



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
METAL CONSTRUCTIONS**

N1, TOM 13 (2007) 5-15

УДК 624.96

(07)-0127-1

МЕТОДИКА АНАЛІТИЧНОГО ОПИСАННЯ ОСОБЛИВИХ НАВАНТАЖЕНЬ УКІСНИХ ШАХТНИХ КОПРІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХТНИХ ПІДЙІМАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

В.М. Кущенко

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна 2, 86123, м. Макіївка, Україна.*

E-mail: snpcsh@mail.ru

Отримана 8 січня 2007; прийнята 15 січня 2007

Анотація. В статті наведена методика аналітичного описання особливих навантажень укисних шахтних копрів від защемлення судини, що піднімається, яка заснована на визначенні максимальної амплітуди сумарного зусилля натягнення гілок підйомного канату в залежності від довжини защемленої гілки, висоти підйому, приведених мас підйомної установки, діаметру та міцності підйомного канату, номінальної швидкості і тахограми руху підйомної машини. Отримані формули для визначення динамічних складових зусиль в защемленій і суміжній гілках підйомного канату. Розрахункові зусилля в гілках підйомного канату визначаються як сума динамічних та статичних зусиль. Якщо технічні характеристики підйомної машини такі, що розрив підйомного канату неможливий, динамічну складову зусилля в защемленій гілці треба помножити на коефіцієнт динамічності, який дорівнює 1,5. Наведена в статті методика аналітичного описання особливих навантажень шахтних копрів по відношенню до діючої нормативної методики має уточнювальний характер, що дозволяє підвищити достовірність розрахунку конструкцій шахтних копрів.

Ключові слова: укисні шахтні копори; особливі навантаження; аналітичне описання; розрахункові зусилля в підйомних канатах.

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ОСОБЫХ НАГРУЗОК УКОСНЫХ КОПРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

В.Н. Кущенко

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ул. Державина 2,
86123, г. Макеевка, Украина.*

E-mail: snpcsh@mail.ru

Получена 8 января 2007; принята 15 января 2007

Аннотация. В статье приведена методика аналитического описания особых нагрузок укосных шахтных копров от защемления поднимающегося сосуда, основанная на определении максимальной амплитуды суммарного натяжения ветвей подъемного каната в зависимости от длины защемленной ветви, высоты подъема, приведенной массы вращающихся масс подъемной установки, приведенной массы на смежной ветви, диаметра и прочности подъемного каната, номинальной скорости и тахограммы движения подъемной машины. Получены формулы для определения динамических составляющих усилий в защемленной и смежной ветвях подъемного каната. Расчетные усилия в ветвях подъемного

каната определяются как сумма динамических и статических усилий. Если технические характеристики подъемной машины таковы, что разрыв подъемного каната невозможен, динамическую составляющую усилия в защемленной ветви следует умножить на коэффициент динамичности, равный 1,5. Приведенная в статье методика аналитического описания особых нагрузок шахтных копров по отношению к действующей нормативной методике имеет уточняющий характер, что позволяет повысить достоверность конструкций шахтных копров.

Ключевые слова: укосные шахтные копры; особые нагрузки; аналитическое описание; расчётные усилия в подъемных канатах.

METHODS OF ANALYTICAL DESCRIPTION OF PARTICULAR LOADS OF SLOPE HEAD FRAMES AGAINST TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MINING HOISTING PLANTS

V.N. Kuschenko

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzavin str. 2,
86123, Makeyevka, Ukraine.*

E-mail: snpcsh@mail.ru

Received 8 January 2007; accepted 15 January 2007

Abstract. In article the technique of the analytical description of special loadings mine head frames from a jamming of the rising vessel, founded on definition of the maximal amplitude of total effort of a tension of branches of an elevating rope depending on length of the jammed branch, height of the rise, the resulted weights of elevating installation, diameter and durability of an elevating rope, rated speed movements of the elevating machine is resulted. Formulas for definition of dynamic making efforts in the jammed and adjacent branches of an elevating rope are received. Settlement efforts in branches of an elevating rope are determined as the sum of dynamic and static efforts. If characteristics of the elevating machine are those, that break of an elevating rope is not possible, the dynamic component of effort in the jammed branch should be multiplied by factor of dynamism equal 1.5. The technique of the analytical description of special loadings resulted in article mine копров in relation to an operating normative technique has specifying character that allows to raise reliability of calculation of designs mine head frames.

Keywords: mine head frames; special loadings; the analytical description; settlement efforts in elevating ropes.

Объект и цели исследования

Конструкции укосных шахтных копров представляют собой пространственные стержневые конструктивные системы высотой от 10 до 70 м (рис. 1,а). Шахтные копры являются конструктивной частью механической системы шахтной подъемной установки. Основным видом технологических нагрузок, определяющих конструктивную форму этих сооружений, являются равнодействующие силы от натяжения подъемных канатов, которые передаются на конструкции шахтных копров в виде опорных реакций от направляющих шкивов (рис. 1,б).

В связи с возможностью аварий на шахтных подъемных установках расчёт строительных

конструкций укосных шахтных копров производится на особые нагрузки, которые по традиции [1, 2] в отраслевом нормативном документе [3] определяются как «экстренные». Различают следующие разновидности особых (экстренных) нагрузок шахтных копров [2, 3]: 1) нагрузки, вызванные натяжением канатов при внезапной остановке (защемлении) поднимающегося с максимальной скоростью сосуда; 2) нагрузки, вызванные натяжением тормозных канатов при срабатывании шахтных парашютов типа ПТК; 3) нагрузки от резкой посадки клетки на кулаки; 4) нагрузки, вызванные натяжением подъемных канатов при аварийном торможении; 5) нагрузки, вызванные переподъемом сосуда.

Поскольку канат подъемной машины наземного расположения состоит из отвесных ветвей и наклонных (под углом 35° - 55°) струн (рис. 1,б), нагрузки от натяжения подъемных канатов могут быть представлены в виде вертикальных и горизонтальных составляющих главного вектора нагрузки, приложенной к конструкциям шахтного копра. Ветровая нагрузка может быть представлена как результирующий сосредоточенный вектор горизонтальной силы. Прочие нагрузки могут быть представлены как результирующие вертикальные сосредоточенные силы. Если полученные результирующие силы отнести к величине суммарного разрывного усилия подъемного каната, величины расчётных нагрузок конструкций шахтных копров можно представить в виде системы безразмерных параметров, которые характеризуют влияние той или иной нагрузки на величину внутренних усилий в элементах сооружения. Сопоставление относительных значений вертикальных V/P_c и горизонтальных составляющих H_x/P_c (направление к подъемной машине) и H_y/P_c особых и рабочих нагрузок шахтных копров приведено в таблице 1.

В соответствии с данными, приведенными в таблице 1, особые нагрузки от разрыва подъемного каната превышают нагрузки нормальной эксплуатации в 5-9 раз, прочие особые нагрузки в 2-2,6 раза. Таким образом, при проектировании конструкций шахтных копров особые нагрузки от разрыва подъемного каната в основном определяют проверки несущей способности конструктивных элементов. В связи с этим для обеспечения безопасности конструкций укосных шахтных копров первостепенное значение имеет уточнение этого вида особых нагрузок и учёт их динамического характера [9-12]. В целом такой подход соответствует концепции системы обеспечения безопасности строительных конструкций, заложенной в современных зарубежных нормах [13-20].

Несмотря на явно выраженный динамический характер, нормы определяют все виды особых нагрузок в виде статических эквивалентов. Вследствие условного характера нормативной методики определения особых нагрузок результаты расчёта конструкций шахтных копров недостаточно достоверны.

В работах автора [4, 5, 6] приведена методика метаматематического моделирования

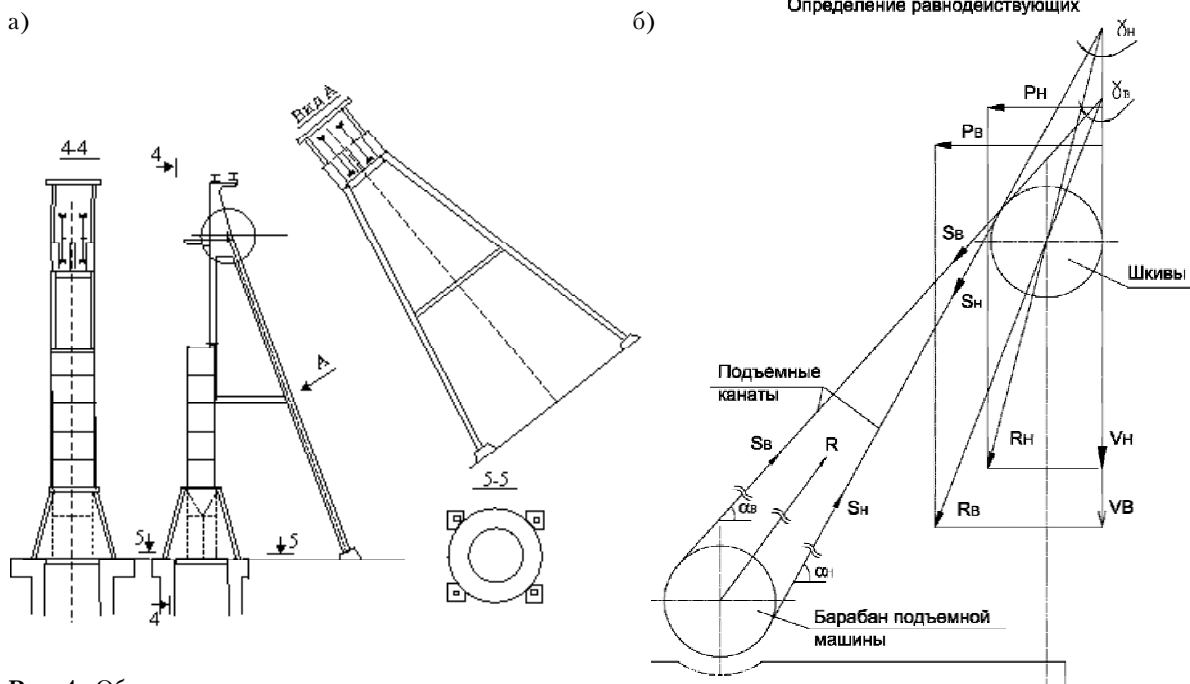


Рис. 1. Объект исследования: а) конструкции укосного шахтного копра; б) схема передачи нагрузок от натяжения подъемных канатов на конструкции шахтных копров.

Таблица 1. Сопоставление относительных значений составляющих нагрузок шахтных копров.

№ п.п.	Составляющая нагрузки	Номер нагрузки						
		1(const)	2(W)	3(R _n)	4(AP _c)	5(АШ)	6(АТ)	7(АП)
Копры скиповых подъёмов								
1	V _z /P _c	0,6-0,9	-	0,5	2,4	-	1,1	1,1
2	H _x /P _c	-	0,2-0,3	0,3	1,12	-	0,5	0,5
3	H _y /P _c	-	0,2-0,3	0,01	0,03	-	0,02	0,02
Копры клетевых подъёмов								
4	V _z /P _c	0,6-0,9	-	0,23	2,1	0,6	0,8	0,8
5	H _x /P _c	-	0,2-0,3	0,1	1	-	0,4	0,4
6	H _y /P _c	-	0,2-0,3	0,01	0,02	-	0,01	0,01

Примечание. Наименование нагрузок: 1(const) – постоянная; 2(W) – ветровая; 3(R_n) – рабочее натяжение канатов; 4(AP_c) – особая, разрыв каната; 5(АШ) – особая, срабатывание парашюта; 6(АТ) – особая, аварийное торможение; 7(АП) – особая, переподъём.

особых нагрузок, результаты факторного анализа и установлены закономерности появления экстремальных усилий в подъёмных канатах при защемлении поднимающегося сосуда. Целью данной работы является разработка инженерной методики определения особых нагрузок от защемления поднимающегося сосуда в зависимости от технических характеристик шахтных подъёмных установок.

Методика выполнения работы

При разработке методики аналитического описания особых нагрузок от защемления поднимающегося сосуда использовались методы классической механики. При разработке системы допущений использовались данные литературных источников [7, 8], а также результаты численного эксперимента по исследованию зависимости параметров особых нагрузок от технических характеристик подъёмных машин, условий аварийной ситуации, а также динамических характеристик конструкций шахтных копров [9]. В результате метаматематического моделирования динамического поведения механической системы «конструкции шахтного копра – подъёмная машина» [9] установлено

следующее: а) система аварийного торможения не оказывает существенного влияния на расчётные значения особых нагрузок; б) влияние масс направляющих шкивов может быть учтено путём их приведения к массе всех вращающихся частей подъёмной машины; в) крутящий момент двигателя подъёмной машины может быть учтён увеличением амплитудного усилия в защемлённой ветви на 15%; г) экстремальные значения усилий натяжения ветвей подъёмного каната реализуются в случае защемления поднимающегося сосуда в абсолютно жёстком основании при условии достижения усилия в защемленной ветви величины, близкой к разрывному усилию, однако при этом разрыв подъёмного каната не происходит; д) если для подъёмной машины разрыв подъёмного каната невозможен, тогда экстремальные усилия в ветвях подъёмного каната соответствуют случаю защемления поднимаемого сосуда в момент времени, соответствующий началу торможения подъёмной машины.

На основании выше приведенных результатов численных экспериментов сделано предположение о возможности построения инженерной методики аналитического описания особых нагрузок от защемления поднимающегося

сосуда на обобщённой расчётной модели механической системы шахтной подъёмной установки? состоящей из двух масс (рис. 2): 1) приведенной массы всех вращающихся частей подъёмной машины; 2) приведенной массы подъёмного каната смежной ветви и массы сосуда на смежной ветви, которые объединены упругими безинерционными связями, моделирующими ветви подъёмного каната. При этом сосуд на поднимающейся ветви рассматривается как защемлённый в абсолютно жёстком основании. Уравнения и начальные условия движения рассматриваемой механической системы после защемления поднимающегося сосуда имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} I d^2j/dt^2 + c_1 R_b^2 j - c_2 (R_b y_2) &= 0; \\ m_2 d^2 y_2 / dt^2 + c_2 (y_2 - R_b \varphi) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

при $t=0, \varphi=0, d\varphi/dt=V/R_b, dy_2/dt=V$, где: I - момент инерции всех вращающихся масс подъёмной машины и массы защемлённой ветви подъёмного каната, приведенные к диаметру барабана подъёмной машины; R_b - радиус барабана подъёмной машины; φ - угол поворота приведенной вращающейся массы вокруг оси барабана подъёмной машины; m_2 - сосредоточенная масса, приведенная к точке подвеса смежного сосуда; y_2 - линейное перемещение приведенной сосредоточенной массы вдоль оси подъёмного каната; V - линейная скорость движения подъёмной установки в момент

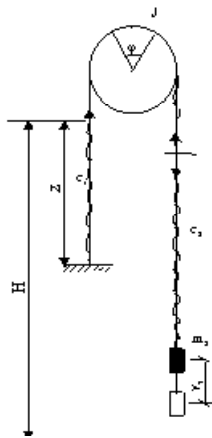


Рис. 2. Расчётная схема шахтной подъёмной установки для аналитического описания особых нагрузок от разрыва подъёмного каната.

аварии, соответствующая тахограмме подъёма; c_1, c_2 - соответственно жёсткость защемлённой и смежной ветви подъёмного каната.

Переменные во времени усилия S_1, S_2 в струнах подъёмного каната определяются по следующим формулам:

$$S_1 = c_1 R_b \varphi, \quad (2)$$

$$S_2 = c_2 (y_2 - R_b \varphi). \quad (3)$$

В работе [9] установлено, что максимальное значение амплитуды суммарного усилия в ветвях подъёмного каната соответствует таким условиям защемления подъёмного сосуда, когда усилие в защемленной ветви приближается к разрывному усилию, однако разрыв каната не происходит. При этом усилия в защемлённой и смежной ветвях изменяются закону близкому к синусоидальному, а максимальное значение суммы соответствует одной четвёртой периода тона рассматриваемой механической системы шахтной подъёмной установки.

Принципы аналитического описания особых нагрузок

Расчётное значение натяжений подъёмных канатов при защемлении поднимающегося сосуда определяется как сумма расчётного статического и динамического натяжения ветвей:

$$S_{p1(2)}^{on} = S_{p1(2)}^{cm} + S_{p1(2)}^d, \quad (4)$$

где: $S_{p1(2)}^{on}$ - расчётное значение натяжения ветвей подъёмного каната при защемлении поднимающегося сосуда, индекс «1» соответствует защемлённой (поднимающейся) ветви, индекс «2» - смежной (опускающейся) ветви.

Расчётная ситуация особой нагрузки должна приниматься так, чтобы суммарное значение натяжения ветвей подъёмного каната при всех возможных условиях аварийной ситуации было максимальным. Условиями расчётной аварийной ситуации являются: а) скорость движения подъёмной машины в момент аварии; б) положение аварии по высоте шахты; в) прочность и жёсткость случайного препятствия.

В расчётной ситуации случайное препятствие рассматривается, как абсолютно жёсткое тело (случай схождения проводников, удар в

разошедшийся стык проводников). Скорость движения подъёмной машины (V), положение аварии по высоте ствола и длины ветвей подъёмного каната связаны между собой посредством тахограммы подъёма (см. рис. 3). В данном случае под длиной заземлённой ветви (L_{a1}) подъёмного каната понимают длину от точки подвеса сосуда до точки наматывания на барабан подъёмной машины:

$$L_{a1} = h_a + h_n + (\pi D_{кш})/2 + L_c, \quad (5)$$

где: h_a – положение аварии по высоте подъёма; h_n – высота переподёма; $D_{кш}$ – диаметр копирующего шкива; L_c – длина струны подъёмного каната.

Длина смежной ветви подъёмного каната (L_{a2}) определяется по следующей формуле:

$$L_{a2} = L_{max} - L_{a1}. \quad (6)$$

Длина ветви может принимать два крайних значения L_{min} – подъёмный сосуд расположен на верхней приёмной площадке; L_{max} – сосуд расположен на нижней приёмной площадке:

$$L_{min} = h_n + (\pi D_{кш})/2 + L_c, \quad (7)$$

$$L_{max} = H + h_n + (\pi D_{кш})/2 + L_c. \quad (8)$$

Расчетные значения усилий в ветвях подъёмного каната определяются в зависимости от технических характеристик подъёмной машины. Технические характеристики подъёмной машины разделяются на три группы данных: инерционные и жесткостные характеристики; параметры движения. Инерционные и жесткостные характеристики: J_m – момент инерции коренной части подъёмной машины; D_m – диаметр барабана подъёмной машины; J_m – момент инерции редуктора; J_d – момент инерции ротора двигателя подъёмной машины; i – передаточное число редуктора подъёмной машины; J_w – момент инерции направляющих шкивов; m_c – масса подъёмного сосуда; m_g – масса груза; p – линейная плотность подъёмного каната; q – линейная плотность хвостового каната; A_x – площадь сечения подъёмного каната; E_x – модуль упругости каната; P_c – суммарное разрывное усилие всех проволок подъёмного каната.

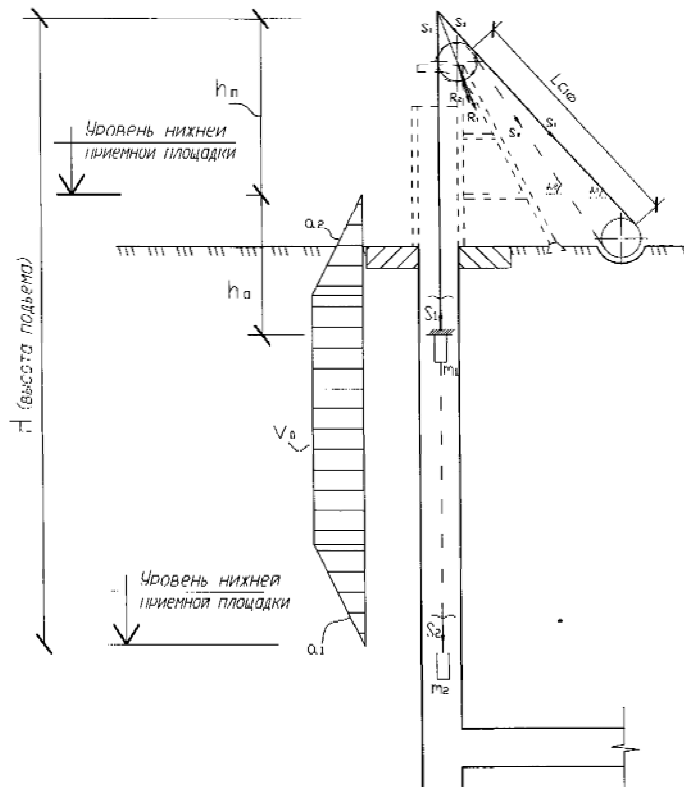


Рис. 3. Схема расчётной ситуации для определения нагрузки от заклинивания поднимающегося сосуда

Параметры движения: V_0 – скорость подъёма на стадии равномерного движения; a_1, a_2 – ускорение и замедление подъёмной машины; $(L_1 - L_{min})$ – путь торможения; $(L_{max} - L_2)$ – путь ускоренного движения.

Расчётная ситуация аварийной нагрузки определяется критической длиной защемлённой ветви, при которой амплитуда суммарного натяжения ветвей подъёмного каната для рассматриваемой скорости движения является максимальной среди всех прочих возможных положений аварии по высоте ствола (рис. 3). Поскольку критическая длина ветви подъёмного каната для заданной механической системы ШПУ определяется при фиксированном значении скорости, между скоростью движения подъёмной машины и критической длиной существует однозначная связь. В дальнейшем изложении это фиксированное значение скорости

называется критическим ($V_{кр}$). График зависимости критической скорости от длины ветви подъёмного каната (см. рис. 4) обозначает на координатной плоскости две области: а) область, расположенную выше и совпадающую с графиком $V_{кр}$ (для этой области характерно явление разрыва подъёмного каната); б) область, расположенную ниже графика $V_{кр}$ (для этой области разрыв подъёмного каната не происходит). В зависимости от технических характеристик шахтные подъёмные машины можно разделить на два типа: а) первый тип, для которого при защемлении поднимающегося сосуда разрыв подъёмного каната возможен; б) второй тип, для которого при аналогичных авариях разрыв подъёмного каната не возможен.

Для механических систем первого типа критическая длина защемлённой ветви подъёмного каната определяется в следующем порядке:

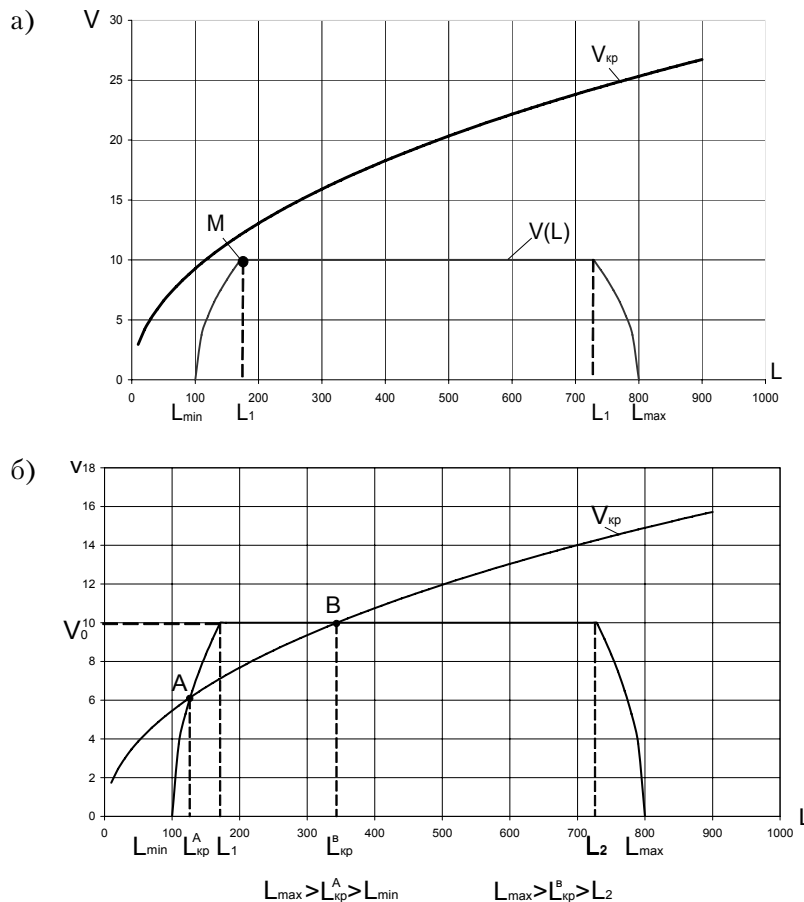


Рис. 4. Зависимости $V_{кр}(L_{кр})$ и диаграмма изменения скорости движения по высоте подъёма $V(L)$: а) случай механических систем второго типа; б) случай механических систем первого типа.

1) По формуле (16) вычисляется первое приближение критической длины:

$$L_{кр} = V^2 m_1 E_k A_k / (\alpha^2 R^2), \quad (9)$$

где: V – номинальная скорость подъёма; m_1 – приведенная масса всех движущихся частей подъемной машины; E_k – модуль упругости каната; A_k – площадь сечения каната.

2) По формулам (10-14) производится определение первых двух частот собственных колебаний механической системы подъемной машины ($\omega_{1,2}$):

$$\omega_{1,2}^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{c_1 + c_2}{m_n} + \frac{c_2}{m_2} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{c_1 + c_2}{m_n} + \frac{c_2}{m_2} \right)^2 - \frac{c_1 c_2}{m_n m_2}}, \quad (10)$$

где:

$$m_n = \frac{J_M}{D_M^2} + \frac{J_P}{D_M^2} + \frac{J}{D_M^2} i^2 + 2 \frac{J_{ки}}{D_M^2} \quad (11)$$

$$m_2 = m_c + m_z + \frac{1}{3} [P(L_{\min} + L_{\max} - L_{кр})] + q [H - (L_{кр} - L_{\min})] \quad (12)$$

$$c_1 = \frac{E_k A_k}{L_{кр}}, \quad (13)$$

$$c_2 = \frac{E_k A_k}{(L_{\max} + L_{\min}) - L_{кр}}, \quad (14)$$

где: c_1, c_2 – соответственно жёсткости заземлённой и смежной ветвей подъемного каната; m_n, m_2 – соответственно приведенные массы всех вращающихся частей подъемной машины и сосуда на смежной ветви.

3) По формулам (15, 16) производится уточнение коэффициента влияния статического натяжения ветви подъемного каната и значения критической длины;

$$m_2 = m_c + m_z + \frac{1}{3} [P(L_{\min} + L_{\max} - L_{кр})] + q [H - (L_{кр} - L_{\min})] \quad (15)$$

$$L_{кр} = \frac{VE_k A_k}{P_c \delta \omega_1}; \quad (16)$$

4) Для уточнённого значения критической длины вычисляются статические составляющие усилий в ветвях подъемного каната:

$$S_1^{cm} = [m_c + m_z + PL_{кр} + q(H - (L_{кр} - L_{\min}))]g [H - (L_{кр} - L_{\min})] \gamma_f \quad (17)$$

$$S_2^{cm} = \left[m_c + m_z + P(H - (L_{кр} - L_{\min}))g(L_{кр} - L_{\min}) \right] \gamma_f \quad (18)$$

где: S_1^{cm} – расчётное статическое натяжение заземлённой ветви;

S_2^{cm} – расчётное статическое натяжение смежной ветви.

5) Определяются динамические составляющие усилий в ветвях подъемного каната, соответствующие максимальному значению амплитуды суммарного усилия натяжения:

$$S_1^d = \frac{c_1 V_0}{(\chi_{22} - \chi_{21})} \times \left[\frac{(\chi_{21} - 1)}{\omega_1} + \frac{(1 + \chi_{21})}{\omega_2} \sin \frac{\pi \omega_2}{2 \omega_1} \right] \quad (19)$$

$$S_2^d = \frac{c_2 V_0}{\chi_{22} - \chi_{21}} \left[\frac{(\chi_{22} - 1)(\chi_{21} - 1)}{\omega_1} + \frac{(1 - \chi_{21})(\chi_{22} - 1)}{\omega_2} \times \sin \frac{\pi \omega_2}{2 \omega_1} \right] \quad (20)$$

где:

$$\chi_{21} = \frac{c_1 + c_2 - m_n \omega_1^2}{c_2} \quad (21)$$

$$\chi_{22} = \frac{c_1 + c_2 - m_n \omega_2^2}{c_2}; \quad (22)$$

б) вычисляются полные расчётные усилия в ветвях подъёмного каната:

$$\begin{aligned} S_{p1}^{on} &= S_{p1}^q + S_{p1}^{cm} \\ S_{p2}^{on} &= S_{p2}^\delta + S_{p2}^{cm} \end{aligned} \quad (23)$$

Для механических систем второго типа, для которых разрыв подъёмного каната невозмо-

жен, критическая длина ветви принимается равной L_p , которая соответствует положению поднимающегося сосуда в момент начала замедления подъёмной машины (см. рис. 3), после этого расчётные усилия в ветвях подъёмного каната определяются в том же порядке, что и для механических систем первого типа по формулам (19-23), но при вычислении полных расчётных усилий значения динамической составляющей в защемлённой ветви умножается на коэффициент динамичности, равный 1,5:

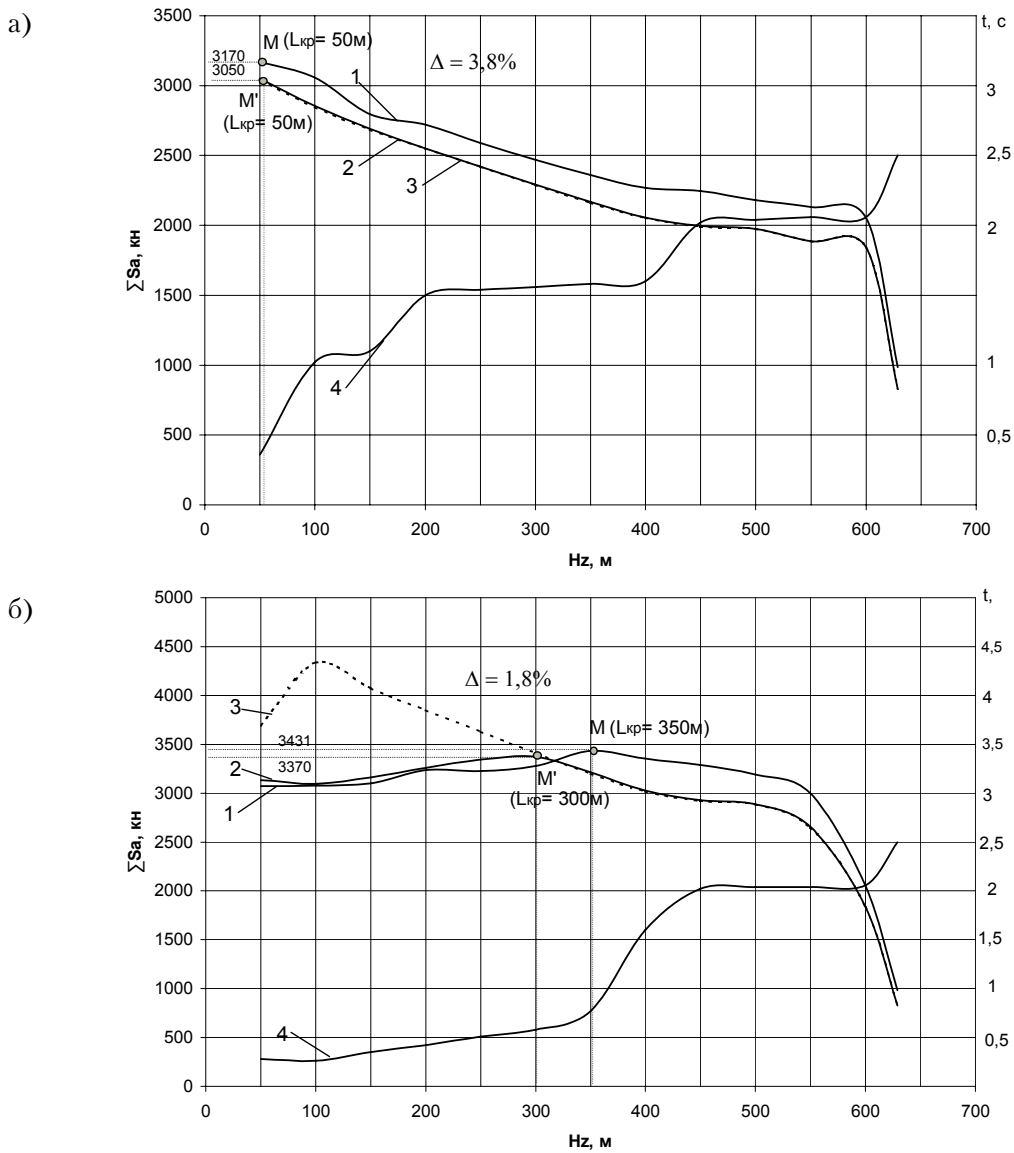


Рис. 5. Сопоставление результатов определения расчётных значений суммарной амплитуды натяжения ветвей подъёмного каната при скорости движения: а) 6 м/сек (разрыв каната невозможен); б) 14 м/сек (разрыв каната возможен) (для: 1 – пяти массовой расчётной схемы; 2 – двух массовой расчётной схемы; 3 – 8 м/с инженерная методика; 4 – продолжительность особой нагрузки)

$$\begin{aligned} S_{p1}^{on} &= k_d S_{p1}^q + S_{p1}^{cm} \\ S_{p2}^{on} &= S_{p2}^d + S_{p2}^{cm} \end{aligned} \quad (24)$$

На рис. 5 приведено сопоставление результатов определения расчётного значения особых нагрузок по предлагаемой методике и на расчётных моделях с различной степенью схематизации. В соответствии с приведенными данными, как для первого, так и для второго типа механических систем погрешность определения максимального значения амплитуды суммарного натяжения ветвей подъёмного каната от решения для пяти массовой расчётной схемы составляет 1-5%, что вполне удовлетворяет требованиям достоверности определения особых нагрузок. Продолжительность нагружения для экстремальных значений особой нагрузки при синусоидальной форме импульса главного вектора нагрузки составляет 0,5-0,8 сек.

Выводы

1. Поскольку амплитуда суммарного натяжения ветвей подъёмного каната при заземлении поднимающегося сосуда в основном определяется: а) приведенной массой вращающихся частей подъёмной машины; б) приведенной массой сосуда на смежной ветви подъёмного каната; в) положением аварии по высоте подъёма; г) скоростью движения подъёмной машины в момент аварии, инженерная методика определения расчётных значений особых нагрузок может быть построена на основе расчётной модели, состоящей из двух масс.
2. Для подъёмных машин, для которых существует возможность разрыва подъёмного каната (первый тип), экстремальные значения особых нагрузок соответствуют случаю заземления поднимающегося сосуда в абсолютно жёстком основании, при такой длине заземлённой ветви, когда амплитуда усилия приближается к разрывному усилию, однако разрыв подъёмного каната не происходит. Такая расчётная ситуация для определения особой нагрузки определяется критической длиной заземлённой ветви подъёмного каната.
3. Если технические характеристики подъёмной машины таковы, что разрыв подъёмного

каната невозможен (второй тип), тогда экстремальные значения особых нагрузок соответствуют случаю заземления поднимающегося сосуда в абсолютно жёстком основании в момент времени, предшествующий началу торможения подъёмной машины.

4. Расчётные усилия в ветвях подъёмного каната следует определять как сумму статических и динамических составляющих по формулам (17-20, 23, 24). Для подъёмных машин второго типа динамическую составляющую усилия в заземленной ветви необходимо определять с учётом коэффициента динамичности, который составляет 1,5.
5. Отклонения расчётных значений усилий, полученных по приближённым формулам (17-20, 23, 24), от более точных решений, полученных для пяти массовой расчётной схемы шахтной подъёмной установки, не превышают 5%. Как правило, отклонения наблюдаются в большую сторону (рис. 5).

Литература

1. Бровман Я.В. Надшахтные копры. - М.: Госгортехиздат, 1961. — 239с.
2. Указания по определению нормативных нагрузок и коэффициентов перегрузки для надшахтных зданий и сооружений предприятий угольной промышленности. — К.: Будивельник, 1964. — 81с.
3. РД 12.005-94. Металлические конструкции шахтных копров. Требования к эксплуатации. — К.: Госуглепром Украины, 1994. — 68с.
4. Куценко В. Н., Кострицкий А. С. Методика математического моделирования особых нагрузок на конструкции шахтных копров от заклинивания поднимающейся клетки // Вісник донбаської Державної академії будівництва та архітектури. Будівельні конструкції, будівлі та споруди. — 2004-2(44). — С. 35-45.
5. Куценко В. Н. Учёт динамического характера усилий в подъёмных канатах при расчёте укосных шахтных копров // Металлические конструкции. — Том 11. — 2006. — №3 — С. 171-185.
6. Куценко В.Н Совершенствование методики расчёта укосных шахтных копров на действие особых нагрузок от внезапной остановки поднимающегося сосуда // Металеві конструкції. — Т.8. — №1. — Макіївка, 2005. — С.53-65.
7. Балкарей И.М., Колтакова Г.В. Колебания укосных копров при экстренном разрыве шахтного подъёмного каната//В кн.: Динамика и прочность строительных конструкций. Киев: Будівельник, 1967. — С. 50-64.

8. Балкарей И.М., Колтакова Г.В. Определение импульса шахтного подъёмного каната //В кн.: Динамика и прочность строительных конструкций. Киев: Будівельник, 1967. – С. 32-49.
9. Кущенко В.Н. Обеспечение безопасности строительных конструкций укосных шахтных копров: Монография. – Макеевка: ДонНАСА, 2006.-203 с.
10. Lagomarsino S., Pagnini L.C. Criteria for modeling and predicting dynamic parameters of building. Istituto di Scienza delle Costruzioni, Faculty of Engineering, University of Genova, Genova: 1995, 97p.
11. Kejriwal B.K. Safety in mines. – Dyanbad, 1994
12. Kulyabko V.V. Drawing up of the dynamic models of long-shan and high-rise RS buildings and structures in the time of the diagnostics// Proc. 2nd RILEM International Conf. Strbske pleso «Diagnosis of Concrete Structures».- Bratislava (Slovakia).- 1996.- P. 382-385.
13. ENV 1991-1:1994/ Basic of Design and Actions on Structures. CEN European Committee for Standardization. – Brussel. – 1994. – 85 p.
14. ENV 1991-2-4:1994/ Wind Loads. CEN European Committee for Standardization. – Brussel. – 1994. – 65 p.
15. ENV 1991-2-3:1994/ Snow Loads. CEN European Committee for Standardization. – Brussel. – 1994. – 42 p.
16. ENV 1991-1-1:1994/ Design of Steel Structures. CEN European Committee for Standardization. – Brussel. – 1994. – 85 p
17. Elms D.G. Risk balancing in structural problems, Structural Safety. Vol.19, No.1.p.67-77.
18. General Principles on Reliability for Structures. Revision of ISO 2394. Fifteenth Draft - BRE/chr/ May 1997. -52 p.
16. ISO ST 2394. General Principles on Reliability for Structures.- 1994, 50p.
19. Murgewski J. Reliability: State-of-Art, IX International Conference on Metal Structures., Final Report- Krakov, Poland, 1996, p.99-112.
20. Recommendation for Loading and Safety Regulations for Structural Design Nordic Committee on Building Regulations, 1978.

Кущенко Володимир Миколайович є доцентом кафедри «Металеві конструкції» Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член Української асоціації з металевих конструкцій. Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи та удосконалення методів розрахунку будівельних конструкцій гірничотехнічних споруд.

Кущенко Владимир Николаевич является доцентом кафедры «Металлические конструкции» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям. Научные интересы: исследование действительной работы и совершенствование методов расчёта строительных конструкций горнотехнических сооружений.

Kuschenko Volodymyr Mykolaiovych is a Associated Professor of the Department of Metalwork at Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. He is a member of the Ukrainian Metalwork Association. Scientific concerns: research of real activity and perfecting of methods of calculation of building designs of mine technical facilities.