

УДК 624.8

А. Н. КЛЁН

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕБЕДКИ
МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА РАЗВОДНОГО МОСТА**

Статья посвящена определению рационального положения лебедки механизма подъема разводного моста, обеспечивающего как можно меньшее усилие в канате. Рассмотрение схемы процесса подъема разводного моста грузовой лебедкой позволило составить расчетную формулу для определения усилия в канате. Анализ полученной формулы позволил определить факторы, от которых зависит усилие в канате, а также выявить рациональное положение подъемной лебедки относительно шарнира поворота разводного моста.

разводной мост, лебедка, механизм подъема**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

При невысокой интенсивности движения через несудоходные реки устраиваются мосты относительно простой конструкции на существующем уровне берегов. При эксплуатации подобных сооружений в зимне-весенний период возникает задача пропуски через них талого льда. Особенно остро эта проблема встает при искусственном подрыве речного льда, которое проводится подразделениями МЧС с целью предотвращения подтопления населенных пунктов во время прохождения ледохода. Решить поставленную задачу возможно за счет сооружения разводных мостов. Поскольку необходимость в разведении моста на несудоходных реках появляется лишь несколько раз в году, строить стационарные механизированные приводы разведения на каждом таком мосту нецелесообразно. Осуществлять процесс разведения моста можно за счет лебедки, доставленной на место проведения работ силами МЧС. При этом возникает задача определения оптимальных кинематических и силовых параметров механизма подъема, которые позволили бы осуществить разведение моста заданных размеров и массы, используя с этой целью лебедку минимальной мощности.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работе [1] приведена классификация существующих разводных мостов, работы [2–4] посвящены конструкции и проектированию разводных мостов, а в работах [5–6] приведены принципы расчета лебедок грузоподъемных механизмов.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Определить рациональные параметры механизма подъема разводного моста.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На рисунке 1 показана расчетная схема однокрылого раскрывающегося моста (без противовеса) с лебедкой механизма подъема. Необходимая мощность лебедки определяется выражением:

$$N = S_{\text{ср}} v / \eta_{\text{мех}} \text{ кВт} \quad (1)$$

где $S_{\text{ср}}$ – среднее значение усилия в канате, кН;
 v – скорость подъема моста (навивки каната на барабан лебедки), м/с;
 $\eta_{\text{мех}}$ – КПД механизма подъема.

© А. Н. Клён, 2013

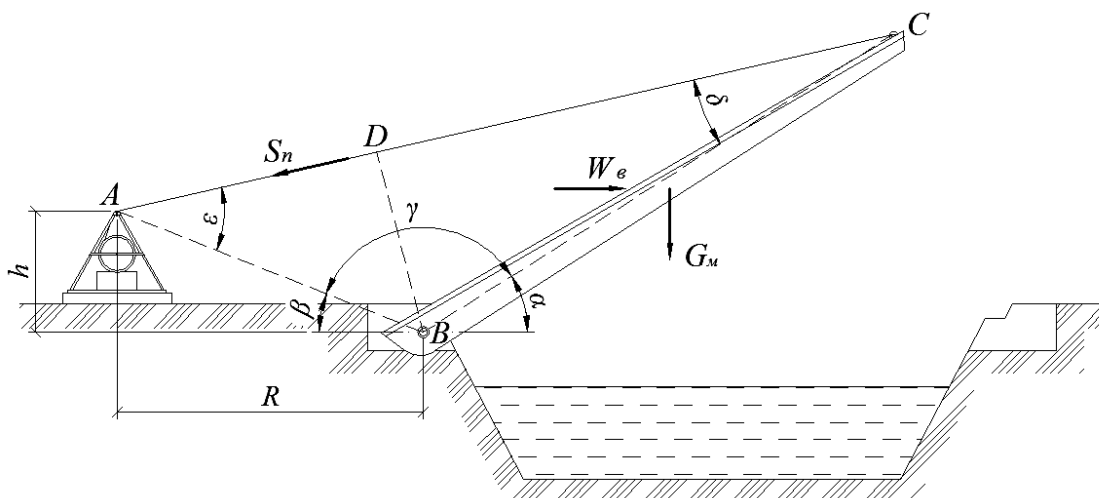


Рисунок 1 – Схема разводного моста с лебедкой механизма подъема.

При одной и той же скорости навивки каната на барабан v и КПД механизма $\eta_{\text{мех}}$ мощность привода механизма подъема моста будет определяться усилием в канате $S_{\text{п}}$. Определим это усилие, рассмотрев равновесие системы относительно шарнира B :

$$S_{\text{п}} = \frac{0,5l(G_{\text{м}} \cos \alpha + W_{\text{в}} \sin \alpha)}{c}, \text{ кН} \quad (2)$$

где $G_{\text{м}}$ – вес моста, кН;
 $W_{\text{в}}$ – сила ветрового сопротивления, кН;
 $l = BC$ – длина моста, м;
 $c = BD$ – расстояние от шарнира поворота B до линии действия усилия $S_{\text{п}}$, м.

Из рассмотрения треугольников ABC , ABD и BDC можно найти, что величина c определяется выражением:

$$c = \frac{l\sqrt{h^2 + R^2} \cdot \sin[180^\circ - (\alpha + \arctg(h/R))]}{\sqrt{l^2 + h^2 + R^2 - 2l\sqrt{h^2 + R^2} \cdot \cos[180^\circ - (\alpha + \arctg(h/R))]}}, \text{ м} \quad (3)$$

где h, R – расстояния, определяющие положение точки A (направляющего блока), т. е. установки лебедки механизма подъема моста.

После подстановки (3) в (2) получим:

$$S_{\text{п}} = \frac{0,5(G_{\text{м}} \cos \alpha + W_{\text{в}} \sin \alpha) \sqrt{l^2 + h^2 + R^2 - 2l\sqrt{h^2 + R^2} \cdot \cos[180^\circ - (\alpha + \arctg(h/R))]}{\sqrt{h^2 + R^2} \cdot \sin[180^\circ - (\alpha + \arctg(h/R))]} \quad (4)$$

На рисунках 2–4 по формуле (4) построены графики зависимостей усилия в канате $S_{\text{п}}$ от трех факторов: угла наклона моста α , расстояний h, R от направляющего блока A до шарнира моста B . А на рисунке 5 показана поверхность отклика $S_{\text{п}} = f(h, R)$.

Анализ формулы (4) и графиков на рисунках 2–5 позволяет сделать вывод о том, что усилие в канате $S_{\text{п}}$ зависит от группы факторов:

- конструктивных особенностей разводного моста, которые определяют силу тяжести моста $G_{\text{м}}$ и действующую на него ветровую нагрузку $W_{\text{в}}$;
- угла наклона моста α , который изменяется в процессе подъема;
- положения подъемной лебедки относительно шарнира B , определяемого расстояниями h и R .

ВЫВОДЫ

1. Наибольшее усилие в канате механизма подъема моста возникает при следующих значениях изменяемых параметров системы: $\alpha = 0^\circ$ (горизонтальное положение моста), $h \rightarrow 0$, $R \rightarrow \text{max}$ (направ-

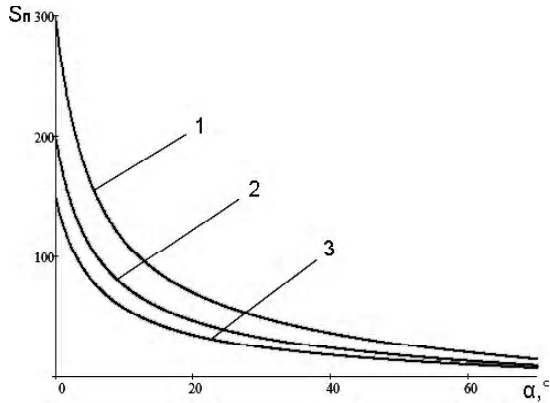


Рисунок 2 – Зависимость $S_{II} = f(\alpha)$:
(1) $h = 0,5, R = 5$; (2) $h = 1,0, R = 10$;
(3) $h = 2,0, R = 20$.

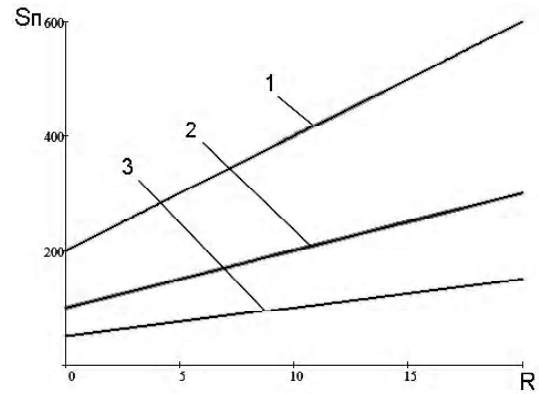


Рисунок 3 – Зависимость $S_{II} = f(R)$ (при $\alpha = 0$):
(1) $h = 0,5$; (2) $h = 1$; (3) $h = 2$.

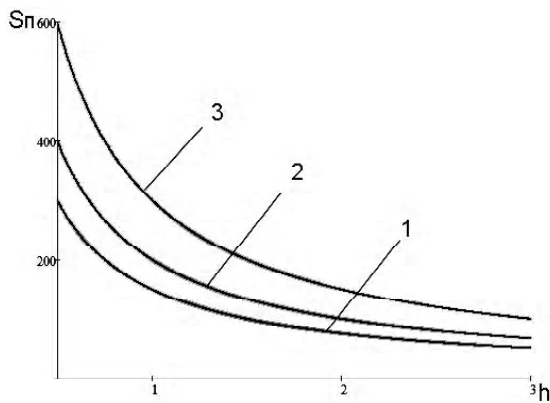


Рисунок 4 – Зависимость $S_{II} = f(h)$ (при $\alpha = 0$):
(1) $R = 5$; (2) $R = 10$; (3) $R = 20$.

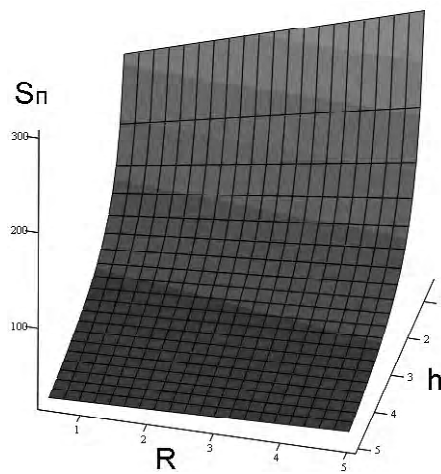


Рисунок 5 – Зависимость $S_{II} = f(h, R)$ (при $\alpha = 0$).

ляющий блок A находится на минимальной высоте и наибольшем расстоянии относительно шарнира поворота разводного моста B). Положение моста и лебедки, соответствующее указанному сочетанию параметров, следует принять в качестве расчетного при определении мощности привода механизма подъема моста.

2. С целью уменьшения усилия в канате, а также мощности механизма подъема моста необходимо установить направляющий блок лебедки подъема как можно выше и ближе к шарниру поворота моста. Это и будет рациональным положением лебедки. При необходимости дальнейшего снижения усилия в канате необходимо применять противовесы, расположенные на мостовой балке левее шарнира B , однако следует иметь в виду, что такая мера приведет к усложнению и удорожанию конструкции разводного моста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пенчук, В. О. Класифікація та особливості застосування розвідних мостів [Текст] / В. О. Пенчук, М. С. Дьомочкіна // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Макіївка : ДонНАБА, 2011. – Вип. 2011-6(92) : Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 143–148.
2. Бычковский, Н. Н. Металлические мосты [Текст]. Ч. 1 / Н. Н. Бычковский, А. Ф. Данковцев. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2005. – 364 с.
3. Руководство по проектированию разводных мостов [Текст] / Под ред. Г. М. Степанова. – Москва : Транспорт, 1990. – 108 с.
4. Проектирование металлических мостов [Текст] : Учебник / А. А. Петропавловский, Н. Н. Богданов, Н. Г. Бондарь [и др.] ; Под ред. А. А. Петропавловского. – М. : Транспорт, 1982. – 320 с.

5. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины [Текст] / М. П. Александров. – М. : Высш. шк., 1985. – 502 с.
6. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин [Текст] : підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник [та ін.].– К. : Вища шк., 2009. – 734 с.

Получено 15.10.2013

А. М. КЛЬОН

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ЛЕБІДКИ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ РОЗВІДНОГО МОСТА

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Стаття присвячена визначенню раціонального положення лебідки механізму підйому розвідного моста, що забезпечує якомога менше зусилля в канаті. Розгляд схеми процесу підйому розвідного моста вантажною лебідкою дозволив скласти розрахункову формулу для визначення зусилля в канаті. Аналіз отриманої формули дозволив визначити фактори, від яких залежить зусилля в канаті, а також виявити раціональне положення підйомної лебідки відносно шарніра повороту розвідного моста.

розвідний міст, лебідка, механізм підйому

ANDRIJ KLYON

DETERMINATION OF THE RATIONAL POSITION OF THE WINCH OF DRAWBRIDGE LIFTING MECHANISM

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article deals with the determination of the rational position of the winch of drawbridge lifting mechanism, which provides the weakest force in the rope. Consideration of the scheme of drawbridge lifting process by the winch allowed to make a calculation formula for determining forces in the rope. Analysis of this formula allowed to determine the factors from which the force in the rope depends, and also to identify the rational position of the winch relative to the drawbridge hinge.

drawbridge, winch, lifting mechanism

Кльон Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: теорія механізмів і машин, транспорт та організація перевезень.

Клён Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: теория механизмов и машин, транспорт и организация перевозок.

Klyon Andrij – PhD (Eng.), associate professor, Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theory of mechanisms and machines, transport and transport organizations.