТА

Расчёт и выбор каната производится по методике Госгортехнадзора.

1. Определяется наибольшее натяжение ветви каната (**S**) с учётом массы крюковой подвески в Н;

$$S = \frac{Q + G}{m \cdot \eta_c} \cdot g$$

где **Q** - масса поднимаемого груза (грузоподъёмность), кг;

G - масса крюковой подвески, кг;

g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²;

m - кратность грузового полиспаста;

η_c - общий КПД канатной системы.

Масса крюковой подвески зависит от кратности полиспаста. С достаточной степенью точности её можно принять равной 2,5% от грузоподъёмности.

2. Определяется расчётное разрывное усилие каната (**F_p**) в целом в Н;

$$F_p = Z_p \cdot S$$

где **S** - наибольшее натяжение ветви каната, Н;

Z_p - коэффициент использования каната по ИСО 4301/1 (табл. 1)

3. По соответствующему ГОСТу выбирается стальной канат, разрывное усилие (F_o) которого в целом равно или несколько больше полученного расчётом (F_p).
Рекомендуется использовать канат типа ЛК-Р по ГОСТ 2688-80, маркировочной группы 1770 Н/мм².

4. Записывается условное обозначение выбранного каната, его диаметр (d) и разрывное усилие каната в целом (F_o) по ГОСТ.

5. Подсчитывается фактический запас прочности (K) каната:

$$K = \frac{F_o}{F_p}$$

где F_o - разрывное усилие каната в целом по ГОСТ, Н;

F_p - расчётное разрывное усилие, Н.

Таблица 1

Минимальные значения коэффициентов использования канатов
 Z_p

Группа классификации механизма по ИСО 4301/1	M4	M5	M6	M7	M8
Значения коэффициентов использования канатов Z_p	4.0	4.5	5.6	7.1	9.0

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРОВ БАРАБАНОВ И БЛОКОВ
И СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БАРАБАНА**

Минимальные диаметры барабана и блоков, огибаемых стальными канатами, определяется по формулам:

$$D_1 \geq h_1 \cdot d; D_2 \geq h_2 \cdot d;$$

где d - диаметр выбранного каната, мм;

D_1, D_2 - диаметры соответственно барабана и блока по средней линии навитого каната, мм;

h_1, h_2 - коэффициенты выбора диаметров соответственно барабана и блока (табл.2).

Таблица 2

Минимальные коэффициенты для выбора диаметров

барабана (h_1) и блока (h_2)

Группа классификации механизма по ИСО 4301/1	M4	M5	M6	M7	M8
Значения коэффициентов h_1	16.0	18.0	20.0	22.4	25.0
Значения коэффициентов h_2	18.0	20.0	22.4	25.0	28.0

Скорость вращения барабана характеризуется частотой вращения ($n_{\bar{o}}$) и определяется по формуле:

$$n_{\bar{o}} = \frac{m \cdot V_{zp}}{\pi \cdot D_1} \text{ об/мин.}$$

где m - кратность грузового полиспаста;
 V_{zp} - скорость подъёма груза, м/мин.;
 D_1 - диаметр барабана по оси каната, м.

<http://spctex.ru/raschet-silovogo-polispasta-i-ego-kpd/>

Расчет блока полиспаста

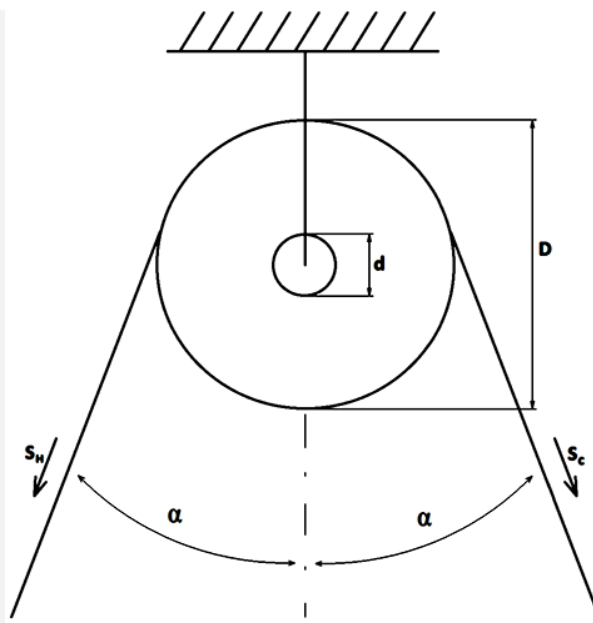


Рисунок 1

- S_H — сила, с которой груз воздействует на блок полиспаста;
- S_C — сила, с которой мотор крана воздействует на блок полиспаста;

- α (альфа) — потенциальный угол отклонения от оси;
- d — диаметр втулки блока полиспаста;
- D — диаметр ручья блока полиспаста.

На основе данной схемы полиспаста составим уравнение моментов сил.

$$S_c \cdot R = S_H \cdot R + q \cdot S_H \cdot R + N \cdot f \cdot \frac{d}{2}$$

- $S_H \cdot R$ -момент силы воздействия груза;
- $q \cdot S_H \cdot R$ — момент силы необходимой на сгибание и разгибание троса;
- N — нагрузка на ось блока полиспаста;
- f — коэффициент трения втулки полиспаста о блок.

Коэффициент q определяется экспериментально и означает жесткость данного троса при огибании данного ролика полиспаста. Силы, возникающие при набегании и сбегании троса, обусловлены структурой самого троса, а точнее силами трения ниток внутри троса.

Как вы сами понимаете по сравнению с силами трения втулки блока полиспаста необходимое усилие на сгибание и разгибание троса крайне мало. Поэтому рекомендую пока об этом коэффициенте сильно не задумываться.

Теперь найдем нагрузку на ось блока полиспаста. Разницей в нагрузках на набегавшей и сбегавшей ветках мы пренебрегаем.

$$N = 2 \cdot S_H \cdot \sin(\alpha)$$

Собрав все это воедино, получаем:

Формулу расчета КПД блока полиспаста

$$\eta_{\Pi} = \frac{S_H}{S_c} = \frac{1}{1 + q + 2 \cdot f \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{d}{D}}$$

Как всегда, КПД показывает отношение выполненной работы к затраченной. Для дальнейших расчетов давайте немного обратимся к практике.

Первое.

При прочтении у вас, скорее всего, сразу возник вопрос о каких углах отклонения вообще идет речь? Действительно, современные полиспасты их просто не имеют. В этих углах нет никакого практического смысла. Можно смело заменить синус из формулы на единицу.

Второе.

Как уже упоминалось ранее, значение q крайне мало относительно f . В реальных условиях его опускают. Также очень малое значение имеют диаметр ручья полиспаста.

Ну, собственно, у нас остается только сила трения блока полиспаста о его втулку. Таким образом, **основное значение при выборе полиспаста имеет качество материалов, из которых он изготовлен**, а вернее материалы втулки.

При расчетах используются следующие величины КПД блока полиспаста:

- 100% — недостижимый идеал;
- 97% — среднее значение при использовании бронзовых втулок в подшипниках качения;
- 95% — среднее значение при использовании подшипников скольжения;
- 93% и меньше — сильно запыленные места, сильно повышенная температура или агрессивные среды использования.

Не забываем, что мы до сих пор рассматриваем один единственный ролик, а он у нас не один и не два.

Расчет системы силового полиспаста

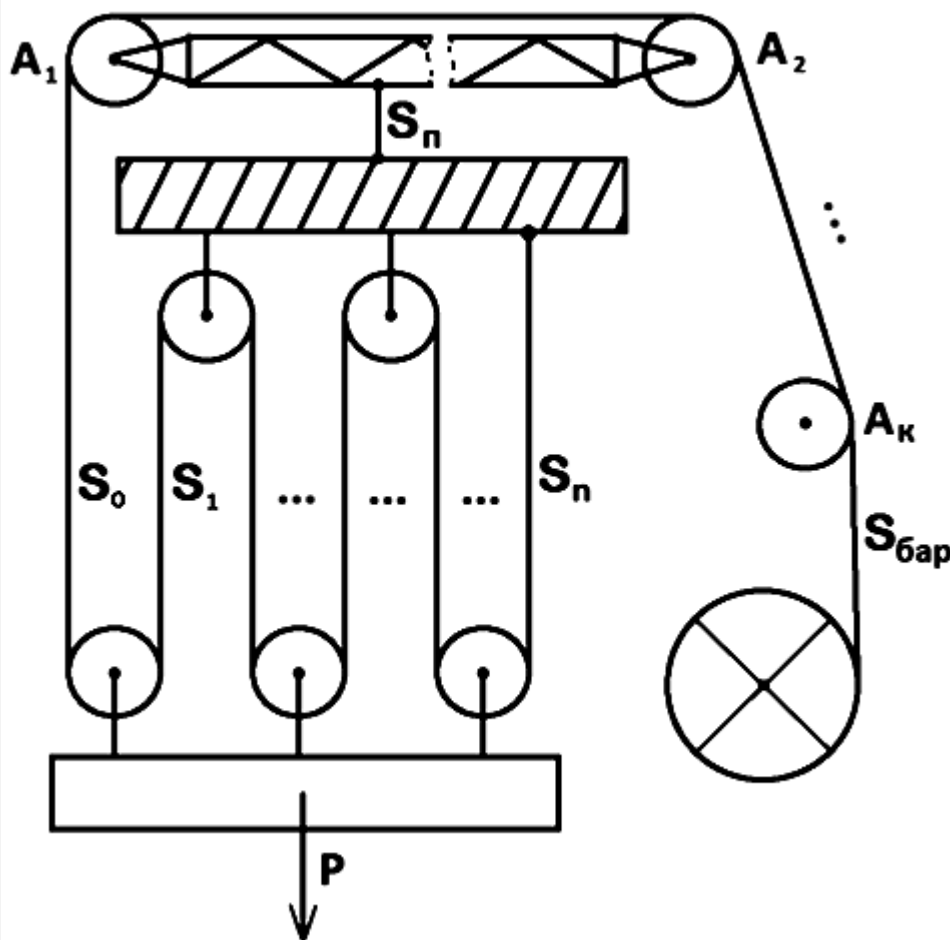


Рисунок 2

Как видно из рисунка, весь вес груза распределится равномерно по всем веткам полиспаста и ветке троса идущего на барабан. Но это только в статике, т.е. при отсутствии движения. В динамике картина совсем другая.

При подъеме груза усилие мотора крана, проходя через каждый блок полиспаста, будет уменьшаться из-за потерь на преодоление сил трения внутри блока. Величина потерь на каждом блоке и есть наш КПД найденный парой абзацев выше. Давайте выразим все нагрузки внутри полиспаста через нагрузку S_0 .

$$\begin{aligned}
S_1 &= S_0 \cdot \eta_{\Pi} \\
S_2 &= S_1 \cdot \eta_{\Pi} = S_0 \cdot (\eta_{\Pi})^2 \\
&\vdots \\
S_n &= S_0 \cdot (\eta_{\Pi})^n
\end{aligned}$$

Сложив все эти усилия и применив формулы преобразования геометрической прогрессии, мы получим вес груза в зависимости только от S_0 . Теперь зная вес груза легко найти нагрузку S_0 , а следовательно и параметры(качество) троса необходимого для подъема данного груза с использованием данного полиспаста.

$$S_0 = P \cdot \frac{1 - \eta_{\Pi}}{1 - (\eta_{\Pi})^{n+1}}$$

Но это еще не все. Между полиспастом и барабаном подъемного крана обязательно будут располагаться несколько обводных роликов, и самая большая нагрузка ляжет на ветку, идущую от последнего обводного блока к барабану. Следовательно, нам необходимо доработать формулу для более точного результата.

$$S_{\text{бар}} = \frac{S_0}{(\eta_0)^k} = P \cdot \frac{1 - \eta_{\Pi}}{[1 - (\eta_{\Pi})^{n+1}] \cdot (\eta_0)^k}$$

- k — общее количество обводных блоков;
- $(n+1)$ — общее количество нитей на которых висит груз.

Вот, собственно, и всё. Зная количество и качество всех роликов в полиспасте, Вы достаточно легко вычислите параметры нужного вам троса.

Внимание! На сайте добавлен сервис [расчету основных характеристик полиспаста](#) и параметров троса для запасовки.

<http://spctex.ru/raschet-parametrov-polispasta/>

Сервис по определению параметров троса полиспаста

Данный сервис предназначен для определения параметров работы полиспаста на грузоподъемном кране.

Основная задача сервиса — определения параметров троса, которым будет выполнена запасовка полиспаста. Воспользовавшись сервисом, также можно узнать кратность полиспаста и общий КПД системы блоков полиспаста.

Все вычисления проводятся с учетом условий работы и степени износа полиспаста. Математическая основа данного сервиса приведена в статье про расчет полиспаста опубликованной ранее.

Необходимые данные для расчета:

Для получения результатов Вам нужно указать:

1. Количество блоков участвующих в подъеме груза;
2. Количество обводных блоков;
3. Их КПД(заводские параметры);
4. Условия работы полиспаста;
5. Степень износа оборудования.

Если Вы не обладаете подробной информацией о КПД блоков, то можете воспользоваться нижеприведенными данными:

- 100% — недостижимый идеал;
- 97% — среднее значение при использовании бронзовых втулок в подшипниках качения;
- 95% — среднее значение при использовании подшипников скольжения;

Расчет полиспаста

Количество роликов в полиспасте через которые проходит трос и их КПД.

Количество обводных роликов на кране через которые проходит трос и их КПД.

Среда использования полиспаста.

Степень износа блока полиспаста.

Рассчитать

Кол-во блоков полиспаста через которые проходит трос	3
КПД блока полиспаста	90%
Кол-во обводных блоков	0
КПД обводных блоков	99%
Среда использования полиспаста	Обычная
Степень износа полиспаста	Новый
Кратность полиспаста	4
КПД полиспаста	86%
Коэффициент К	3.44
По формуле $S=P/K$	

*Пример 1: Для поднятия груза весом в **1 тонну** Вам необходим трос с усилием разрыва как минимум **0.29 тонн**.*

*Пример 2: Ваш трос выдерживает нагрузку в **1 тонну**. Этим тросом Вы можете поднять груз весом до **3.44 тонн**.*

<http://konspekta.net/lek-3816.html>

При работе полиспаста возникают потери, связанные с упругими деформациями в проволоке и прядях каната, а также с трением в опорах блока и между отдельными проволоками и прядями, которые оценивают КПД (коэффициентом полезного действия η). Значение η зависит от типа каната, угла охвата им блока, диаметра блока и его оси, типа подшипника, количества блоков и др. Для блоков на подшипниках качения $\eta = 0,98 - 0,99$ на подшипниках скольжения $\eta = 0,95 - 0,96$. В связи с потерями на блоках усилия в ветвях каната отличаются друг от друга.

Максимальное усилие при подъеме груза будет в ветви каната, набегающей на барабан, а минимальное - в последней ветви. Максимальное натяжение высчитывается по формуле:

$$S_{\max} = \frac{G_{\text{г}}}{i_{\text{к}} \eta}$$

<http://library.miit.ru/methodics/05092016/%D0%A3%D0%9C%D0%9F%20%D0%BA%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1.%D1%80%D0%B0%D0%B1..pdf>