

Период и угловая частота связаны простым соотношением, которое становится очевидным, если учесть, что τ_0 – это время, в течение которого $\overline{O'M'}$, вращаясь с угловой скоростью k , поворачивается на 2π :

$$\tau_0 = \frac{2\pi}{k} \text{ и } k = \frac{2\pi}{\tau_0} \text{ или } \tau_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}.$$

Литература

1. www.evkova.org
2. <https://www.youtube.com/watch?v=ohBrDbVGhYg>
3. Теоретическая механика в вопросах и ответах: УМП для студентов дневной, заочной и дистанционной форм обучения: электронный учебный материал в 3 ч. Минск, БНТУ, 2014. – Ч. 2: Кинематика.

УДК 531.2

ПОДЪЁМ ОПОРЫ С ПОМОЩЬЮ ПАДАЮЩЕЙ СТРЕЛЫ

Студент гр. 11201422 А.С. Чепелев

Белорусский национальный технический университет

Студент гр. 9 ДЭиВИ Т.С. Мышковец

Белорусский государственный технологический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель – ст. преподаватель Мышковец М.В.

Подъем опор с помощью падающей стрелы наиболее эффективен при больших массе и высоте опор, в условиях пересеченной и труднопроходимой трассы линии, при отсутствии кранов необходимой грузоподъемности, проходимости или длины вылета стрелы.

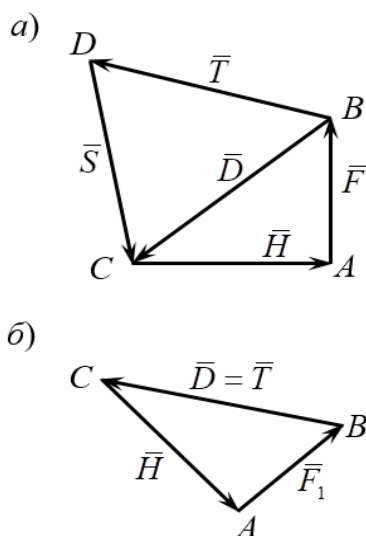
Падающая стрела (рисунок 1), высота которой составляет 40–60 % от высоты опоры, устанавливается с наклоном под углом 65–75° в сторону поднимаемой опоры. Она выполняет роль рычага, обеспечивающего снижение требуемой силы F по сравнению с весом опоры C . Вершина падающей стрелы тросом с одной стороны присоединяется к поднимаемой опоре, а с другой – к тяговому механизму. Участок троса от падающей стрелы до опоры называется подъемным тросом, а от падающей стрелы до тягового механизма – тяговым тросом.

Для выбора или проверки такелажных средств (тросов, канатов, блоков, полиспастов, шарниров, падающих стрел) необходимо знать усилия, возникающие при подъеме опор. Эти усилия непостоянны и изменяются в процессе подъема опоры.

При установке опор падающей стрелой максимальное усилие в тяговом тросе возникает в начальный момент подъема. Затем оно постепенно уменьшается, а когда опора принимает вертикальное положение – исчезает. Аналогично изменяется усилие в падающей стреле и подъемном тросе, соединяющим ее со стволом опоры. Это является достоинством способа установки опор падающей стрелой, поскольку выявленные в начале подъема неисправности такелажа могут быть легко устранены.

Нагрузки, действующие на шарнир и фундаменты при подъеме опоры, могут увеличиваться и достигать максимальных значений при углах ее наклона 30–50°.

По результатам расчетов производят (если требуется) усиление опор за счет установки дополнительных временных элементов (распорок, раскосов, стяжек), а также подбирают необходимые такелажные средства (рисунок 2).



a – в начальный момент подъема; *б* – при выходе падающей стрелы из работы
Рисунок 2. – Усилия на такелажные приспособления и падающую стрелу

Определить усилия D , T , S (см. рисунок 1), возникающие в такелажных приспособлениях (подъемном и тяговом тросах, падающей стреле), а также горизонтальные усилия H , воздействующие на подножник опоры и стремящиеся сдвинуть его, наиболее удобно графическим методом (см. рисунок 2).

Требуемое значение вертикальной составляющей подъемной силы F находится из условия равновесия сил, приложенных к опоре (рисунок 1, *a*):

$$Fb = G_{\text{оп}} a ,$$

откуда

$$F = \frac{a}{b} G_{\text{оп}} ,$$

где a – расстояние от центра тяжести опоры до оси вращения (подножника); b – расстояние от места прикрепления подъемного троса к опоре до оси вращения (подножника). Поскольку $a < b$, то $F < G_{\text{оп}}$.

Снижения подъемной силы F можно достичь увеличением расстояния b .

Положение центра тяжести опоры (расстояние a на рисунке 1, a) определяют по результатам расчета, исходя из веса отдельных секций опоры (q_1, \dots, q_n) и расстояния от их центра тяжести до оси вращения (l_1, \dots, l_n). В опоре, показанной на рисунке 1, можно выделить следующие секции: опорные, среднюю, верхнюю, а также тросостойку и траверсы.

Расстояние a вычисляется по формуле

$$a = \frac{\sum q_i l_i}{\sum q_i} .$$

Непосредственно на пикете положение центра тяжести опоры можно определить так называемым «вывешиванием» опоры с помощью грузоподъемных механизмов.

Для нахождения усилий в такелажных приспособлениях, падающей стреле, подножнике (см. рисунок 2, $a, б$) рассмотрим начальный момент подъема опоры (см. рисунок 2, a). В этот момент в тросах и падающей стреле возникают максимальные усилия. Требуемое значение подъемной силы F откладываем в масштабе от точки A по ее направлению (см. рисунок 1, a). Из конца вектора F (точка B) проводим прямую, параллельную подъемному тросу, до пересечения ее в точке C с горизонтальной прямой, проведенной через точку A .

Векторы CA и BC представляют собой силы H и D , действующие соответственно на фундамент и подъемный трос. Из точки C проводим прямую CD , параллельную падающей стреле, до пересечения в точке D с прямой, проведенной из точки B параллельно тяговому тросу. Зависимость усилий H, D, T, S от известной подъемной силы F и разном угле α (см. рисунок 1) приведены в таблице.

Зависимость усилий от известной подъемной силы F .

Угол α	T	D	H	S
60°	2 F	2 F	1,73 F	1,03 F
50°	1,56 F	1,56 F	1,19 F	1,32 F
45°	1,41 F	1,41 F	F	1,41 F
40°	1,31 F	1,31 F	0,84 F	1,49 F
30°	1,15 F	1,15 F	0,58 F	1,69 F

В момент выхода падающей стрелы из работы (см. рисунок 1, б) усилие на саму стрелу равно нулю. Усилия в подъемном и тяговых тросах находятся следующим образом.

Усилие

$$F_1 = \frac{a_1}{b} G_{\text{оп}} ,$$

где a_1 – проекция на горизонтальную ось расстояния от центра тяжести опоры до оси вращения.

Поскольку $a_1 < a$, то и подъемная сила $F_1 < F$.

Усилие F_1 в масштабе откладываем по его направлению. Из конца вектора F_1 (точка B) проводим прямую, параллельную подъемному и тяговому тросам, направление которых в рассматриваемый момент совпадает, до пересечения в точке C с прямой AC , проведенной параллельно положению продольной оси опоры. Векторы CA и BC представляют собой силы H и $T=D$, действующие соответственно на фундамент и такелажный трос (см. рисунок 1, б). Из рисунка 2 следует, что $F_1 < F$, а усилия H и T остаются примерно одинаковыми.

Определенные по рисунку 2 значения усилий умножаются на коэффициент динамичности, учитывающий возможные рывки тяговых механизмов и принимаемый 1,1; 1,2 – при подъеме опоры лебедкой через полиспаст или напрямую соответственно; 1,3; 1,4 – при подъеме опоры тяговым механизмом (трактором либо автомашиной) через полиспаст или напрямую соответственно.

По полученным усилиям T , D подбирают площадь поперечного сечения каната F .

Прочность заделки фундамента в грунте и прочность верхней части самого фундамента должны противостоять воздействию усилию H , имеющему место при подъеме опоры, поэтому подножки предохраняют от сдвига во время подъема опоры. По усилию S , действующему на падающую стрелу, а также проекции усилия T (см. рисунок 2, а) определяют сумму моментов сил относительно оси вращения падающей стрелы и далее – размеры деревянной или металлической падающей стрелы.

В условиях эксплуатации в качестве неподвижной стрелы можно использовать опору, подлежащую замене.

Литература

1. Определение усилий, возникающих в такелажных приспособлениях при подъеме опоры с помощью падающей стрелы: ozlib.com [Электронный ресурс].
2. опора-лэп.рф [Электронный ресурс]: А-образная падающая стрела.

3. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М.Тарг. – М.: Высшая школа, 2006. – 415 с.

4. Яблонский А.А. Курс теоретической механики: статика, кинематика, динамика / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – М.: Интегралпресс, 2006. – 603 с.

УДК 531.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ В ЖЕСТКОЙ ЗАДЕЛКЕ

Студент гр.11201322 С.В. Сацута

Белорусский национальный технический университет

Студент гр. 9 ДЭиВИ Т.С. Мышковец

Белорусский государственный технологический университет

Научный руководитель – ст. преподаватель Мышковец М.В.

Кран опирается на рельсы, укрепленные на двух горизонтальных двухпролетных балках с промежуточными шарнирами. Кран несет груз P_1 , силы тяжести крана P . Определить момент реактивной пары в заделке в положении крана, указанном на рисунке 1.

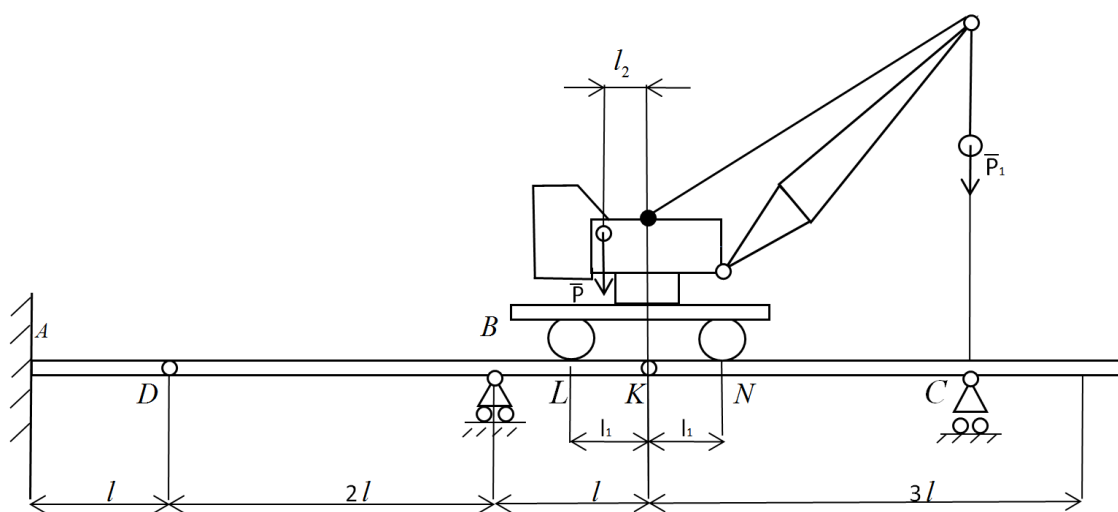


Рисунок 1. – Схема крана

Решение

Определим давление крана на рельсы (рисунок 2). Составим уравнения моментов всех сил относительно точек L и N .