

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

ТКАЧ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ

ДИНАМИКА АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ
МНОГОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ
С МАШИНОЙ НАЗЕМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

05.15.16 ————— "Горные машины"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск

1996



00760436 (Q)

ДВ 35.643

архива рукописью
в институте "Днепрогипрошахт"

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор, академик АИНУ
Приварников Юлий Константинович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Колосов Леонид Викторович;
кандидат технических наук, доцент
Ропай Валерий Андреевич

Ведущее предприятие: Институт геотехнической
механики НАН Украины,
г. Днепропетровск

Защита состоится **"30 ОКТЯБРЯ 1996** года в **14** час,
на заседании специализированного ученого совета Д Q3.06.04 в
Государственной горной академии Украины по адресу: 320027,
г. Днепропетровск, пр. К. Маркса, 19.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан **"26 СЕНТЯБРЯ 1996** года.

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор технических наук

Г.А. Симанович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В связи с увеличением глубины отработки запасов угля в Донбассе и руды в Кривбассе (свыше 1000 м) часто приходится заменять шахтные подъемные установки (ШПУ) с барабанными машинами на многоканатные ШПУ с машинами наземного расположения. Проектирование подъемных установок всегда сопровождается расчетами копров и подъемных машин на воздействие аварийных (иначе - экстренных) нагрузок, которые могут возникнуть в результате удара поднимающегося сосуда о случайную преграду либо в результате напуска канатов на заклинившийся опускающийся сосуд. В настоящее время отсутствует обоснованная методика определения аварийных нагрузок на элементы многоканатных ШПУ с машинами наземного расположения, что является проблемой в проектировании, особенно при реконструкции укосных копров, когда требуется принять решение об их дальнейшей эксплуатации. Поэтому исследование динамики аварийных режимов многоканатной ШПУ с машиной наземного расположения является актуальным.

Тема диссертации связана с научно-исследовательскими работами, выполненными автором в институте "Днепрогипрошах" с 1991 по 1993 годы в соответствии с постановлением Госуглепрома и Госгортехнадзора УССР N°11/4 от 26 июля 1991 года.

Целью работы является разработка методики расчета аварийных нагрузок, рекомендаций по определению их критических параметров, а также рекомендаций по ограничению аварийных нагрузок и вызванных ими усилий.

Критическими здесь и далее названы параметры такой аварийной нагрузки, которая создает в рассчитываемом элементе максимальные напряжения. Эта нагрузка также далее называется критической.

Идея работы состоит в определении области изменения характеристик возможных аварийных нагрузок в зависимости от параметров подъемной установки и случайных факторов аварийной ситуации, а затем в поиске, путем оптимизации, для каждого элемента копра или подъемной машины критической аварийной нагрузки.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. В многоканатной подъемной установке не исключено возникновение такой аварийной ситуации, при которой амплитуда первого

импульса в главной ветви достигнет суммарного разрывного усилия всех канатов. При этом в сопряженной ветви в случае применения термостойкой футеровки с коэффициентом трения каната по ней не менее 0,4 амплитуда не превысит 55% амплитуды первого импульса в главной ветви с доверительной вероятностью 0,997.

2. Аварийная нагрузка будет критической, если амплитуды импульсов близки к своим предельным значениям, но не приводят к обрыву канатов, а продолжительность импульсов равна 0,81 периода одной из форм собственных колебаний рассчитываемого объекта.

3. Горизонтальное усилие от аварийной нагрузки, которое, изгибая станок копра, создает в нем большие напряжения, можно уменьшить до заданной величины ценой незначительного (до 5%) увеличения осевого усилия в укосине.

Р е з у л ь т а т ы :

1. Определены закономерности влияния параметров подъемной установки и случайных факторов аварийной ситуации на аварийные усилия в головных канатах и напряжения в элементах ШПУ.

2. Разработаны методика расчета аварийных нагрузок и рекомендации по определению их критических параметров.

3. Даны рекомендации по предотвращению аварийных нагрузок либо снижению их амплитуд до безопасного уровня.

4. Установлено, что заменой в копре неподвижного соединения укосины со станком на шарнирно-подвижное можно заметно уменьшить напряжения в станке без увеличения напряжений в укосине.

Н а у ч н а я н о в и з н а :

1. Впервые разработана математическая модель ШПУ с машиной наземного расположения, учитывающая взаимное влияние продольных и поперечных колебаний канатов, колебание копровых масс, пластическую деформацию случайной преграды, движение ненатянутых участков канатов, начальное провисание струн, проскальзывание канатов не только на ведущем, но и на отклоняющих шкивах.

2. Впервые (для многоканатной ШПУ с машиной наземного расположения) экспериментально исследованы закономерности распределения и развития аварийных усилий в канатах.

3. Впервые исследованы упругопластические свойства различных преград на пути поднимающегося сосуда и влияние их на характеристики аварийных усилий в канатах.

4. Впервые выбор критической нагрузки поставлен в зависимость от динамических характеристик рассчитываемого объекта.

Разработана методика определения всех ее параметров, в частности - критической продолжительности импульсов. До этого внимание исследователей уделялось лишь форме и амплитуде аварийных импульсов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, адекватность математической модели реальной аварийной ситуации подтверждаются: 1) использованием фундаментальных уравнений теоретической механики; 2) сопоставлением результатов расчетов с экспериментальными данными - расхождение величин максимальных усилий находилось в интервале от -4,525% до +2,025% с доверительной вероятностью 0,95; 3) сопоставлением результатов расчетов по дискретной и континуумной схемам - расхождения не превышали 0,13% ; 4) сопоставлением результатов расчетов по дискретной схеме при различном количестве точечных масс (41 и 189) - максимальные усилия отличались всего на 0,16% .

Научное значение работы состоит в раскрытии закономерностей влияния параметров подъемной установки и случайных факторов аварийной ситуации на распределение и развитие аварийных усилий в канатах, а также в установлении зависимости напряжений в элементах копра и подъемной машины от характеристик аварийных усилий в головных канатах.

Практическое значение работы заключается в разработке методики расчета аварийных (экстренных) нагрузок, рекомендаций по определению их критических параметров, в разработке рекомендаций по ограничению аварийных нагрузок и вызванных ими усилий в элементах подъемной установки, а также в приложении полученных результатов к проектированию. Разработанным в диссертации методом были определены аварийные нагрузки при расчете несущих металлических конструкций укосных копров ствола "Мария" и ствола №3 шахты "Комсомолец", главного ствола шахты им. Карла Маркса и ствола №4 шахты имени Изотова объединения "Артемуголь", укосных копров ствола №3 шахты "Красный Профинтерн" и главного ствола шахты "Ольховатская" объединения "Орджоникидзеуголь", укосного копра главного ствола шахты "Степная" объединения "Павлоградуголь" и др.

Годовой экономический эффект внедрения результатов работы составляет по расчетам НИИГМ им. М. М. Федорова 910 тыс. руб. в ценах 1985 года.

А п р о б а ц и я р а б о т ы . Материалы диссертации докладывались и обсуждались:

на заседании научно-технического совета ПНО "Западуглепроект" по теме "Основные направления проектирования укосных копров" 14 февраля 1990 года в г.Днепропетровске;

на республиканском совещании по обмену опытом представителей научно-исследовательских и проектных институтов, главных механиков отдельных производственных объединений и шахт по вопросу оценки остаточной прочности и остаточного ресурса металлических шахтных копров с усталостным и коррозионным поражением, проведенном 12-13 февраля 1991 года в объединении "Луганскуголь" (г. Луганск) в соответствии с постановлением N² 11 Госгортехнадзора СССР от 25. 05. 90 "О повышении безопасности при эксплуатации подъемных комплексов ...";

на заседаниях научно-технического совета института "Днепрогипрошахт" в 1990 и 1996 годах,

П у б л и к а ц и и . По материалам диссертации опубликовано четыре печатных работы, в том числе - одно авторское свидетельство на изобретение.

С т р у к т у р а и о б ъ е м д и с с е р т а ц и и . Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников (47 наименований) и трех приложений. Она содержит 208 страниц машинописного текста, 42 рисунка и 12 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Большим вкладом в исследование аварийных (экстренных) нагрузок на многоканатные подъемные установки (в том числе с машинами наземного расположения) являются работы Гудзя А. А., Дворникова В. И., Ильина Е. А., Колосова Л. В., Константинова М. Ю., Поверского А. С., Ситаря А. В., Чермалыха В. М. и других. Основное внимание в них уделялось совершенствованию математического аппарата и выявлению аварийных ситуаций, которые могут привести к обрыву головных канатов. Но до настоящего времени оставалась не исследованной зависимость напряжений в рассчитываемых объектах от характеристик импульсивных аварийных нагрузок, а также зависимость этих характеристик от параметров ШПУ и случайных факторов аварийных ситуаций. Решению этих проблем посвящена настоящая работа, в которой определено понятие "наиболее тяжелая

экстренная нагрузка" и разработан метод определения ее параметров.

Для достижения поставленной цели была разработана дискретная математическая модель ШПУ, расчетная схема которой приведена на рис. 1, и фортран-программа - на основе этой модели; экспериментально проверена адекватность математической модели реальной аварийной ситуации; исследованы развитие аварийных усилий в канатах ШПУ и зависимость от этого напряжений в рассчитываемых элементе; предложены способы защиты копров от аварийных нагрузок.

В математической модели шахтной подъемной установки приняты следующие основные допущения: 1) параллельно расположенные канаты можно рассматривать как один - эквивалентной жесткости и массы; 2) распределенная масса канатов может быть заменена дискретными массами; 3) изгибной жесткостью канатов можно пренебречь; 4) уравновешивающие канаты можно рассматривать как две независимые ветви; 5) вращающий момент, создаваемый подъемной машиной, можно считать постоянным во время действия аварийных нагрузок; 6) рассеивание энергии в канатах можно учитывать по гипотезе Фойгта (сила внутреннего трения пропорциональна скорости деформирования); 7) можно считать, что в начальный момент времени все массы модели движутся с одинаковой по абсолютной величине линейной скоростью; 8) силу трения между шкивом и канатами можно считать сосредоточенной в середине дуги, по которой канат огибает шкив.

Канаты и сосуды в рассматриваемой модели заменены сосредоточенными точечными массами m_i ($i = 1, \dots, N$). Случайные упругопластические преграды на пути поднимающегося и опускающегося сосудов описаны алгоритмами, которые удобно иллюстрировать идеализированной диаграммой, изображенной на рис. 2. В диаграмме приняты следующие обозначения: P_y - предельное усилие в упругой стадии нагружения преграды; P_{yy} - усилие, характеризующее начало условной упругости (так здесь названа послепластическая стадия нагружения преграды); P_n - усилие, при котором начинается пластическая деформация преграды; P_3 - усилие, при котором заканчивается условная упругость и возникает защемление сосуда; P_B - усилие, при котором исчерпывается временное сопротивление преграды разрушению; l_n - предельная деформация преграды в пластической стадии ее работы; l_y, l_{yy} - упругая и условно упругая предельные деформации преграды; $l_{общ}$ - общая предельная деформация преграды.

Диаграмма усилий при взаимодействии сосуда с преградой

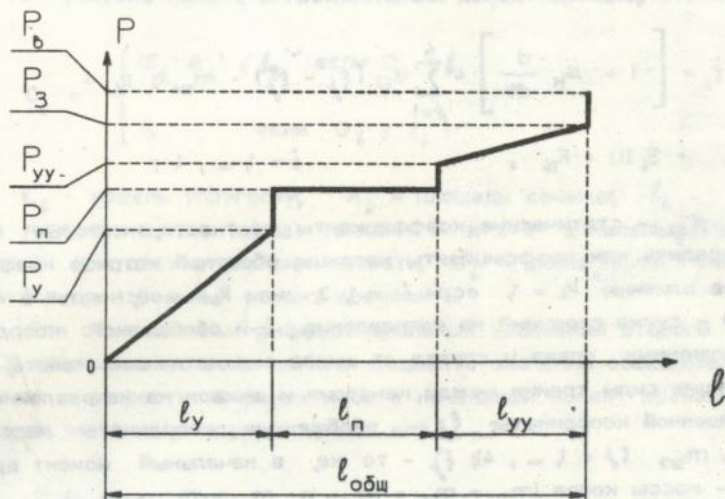


Рис. 2

Трение канатов по шкивам учитывается по известной формуле Эйлера. Уменьшение коэффициента трения в процессе скольжения отражено формулой

$$f = f_K + (f_H - f_K) \cdot \exp(-4 \cdot L_i / L_i^*), \quad (1)$$

где f_H - коэффициент трения каната по футеровке шкива при отсутствии скольжения; f_K - то же, при длительном скольжении каната по футеровке; L_i - фактический путь непрерывного скольжения каната по футеровке шкива; L_i^* - путь скольжения канатов, на котором коэффициент трения f снижается от f_H до f_K .

Наличие или отсутствие скольжения канатов по шкиву определяется сравнением абсолютных величин максимально возможной в данный момент силы трения и разности усилий в двух примыкающих к шкиву участках канатов.

Упруго-инерционный копер впервые представлен вне зависимости от конкретной конструкции плоской двухмассовой расчетной схемой, что достигнуто применением метода коэффициентов взаимного влияния перемещений сосредоточенных масс. Показано, что этот метод без принципиальных изменений может быть распространен на

многомассовую трехмерную схему. Для двухмассового копра уравнения движения имеют вид

$$m_{шi} \ddot{\xi}_i = \left[1 + \mu_k \frac{d}{dt} \right] \cdot \sum_{j=1}^4 d_{ij} (\xi_j - \xi_j^0) + m_{шi} \cdot g \cdot \nu_i + S_i(t) + F_{Ti} \quad i = 1, \dots, 4; \quad (2)$$

где d_{ij} - статические коэффициенты жесткости, которые можно определить как коэффициенты матрицы, обратной матрице коэффициентов влияния; $\nu_i = 1$, если $i = 1, 3$, или $\nu_i = 0$, если $i = 2, 4$; $S_i(t)$ - сумма проекций на направление i -й обобщенной координаты приложенных слева и справа от шкива сил натяжения каната; F_{Ti} - проекция силы трения между канатами и шкивом на направление i -й обобщенной координаты; ξ_j - обобщенные координаты масс копра $m_{ш1}, m_{ш2}$ ($j = 1, \dots, 4$); ξ_j^0 - то же, в начальный момент времени; m_i - массы копра ($m_1 = m_2 = m_{ш1}$ и $m_3 = m_4 = m_{ш2}$).

Рассматриваемая механическая система описывается $2N+5$ дифференциальными уравнениями (в том числе и уравнениями (2)), которые были выведены из уравнений Лагранжа второго рода. В качестве характерного примера уравнений движения канатов можно привести уравнения движения изображенных на рис. 1 точечных масс нижней струны и отвеса набегающей ветви (кроме масс, примыкающих к шкивам, и массы поднимающегося сосуда):

$$\left\{ \begin{aligned} m_i \ddot{x}_i &= C_i \left[1 + \mu \frac{d}{dt} \right] \Delta_i \cdot \frac{x_{i+1} - x_i}{D_i} - \\ &- C_{i-1} \left[1 + \mu \frac{d}{dt} \right] \Delta_{i-1} \cdot \frac{x_i - x_{i-1}}{D_{i-1}}, \\ m_i \ddot{y}_i &= C_i \left[1 + \mu \frac{d}{dt} \right] \Delta_i \cdot \frac{y_{i+1} - y_i}{D_i} - \\ &- C_{i-1} \left[1 + \mu \frac{d}{dt} \right] \Delta_{i-1} \cdot \frac{y_i - y_{i-1}}{D_{i-1}} + \\ &+ P_i. \end{aligned} \right. \quad (3)$$

Здесь μ - параметр вязкости канатов; Δl_i - удлинение i -го участка каната в произвольный момент времени;

$$C_i = \begin{cases} (E_i \cdot A_i) / l_i, & \text{если } D_i > l_i, \\ 0, & \text{если } D_i \leq l_i, \end{cases} \quad (4)$$

где E_i - модуль упругости, A_i - площади сечения, l_i - длина i -го участка канатов (между точками i и $i+1$) в начальный момент времени при отсутствии сил тяжести, D_i - длина i -го участка каната в произвольный момент времени t .

Для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка (3) начальные условия должны задавать значения обобщенных координат и скорости точечных масс в начальный момент времени. Начальные значения координат имеют вид

$$\begin{cases} x_{0i} = x_{ni} + u_{0i}, \\ y_{0i} = y_{ni} + v_{0i}, \end{cases} \quad (5)$$

Здесь x_{ni} и y_{ni} - координаты i -той точечной массы в начальный момент времени при отсутствии действия каких бы то ни было сил, в том числе и сил тяжести, определяются непосредственно из геометрических параметров системы при описании модели каната; u_{0i} и v_{0i} - приращения начальных значений координат (соответственно x_i и y_i), которые являются результатом действия сил тяжести P_1, P_2, \dots, P_N и уравновешивающего их момента M_D создаваемого электродвигателем на ведущем шкиве.

Начальные скорости рассматриваемых точечных масс в предположении того, что в начальный момент времени порожний сосуд поднимался, а груженный - опускался со скоростью V_0 , имеют следующие проекции на оси X и Y : для вертикального участка канатов набегающей ветви $\dot{x}_{0i} = 0$, $\dot{y}_{0i} = V_0$, для нижней струны

$$\begin{cases} \dot{x}_{0i} = -V_0 \sin \alpha_{c1}, \\ \dot{y}_{0i} = V_0 \cos \alpha_{c1}, \end{cases} \quad (6)$$

где α_{c1} - угол отклонения от вертикали нижней струны канатов (см. рис. 1).

Система обыкновенных дифференциальных уравнений второго

порядка вида (3) с начальными условиями вида (5) и (6) решалась численным методом, известным под названием "модифицированный метод Эйлера". Устойчивость вычислительного процесса обеспечивалась выбором шага интегрирования по времени Δt . В соответствии с условием Куранта-Фридрихса-Леви

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t < k \cdot \min \left[\frac{l_1}{v_1}, \dots, \frac{l_i}{v_i}, \dots, \frac{l_{N-1}}{v_{N-1}} \right], \\ \Delta t < 0.1 \cdot T_{\min} \end{array} \right. \quad (7)$$

где T_{\min} - период первого тона собственных колебаний наиболее жесткого элемента копра или одной из случайных упругих преград с присоединенной массой соответствующего ей сосуда; $v_i = \sqrt{E_i A_i / \mu_{ni}}$ - скорость распространения упругой волны в i -том участке каната; E_i , A_i , μ_{ni} - модуль упругости, площадь всех проволок и погонная масса i -го участка каната; k - эмпирический коэффициент запаса устойчивости, принятый в настоящей работе равным 0.5. Расчеты выполнялись с помощью программы "Лифт", основанной на предлагаемой методике.

Проверка адекватности математической модели реальной аварийной ситуации и устойчивости вычислительного процесса выполнялись контролем баланса энергии в вычислительном процессе. Так при расчете подъемной установки ствола "Мария" шахты "Комсомолец" максимальное отклонение общей энергии от своего среднего значения составляло 0.58% в первые 0.2 сек. Последующие отклонения не превышали 0.07%. Этот результат подтверждает правомерность применения дискретной математической модели для исследования аварийных процессов в шахтных подъемных установках.

Исследование аварийного процесса в многоканатной подъемной установке с машиной наземного расположения включало также эксперименты на механической модели, что является новизной предлагаемой работы. Модель была собрана на испытательном стенде КБ "Южное". Сравнение теоретических и экспериментальных результатов показывает, что математическая модель и написанная на ее основе фортран-программа с высокой точностью отражают физические процессы в ШПУ. Отклонения теоретических значений максимальных усилий от экспериментальных находятся в интервале от -4.525% до +2.025% с доверительной вероятностью 0.95.

Для изучения распределения и развития аварийных усилий в канатах были проведены более 20-ти численных экспериментов с различными параметрами ШПУ и характеристиками случайных преград. Результаты расчетов представлены графиками усилий в главной и сопряженной ветвях канатов. На рис. 3 приведен пример таких графиков для подъемной установки ствола "Мария". В результате исследований установлено, что параметры аварийной нагрузки меняются в широких пределах, но во всех случаях нагрузка является импульсивной, а форму первых импульсов можно считать синусоидальной. Очевидно, что максимальные усилия в рассчитываемых элементах будут возникать при разрывных усилиях в главной ветви и соответствующих им максимальных усилиях в сопряженной. Время действия импульса в зависимости от обстоятельств аварийной ситуации и параметров подъемной установки меняется в широких пределах: от 0,27 до 2,50 с. Тогда задача поиска критической аварийной нагрузки сводится к поиску критической продолжительности импульсов. Для одномассовой системы, изображенной на рис. 4, оптимизационную задачу можно записать в виде

$$x(t, \tau) \xrightarrow{t, \tau} \max, \quad (8)$$

где $x(t, \tau)$ - отклонение от положения равновесия массы m в результате действия синусоидального импульса $P(t)$ с амплитудой H и продолжительностью τ ,

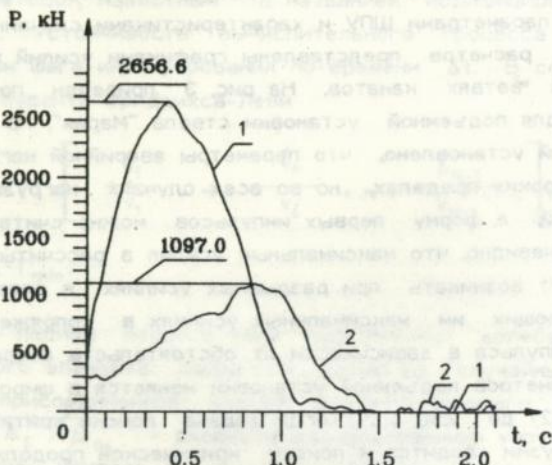
$$P(t) = \begin{cases} H \cdot \sin(\pi t / \tau), & \text{если } 0 < t \leq \tau, \\ 0, & \text{если } t > \tau. \end{cases} \quad (9)$$

Решением задачи (8) установлено, что максимальное отклонение массы m от положения равновесия достигается при $\tau = 0,81 \cdot T$, где $T = 2\pi \sqrt{m / c_n}$ - период собственных колебаний одно-массовой системы, c_n - коэффициент жесткости пружины.

Для копра одномассовая схема является слишком упрощенной, однако расчеты, выполненные по программе "Копер", показывают, что в этом случае критической является продолжительность, принимающая одно из следующих значений: $T_i = 0,81 \cdot T_i$, где T_i - период i -той формы собственных колебаний копра ($i = 1, \dots, K$).

Применение полученных результатов в дальнейших исследованиях позволило выявить некоторые важные особенности поведения

Численный эксперимент № 1



- 1 - усилие в главной ветви канатов;
2 - усилие в сопряженной ветви канатов

Рис. 3

Одномассовая колебательная система

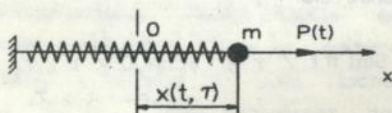


Рис. 4

укосных копров под действием импульсивных нагрузок. Например, было установлено, что при загрузке укосного копра импульсивной нагрузкой среди инерционных сил преобладают горизонтальные (в отличие от статического нагружения), что обшивка станка значительно повышает жесткость копра, тем самым уменьшая период первой формы его собственных колебаний, и что станок копра можно защитить от действия аварийных нагрузок, передав большую их часть на укосину (авторское свидетельство № 650786).

Применение результатов исследований в проектировании рекон-

струкции укосных копров ствола № 3 шахты "Красный Профинтерн", ствола № 4 шахты "Изотова" и др, позволило сохранить существующие станки копров, ограничив передаваемые на них аварийные усилия специальными предохранителями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе изложены научно обоснованные технические разработки, направленные на решение актуальной задачи горного машиностроения и строительства - разработку методики определения аварийных нагрузок на элементы шахтной подъемной установки и рекомендаций по ограничению этих нагрузок.

Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. Определены закономерности влияния параметров подъемной установки и случайных факторов аварийной ситуации на аварийные усилия в головных канатах и напряжения в элементах ШПУ. В частности установлено, что в канатах главной ветви любой подъемной установки могут возникнуть разрывные либо близкие к ним усилия и, что напряжения в рассчитываемых элементах зависят не только от амплитуд, но и от продолжительности импульсов, достигая максимального значения в тех случаях, когда продолжительность равна 0,81 периода одной из форм собственных колебаний рассчитываемого объекта.

2. Разработана методика расчета аварийных нагрузок, основанная на замене канатов и копра системой точечных масс, соединенных невесомыми пружинами.

3. Разработаны рекомендации по определению критических параметров аварийных усилий в канатах, основой которых являются следующие положения: 1) форма аварийных импульсов является синусоидальной; 2) амплитуда импульса в главной ветви равна сумме разрывных усилий всех ее канатов, в сопряженной - 55% амплитуды импульса в главной ветви в случае применения термостойкой футеровки с коэффициентом трения каната по ней не менее 0,4 и 75% в остальных случаях; 3) продолжительность импульсов в обеих ветвях равна 0,81 периода одной из форм собственных колебаний рассчитываемого объекта. Эти результаты легли в основу руководящего документа Госуглепрома "Методика расчета металлических конструкций шахтных копров" (РД12.007-94, - К.: Госуглепром, 1994).

4. Даны рекомендации по предотвращению аварийных нагрузок

либо снижению их амплитуд до безопасного уровня, суть которых состоит в том, что опасную аварийную ситуацию в работе подъемной установки можно предотвратить термостойкой футеровкой ведущего шкива в сочетании со своевременным отключением двигателей и включением тормоза в случае выхода поднимающегося сосуда из проводников или зависания опускающегося сосуда в стволе шахты.

5. Рекомендовано защищенное авторским свидетельством конструктивное решение укосного копра, позволяющее рационально перераспределять аварийные усилия между станком и укосиной. Конструктивное решение "копер с предохранителем" применено при реконструкции укосных копров ствола № 3 шахты "Красный Профинтерн" и ствола № 4 шахты "Изотова".

6. Проведены эксперименты на механической модели шахтной подъемной установки, результаты которых послужили подтверждением достоверности научных приложений и адекватности математической и механической моделей аварийной ситуации; отклонение теоретических значений аварийных усилий от экспериментальных не превышают 4,53% с доверительной вероятностью 0,95.

Технические разработки внедрены в рабочих проектах укосных копров шахт "Комсомолец", "Красный Профинтерн", "Ольховатская", "Степная", имени Изотова, Карла Маркса и др. Годовой экономический эффект в ценах 1985 года составляет 910 тыс. руб.

Основные положения диссертации отражены в следующих публикациях:

1. Ткач А.А. Влияние упругости укосного копра на величину экстренных усилий в канатах шахтной подъемной установки. // Горная механика. Сборник научн. трудов (научно-исслед. институт горной механики им. М. М. Федорова), Вып. 1, часть 1. - Донецк, 1991. - С. 110 - 116.

2. Ткач А.А. Определение экстренных усилий в многоканатной подъемной установке // Горная механика. Сборник научн. трудов (научно-исслед. институт горной механики им. М. М. Федорова), Вып. 1, часть 1. - Донецк, 1991. - С. 102 - 109.

3. Ткач А.А. Прогрессивные методы реконструкции укосных копров // Повышение технического уровня проектов, строительного производства и эффективности научных разработок (Материалы научно-практической конференции, Днепропетровск, 1989). - М., - 1990. - С. 109 - 110.

4. Шахтный копер: А.С., 650786, СССР, МКИЗ E04H 12/26 /

А.А. Ткач, С.Р. Ильин, А.Ф. Новиков. - 4 с.: ил. Личный вклад автора диссертации: предложение применять в укосных копрах предохранительные устройства для переключения аварийной нагрузки со станка на укосину и конструктивное решение одного из них.

Tkach A. A. - The dynamics of breakdown rates of multi-rope lifting plant with surface-positioned engine. A thesis for a degree of the candidate of technical sciences by the speciality 05. 15. 16 - Mine Machines, - State Mining University of Ukraine, - Dnepropetrovsk, - 1996.

Defended scientific statements concern a breakdown dynamic load on headframe and lifter of multi-rope mine lifting plant with engine positioned on earth.

Here is studied the dependence between breakdown loads and influence of lifting plant parameters and accidental factors of breakdown situation. Breakdown load will be critical (i. e. that one making most tension in calculated elements) if pulse amplitude in lifting ropes is chese to explosive effort but does not lead to break of ropes. Pulse duration is 0,81 of a period of a form of the calculated object own oscillation.

A methode of calculation of breakdown loads on headframe and lifter is worked out here. Some methods of preventing of breakdown loads and reducing of breakdown pulse amplitudes till safer rates are presented in this thesis.

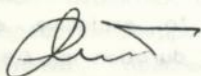
Ткач О. О. Динаміка аварійних режимів багатоканатної шахтної підйомальної установки з машиною наземного розташування. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05. 15. 16 - гірничі машини. - Державна гірнича академія України. - Дніпропетровськ, 1996.

Захищаються наукові положення, які стосуються аварійних динамічних зусиль в головних канатах, або, що одне й те ж, аварійних навантажень на підйомальні машини та укосні копри. Вивчена залежність аварійних навантажень від впливу параметрів підйомальної установки та випадкових факторів аварійної ситуації. Аварійне навантаження буде критичним, тобто таким, що створює найбільші напруження в елементах копра або підйомальної машини,

якщо амплітуда імпульсів в головних канатах близька до розривного зусилля, але не зриває канатів, а тривалість імпульсів дорівнює 0,81 періоду однієї з форм власних коливань об'єкту, що підлягає розрахунку. Розроблена методика розрахунку аварійних навантажень на копер та підймальну машину. Запропоновані засоби, що запобігають аварійним ситуаціям або зменшують амплітуди аварійних імпульсів до безпечного рівня.

Ключові слова: багатоканатна підймальна установка, підймальна машина наземного розташування, копер, аварійне навантаження, екстремне навантаження, критичне навантаження, аварійна ситуація.

Соискатель



А. А. Ткач

Відповідальний за випуск д.т.н. Симанович Г.А.

Підписано до друку 09.09.96. Обсяг 1 да, Тираж 100.
Рот. ДДШ. Замовлення N° 51. м. Дніпропетровськ

439109

AB 35.643