Министерство образования Украины

ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЧАН ВАН ТЬЕН

# СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Специальность 05.05.05 - Подъемно-транспортные машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Одесса - 1996

государственном политехническом университете.

Диссертация является рукописью.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Семенюк Владимир Федорович.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Щекин Борис Михайлович
кандидат технических наук, доцент Ясиновский Александр Михайлович.

Ведущая организация - Украинский институт кранострое́ния (г. Одесса)

Защита состоится " 25 " июня 1996 г. в 14⁰⁰ часов в аудитории 157 ГУК на заседании специализированного совета Д.05.06.01 при Одесском государственном политехническом университете по адресу: 270044, Одесса, пр.Шевченко, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОГПУ.

Автореферат разослан " " мая 1996 г.

Ваш отзыв в одном экземпляре, заверенный печатью просим направить по указанному адресу.



Ученый секретарь
специализированного совета И.М. Белоконев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Козловые краны являются одним из основных средств механизации перегрузочных и складских работ в различных отраслях народного хозяйства.

Вследствие несимметричности схемы нагружения козлового крана при работе механизма подъема возникают не только вертикальные, но и горизонтальные колебания моста. Наибольшие колебания появляются в металлоконструкции при подъеме груза " с подхватом " на конце консоли у жесткой опоры. Колебания происходят с малыми частотами, большими амплитудами и затухают медленно ($t_{зат}$= 30+50с).

Медленное затухание упругих колебаний после снятия вынуждающей силы или момента всегда неблагоприятно влияет на работоспособность кранов. Во-первых, колебания остова крана вызывают вибрации кабины, оказывающие вредное физиологическое воздействие на крановщика. Во-вторых, упругие колебания металлоконструкций вызывают в элементах дополнительные изменяющиеся во времени напряжения, что приводит к снижению их сопротивления усталости.

Поэтому для обеспечения критерия гигиенического ограничения и выносливости крана время затухания колебаний металлоконструкций должно быть $t_{зат} \leq 10с$, при этом первоначальные амплитуды колебаний снижаются на 95% .

В настоящее время способы гашения колебаний металлоконструкций недостаточно исследовались.

Существующие гасители колебаний (ГК) не всегда удовлетворяют эксплуатационным требованиям, они не развивают достаточно большую силу сопротивления для интенсификации гашения колебаний и не обеспечивают необходимую надежность работы.

Цель работы: разработка способов повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов и создание высокоэффективных гасителей колебаний.

Для достижении этой цели необходимо решить следующие задачи:

1.Разработать математические модели козлового крана для различных способов гашения колебаний металлоконструкций с применением специальных устройств.

2.Исследовать влияние способа и места установки ГК в силовой цепи крана на эффективность гашения колебаний металлоконструкций.

3.Предложить критерии оценки эффективности конструкций ГК металлоконструкций кранов.

4.Создать новые конструкций ГК, развивающие большую силу сопротивления при малых габаритах и имеющие высокую эксплуатационную

надежность.

5.Провести теоретическое исследование влияния основных параметров разработанных конструкций ГК на эффективность гашения колебаний.

6.Оценить влияние характеристики действия фрикционных ГК на эффективность гашения колебаний металлоконструкций кранов.

7.Провести сравнительный анализ различных систем гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов.

Научная новизна работы заключается в решении актуальной проблемы в области подъемно-транспортного машиностроения: разработка нового способа повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов и создание высокоэффективных конструкций гасителей колебаний, позволяющих существенно увеличить силу сопротивления и обеспечить высокий коэффициент стабильности работы.

Новые научные результаты:

1.Разработаны математические модели козлового крана, позволяющие исследовать влияние способа и места установки гасителя колебаний в силовой цепи крана на эффективность гашения колебаний металлоконструкций.

2.Предложен и теоретически обоснован способ повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов, позволяющий быстро гасить колебания остова крана и одновременно существенно (в два и более раза) снизить первоначальные динамические нагрузки,действующие на металлоконструкцию и механизм подъема.

3.Предложены критерии оценки эффективности конструкций гасителей колебаний металлоконструкций кранов.

4.Найдены аналитические зависимости для определения основных параметров разработанных конструкций клиновых и роликовых гасителей колебаний.

На защиту выносятся результаты исследований автора, выполненных в течение пятилетнего периода:

1.Математические модели козлового крана для различных способов гашения колебаний металлоконструкций с применением специальных устройств.

2.Результаты аналитических исследований влияния способа и места установки гасителя колебаний в силовой цепи крана на эффективности гашения колебаний металлоконструкций.

3.Теоретическое обоснование нового способа повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов.

4.Оригинальные конструктивные решения гасителей колебаний в виде многопоточных клиновых и роликовых механизмов.

5. Аналитические зависимости для определения основных конструктивных параметров клиновых и роликовых гасителей колебаний.
6. Результаты теоретического исследования влияния основных параметров разработанных конструкций клиновых и роликовых гасителей колебаний на эффективность гашения колебаний.
7. Результаты сравнительного анализа различных систем гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов.

Методы исследований включают в себя фундаментальные положения теоретической и прикладной механики, методы математического моделирования, численные методы решения дифференциальных уравнений, а также программирование на ЭВМ.

Достоверность полученных результатов оценена с помощью адекватных методов аналитического исследования, сопоставления результатов аналитического исследования с данными, полученными другими авторами для частных случаев решения аналогичных задач.

Практическая ценность работы состоит в том, что созданы оригинальные конструкции гасителей колебаний клинового и роликового типов, развивающие в 25 ÷ 35 раз большую силу сопротивления и обеспечивающие в 3 раза выше коэффициент стабильности работы, чем известные фрикционные гасители колебаний.

Для расчета и выбора рациональных параметров разработанных конструкций гасителей колебаний получены аналитические зависимости.

Разработан алгоритм, составлена и отлажена на ПЭВМ программа решения задач динамического анализа колебаний металлоконструкций козловых кранов, оснащенных специальными устройствами для гашения колебаний.

Реализация результатов исследований.

Разработанные способ и конструкции для повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов будут использованы в инженерной практике на предприятиях Вьетнама и Украины, выпускающих и эксплуатирующих козловые краны.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы обсуждались на научных семинарах кафедры подъемно-транспортного и робототехнического оборудования Одесского политехнического университета.

Публикации. По теме диссертации опубликовано семь научных статьей.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников из 131 наименований. Работа изложена на 140 страницах машинописного текста, содержит 77 рисунков и 3 таблицы.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель исследования.

В первой главе."Современное состояние исследований в области гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов" проведен анализ известных способов гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов. Дана классификация возможных способов гашения колебаний с применением специальных устройств. Выполнен анализ существующих конструкций гасителей колебаний металлоконструкций козловых кранов. Показано, что применение динамических и гидравлических гасителей колебаний приводит к усложнению конструкции кранов, а фрикционные ГК хотя и просты по конструкции, но развивают недостаточно большую силу сопротивления и имеют невысокую надежность из-за нестабильности значений коэффициентов трения. Отмечено, что до настоящего времени наиболее полно исследован лишь способ гашения колебаний путем установки ГК параллельно металлоконстукции крана. Другие возможные способы не исследовались.

Проведенный анализ состояния исследований в области гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов позволит определить задачи, которые необходимо решить для повышения эффективности гашения колебаний.

Во второй главе " Исследование процесса гашения колебаний козловых кранов при установке гасителя колебаний параллельно силовой цепи крана" рассмотрены процесса гашения колебаний козловых кранов с помощью гидравлических и фрикционных гасителей для трех вариантов установки ГК: параллельно в металлоконструкции, параллельно в системе подвеса груза, параллельно в металлоконструкции и одновременно параллельно в системе подвеса груза. Для каждого из указанных вариантов разработана матемтическая модель, в которой козловой кран с гасителями колебаний представлен в виде системы "кран-гаситель-груз" и рассмотрено движение этой системы в доотрывной и послеотрывной стадиях. Полученные для каждого из вариантов установки ГК системы дифференциальных уравнений с учетом начальных условий и условий перехода к следующему этапу движения численно решены на ПЭВМ с использованием метода Рунге-Кутта.

Проведенное в настоящей главе исследование показало, что при установке параллельно в металлоконструкции ГК гасит колебания не только остова, но и системы подвесы груза,но при этом практически не снижает первоначальные динамические нагрузки в металлоконструк-

ции и в канатах. Установка ГК параллельно в системе подвеса груза не позволяет гасить колебания металлоконструкции, а только незначительно уменьшает динамическую нагрузку в канатах.

Третья глава "Исследование процесса гашения колебаний козловых кранов при установке гасителя колебаний последовательно с основными элементами силовой цепи крана" посвящена определению возможности гашения колебаний металлоконструкции путем установки ГК последовательно в силовой цепи крана.

Разработаны математические модели козлового крана для двух вариантов установки гасителей колебаний гидравлического и фрикционного типов: последовательно в металлоконструкции и последовательно в системе подвеса груза. Проведено исследование процесса гашения колебаний металлоконструкции для каждого из этих вариантов. Определено, что установка гасителей колебаний последовательно в металлоконструкции не только не гасит колебаний металлоконструкции, а наоборот приводит к противоположному эффекту-возбуждает колебания остова крана. Установка гасителей колебаний последовательно в системе подвеса груза не гасит колебания остова, но существенно снижает первоначальные динамические нагрузки на металлоконструкцию и механизм подъема.

В чевертой главе "Исследование гашения колебаний козловых кранов при установке ГК параллельно в металлоконструкции и последовательно в системе подвеса груза" проведено исследование эффективности предложенного способа установки гасителей колебаний в динамической цепи крана (рис.1).

На рис.1 приняты следующие обозначения: $m_y$ - масса моста и тележки, приведенная к вертикальной деформации моста $y_3$; $m_x$ - полная масса моста, масса тележки и масса опор, приведенная к горизонтальной деформации моста $x_3$; $m_1$ - масса вращающихся частей механизма подъема, приведенная к поступательному перемещению $y_1$, совпадающему с направлением перемещения груза $y_2$; $m_2$ - масса груза; G - вес груза; P - усилие подъемного двигателя, приведенное к поступательному перемещению груза, $C_p$ -жесткость канатной подвески груза; $C_y$, $C_x$ - жесткость металлоконструкции в вертикальном и горизонтальном направлениях; $S_1$, $S_2$ - суммарное усилие в подъемных канатах соответственно до отрыва груза и после отрыва груза от основания; $P_{y1}$, $P_{y2}$, $P_{x1}$, $P_{x2}$ - усилия, действующие на мост крана в вертикальном и горизонтальном направлениях, возникающие при подъеме груза в доотрывной и послеотрывной стадиях движения соответственно; $m_d$ -масса системы демпфирования, приведенная к верти-

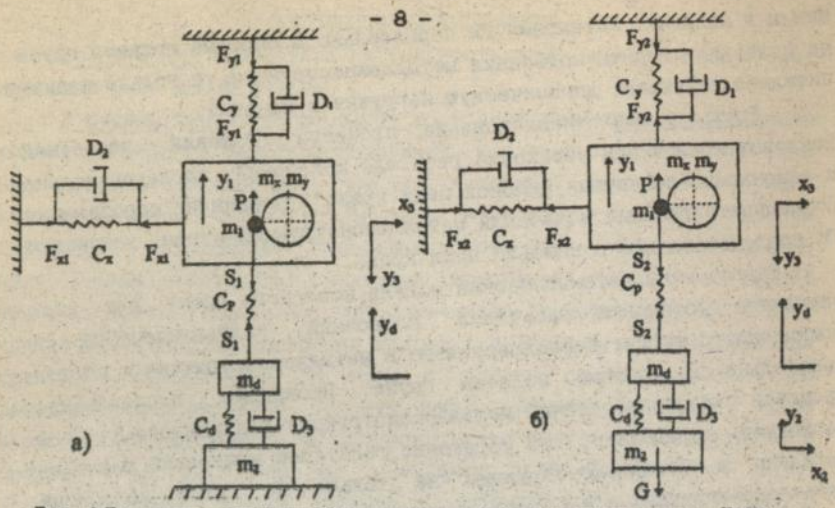


Рис.1 Расчетная динамическая схема козлового крана при установке ГК параллельно в металлоконструкции и последовательно в системе подвеса груза в доотрывной (а) и послеотрывной (б) стадиях.

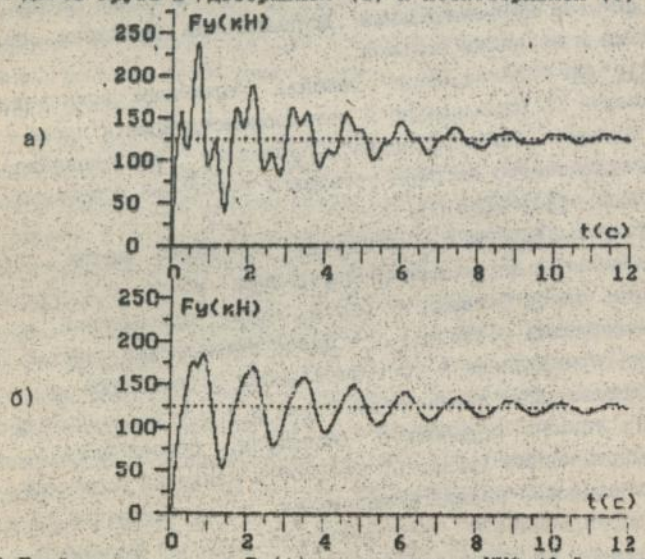


Рис.2.Графики изменения Fy(t) для крана ККО-12,5 при подъеме груза" с подхватом" на конце консоли при наличии гидравлических ГК:
а)установленных параллельно в металлоконструкции $D_1=D_2=20$
б) при установке параллельно в металлоконструкции и последовательно в системе подвеса груза $D_1=D_2=D_3=20$

кальному перемещению $y_d$; $C_d$ - жесткость амортизатора.

Силы сопротивления гасителя предполагаются пропорциональными соответствующим скоростям перемещений масс $m_y$, $m_x$, $m_d$ и деформации системы подвеса груза $D_1\dot{y}_3$, $D_2\dot{x}_3$, $D_3(\dot{y}_1-\dot{y}_3-\dot{y}_2)$, где $D_1$, $D_2$, $D_3$ - коэффициенты пропорцональности.

Движение динамической системы "кран-гаситель-груз" в доотрывной стадии описывается дифференциальными уравнениями:

$$m_1\ddot{y}_1 = P_0 - \beta\dot{y}_1 - C_p(y_1-y_3-y_d);$$

$$y_3 = \delta_{yy}[C_p(y_1-y_3-y_d) - m_y\ddot{y}_3 - D_1\dot{y}_3] + \delta_{yx}[-m_x\ddot{x}_3 - D_2\dot{x}_3];$$

$$x_3 = \delta_{xy}[C_p(y_1-y_3-y_d) - m_y\ddot{y}_3 - D_1\dot{y}_3] + \delta_{xx}[-m_x\ddot{x}_3 - D_2\dot{x}_3];$$

$$m_d\ddot{y}_d = C_p(y_1-y_3-y_d) - (C_d y_d + D_3\dot{y}_d), \qquad (1)$$

где $\delta_{xx}$, $\delta_{yy}$, $\delta_{xy}$, $\delta_{yx}$ - податливости металлоконструкции; $P_0$ - усилие в момент пуска электродвигателя при числе оборотов, равном нулю; $\beta$ - коэффициент жесткости механической характеристики.

Начальные условия для первой стадии движения системы в случае подъема груза с подхватом:

$t_1 = 0$; $y_1 = 0$; $\dot{y} = (\dot{y}_1)_0$; $y_3 = 0$; $\dot{y}_3 = 0$; $x_3 = 0$; $\dot{x}_3 = 0$; $y_d = 0$; $\dot{y}_d = 0$, здесь $(\dot{y}_1)_0$ - скорость массы $m_1$, соответствующая скорости холостого хода электродвигателя механизма подъема.

Условием перехода к послеотрывной стадии движения динамической системы является равенство: $(S_1)_1 = G$, где $(S_1)_1$ - усилие в подъемных канатах в конце доотрывной стадии.

После отрыва груза от основания движение системы описывается дифференциальными уравнениями:

$$m_1\ddot{y}_1 = P_0 - \beta\dot{y}_1 - C_p(y_1-y_3-y_d-y_2);$$

$$y_3 = \delta_{yy}[C_p(y_1-y_3-y_d-y_2) - m_y\ddot{y}_3 - D_1\dot{y}_3] + \delta_{yx}[-m_x\ddot{x}_3 - m_2\ddot{x}_2 - D_2\dot{x}_3];$$

$$x_3 = \delta_{xy}[C_p(y_1-y_3-y_d-y_2) - m_y\ddot{y}_3 - D_1\dot{y}_3] + \delta_{xx}[-m_x\ddot{x}_3 - m_2\ddot{x}_2 - D_2\dot{x}_3];$$

$$m_d\ddot{y}_d = C_p(y_1-y_3-y_d-y_2) - (C_d y_d + D_3\dot{y}_d);$$

$$m_2\ddot{y}_2 = (C_d y_d + D_3\dot{y}_d) - G;$$

$$m_2\ddot{x}_2 = -\frac{G}{h}(x_2 - x_3). \qquad (2)$$

Начальные условия для данной стадии движения:

$t_2 = 0$; $y_1 = (y_1)_1$; $\dot{y}_1 = (\dot{y}_1)_1$; $y_3 = (y_3)_1$; $\dot{y}_3 = (\dot{y}_3)_1$; $x_3 = (x_3)_1$;

$\dot{x}_з = (\dot{x}_з)_1$; $y_д = (y_д)_1$; $\dot{y}_д = (\dot{y}_д)_1$; $y_2=0$; $\dot{y}_2=0$; $x_2=0$; $\dot{x}_2=0$,

где $(y_1)_1$; $(y_з)_1$; $(x_з)_1$; $(y_д)_1$; $(\dot{y}_1)_1$; $(\dot{y}_з)_1$; $(\dot{x}_з)_1$; $(\dot{y}_д)_1$ - перемещения и скорости масс $m_1$, $m_y$, $m_x$, $m_д$ в конце доотрывной стадии движения.

Результаты решения систем дифференциальных уравнений (1) и (2) для козлового крана ККО-12,5 показали, что за требуемое время t=10с первоначальные амплитуды колебаний металлоконструкции уменьшаются до требуемого значения 5%, при этом существенно снижаются динамические нагрузки, действующие на металлоконструкцию (в 2,24 раза) и механизм подъема (в 3,27 раза).

На рис.2 представлены графики изменения Fy(t) для известного и предложенного способов гашения колебаний.

Проведены соответствующие исследования не только для гидравлических, но и для фрикционных ГК с различными характеристиками силы сопротивления. Результаты исследований подтверждают вывод, сделанный для гидравлических и кроме того показывают, что эффективность гашения колебаний фрикционными ГК не зависит от характеристики силы сопротивления, а определяется работой этих сил.

В пятой главе " Исследование влияния конструкции и основных параметров ГК на эффективность гашения колебаний" разработаны новые конструкции ГК, в основу которых положены клиновый и роликовый механизмы.

На рис.3 представлена конструктивная схема клинового гасителя колебаний двухстороннего действия. Он состоит из двух рядов клиньев. Каждый ряд содержит группы клиньев, соединенных между собой пружинами. Группа включает в себя центральный клин 1 и два крайних клина 2. Каждый центральный клин одного ряда связан при помощи штанги с центральным клином другого ряда.

При прямом ходе центральные клинья 1 верхнего и нижнего рядов опускаются, боковые клинья 2 нижнего ряда расходятся, сжимая пружины 3, а верхнего ряда сходятся под действием пружин 3. При обратном ходе центральные клинья 1 верхнего и нижнего рядов поднимаются, при этом движение боковых клиньев 2 нижнего и верхнего рядов противоположно их движению при прямом ходе.

Составив расчетную схему (рис.4) с учетом характера движения клиньев и рассмотрев равновесие каждого из клиньев, после соответствующих преобразований найдены зависимости для сил сопротивления при прямом $F_1$ и обратном $F_2$ ходах

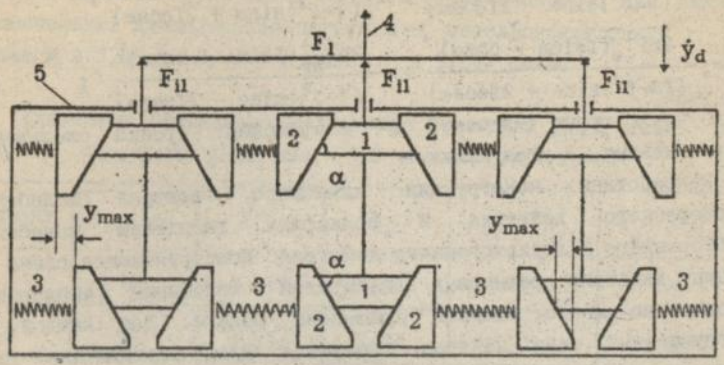


Рис.3. Конструктивная схема клинового гасителя колебаний двухстороннего действия

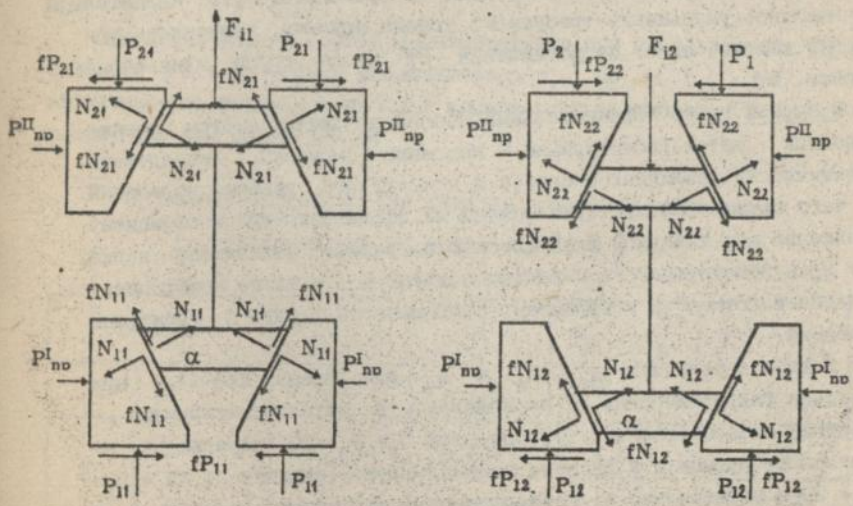


Рис.4. Расчетная схема клинового гасителя колебаний двухстороннего действия
1- прямый ход, 2- обратный ход

$$P_1 = \frac{2nP^{I}_{пр}(f\sin\alpha + \cos\alpha)}{[(1-f^2)\sin\alpha - 2f\cos\alpha]} + \frac{2nP^{II}_{пр}(f\sin\alpha - \cos\alpha)}{[(1-f^2)\sin\alpha + 2f\cos\alpha]}; \qquad (3)$$

$$P_2 = \frac{2nP^{I}_{пр}(f\sin\alpha - \cos\alpha)}{[(1-f^2)\sin\alpha + 2f\cos\alpha]} + \frac{2nP^{II}_{пр}(f\sin\alpha + \cos\alpha)}{[(1-f^2)\sin\alpha - 2f\cos\alpha]}; \qquad (4)$$

где n- число групп клиньев; f- коэффициент трения скольжения между клиньями, α-угол клина.

Разработаны конструкции клинового гасителя колебаний одностороннего действия и роликовых гасителей колебаний одностороннего и двухстороннего действия. Конструктивная схема и принцип действия роликовых гасителей колебаний аналогичны клиновым, но вместо клиньев применены ролики. Для каждой из конструктивных схем найдены выражения для определения сил сопротивления в зависимости от основных конструктивных праметров гасителей.

Проведено исследование влияния конструкции и основных параметров разработанных ГК на эффективность гашения колебаний. Характерной особенностью клинового и роликового ГК является значительное уменьшение требуемого усилия пружины, зависящее при одной и той же силе сопротивления от числа групп клиньев и роликов.

В шестой главе "Сравнительный анализ различных систем гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов" определена эффективность различных способов и конструкций гашения колебаний для чего предложены критерии оценки их эффективности: коэффициент уменьшения вертикальной динамической нагрузки, вызывающей изгиб мост $k_y$ и действующей на механизм подъема $k_п$, а также коэффициент усиления работы $\eta_п$ и коэффициент стабильности работы $\eta_c$ гасителей колебаний.

В табл.1 показаны $t_{зат}$, $k_y$ и $k_п$ для крана ККО-12,5 при установке гидравлических ГК параллельно в металлоконструкции - известный способ (вариант 1), при этом $D_1 = D_2 = 20$, параллельно в металлоконструкции и в системе подвеса груза (вариант 2), $D_1 = D_2 = D_3 = 20$ и параллельно в металлоконструкции и последовательно в системе подвеса груза (вариант-3), $D_1 = D_2 = D_3 = 20$.

Результаты расчета показывают, что для третьего варианта при одном и тоже значении силы сопротивления время затухания колебаний остова крана $t_{зат}$ уменьшается примерно на 10% по сравнению с двумя первыми вариантами. Из анализа данных табл.1 видно, что способ установки ГК параллельно в металлоконструкции и последовательно

в системе подвеса груза имеет большую эффективность, при этом первоначальная динамическая нагрузка в металлоконструкции снижается в 1,88 раза, а в канатах - в 3,094 раза.

Таблица 1

Сравнение эффективности гашения колебаний различными способами установки ГК в силовой цепи крана

| Вариант | $t_{sat}$(с) | $k_y$ | $k_a$ | $k_{y1}$ / $k_{y1}$ | $k_{a1}$ / $k_{a1}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 1,189 | 1,043 | 1 | 1 |
| 2 | 10 | 1,214 | 1,14 | 1,021 | 1,095 |
| 3 | 9 | 2,237 | 3,226 | 1,88 | 3,094 |

В табл.2 представлены значения коэффициентов $\eta_a$ и $\eta_c$ для известных фрикционных ГК (1), клинового (2) и роликового (3) при $\alpha = 30^0$, $f = 0,05$.

Сравнение данных табл.2 показывает,что при использовании ГК с малыми $\alpha$ и $f$ не только увеличивается $\eta_a$, но и $\eta_c$. При этом эффективность гашения колебаний клинового и роликового ГК существенно выше чем известных ГК

Таблица 2

Сравнение эффективности гашения колебаний различными конструкциями ГК при $\alpha = 30^0$, $f = 0,05$

| Вариант | | $\eta_a$ | $\eta_c$ | $\eta_{a1}$ / $\eta_{a1}$ | $\eta_{c1}$ / $\eta_{c1}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 0,6 | 0,267 | 1 | 1 |
| 2 | n = 1 | 2,414 | 0,817 | 4,023 | 3,06 |
| | n = 5 | 12,070 | 0,817 | 20,120 | 3,06 |
| 3 | n = 1 | 3,321 | 0,830 | 5,535 | 3,11 |
| | n = 5 | 16,605 | 0,830 | 27,675 | 3,11 |

Заключение. Выполненная работа позволила получить следующие научные и практические результаты:

1. Разработаны математические модели козлового крана для

различных способов гашения колебаний металлоконструкций с применением специальных устройств.

2.Аналитически на основе разработанных математических моделей козлового крана исследовано влияние способа и места установки гасителя колебаний в силовой цепи крана на эффективность гашения колебаний металлоконструкций.

Подтверждены результаты, выполненных ранее другими авторами, исследований, заключающиеся в том, что установка гасителей колебаний параллельно в металлоконструкции, гасит колебания не только остова, но и системы подвеса груза крана.

Определено, что гасители колебаний при установке параллельно в системе подвеса груза не могут гасить колебания металлоконструкций, а только незначительно уменьшают динамическую нагрузку в канатах. При этом установка гасителей колебаний параллельно в металлоконструкции либо в системе подвеса груза не снижает первоначальные динамические нагрузки в металлоконструкции и в канатах.

Установка гасителей колебаний последовательно в металлоконструкции не только не гасит колебания металлоконструкции, а наоборот приводит к противоположному эффекту-возбуждает колебания остова крана.

Гаситель колебаний при установке последовательно в системе подвеса груза не гасит колебания остова, но существенно снижает первоначальные динамические нагрузки, действующие на металлоконструкцию и механизм подъема.

3.Предложен способ повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов, заключающийся в том, что устанавливается одновременно два гасителя колебаний: один параллельно в металлоконструкции, а второй последовательно в системе подвеса груза.

Этот способ позволяет гасить колебания остова крана, одновременно существенно (в два раза и более) снижает первоначальные динамические нагрузки, действующие на металлоконструкцию и механизм подъема.

4.Установлено, что эффективность снижения динамических нагрузок в металлоконструкции и в механизме подъема зависит от природы силы сопротивления (вязкого или сухого), но не зависит от ее характеристики и определяется работой силы сопротивления.

5.Предложено оценивать эффективность конструкций гасителей колебаний металлоконструкций кранов при помощи двух критериев: коэффициента усиления и коэффициента стабильности работы.

6.Созданы новые конструкции гасителей колебаний, в основе которых клиновый или роликовый механизмы, развивающие большую силу сопротивления при малых габаритах и имеющие высокую эксплуатационную стабильность.

Характерной особенностью клинового и роликового гасителей колебаний является значительное уменьшение требуемого усиления пружины, зависящее при одной и той же силе сопротивления от числа групп клиньев и роликов.

Найдены аналитические зависимости для определения основных параметров предложенных конструкций гасителей колебаний.

7.Теоретически исследовано влияние основных параметров разработанных конструкций клиновых и роликовых гасителей колебаний на эффективность гашения колебаний.

Определено, что сила сопротивления клиновых и роликовых гасителей колебаний увеличивается при повышении коэффициента трения и снижении угла контакта между сопряженными поверхностями и пропорциональна числу групп клиньев или роликов, жесткости и первоначальному усилию сжатия пружины.

8.Проведен сравнительный анализ различных систем гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов.

Эффективность гашения колебаний при применении клиновых и роликовых гасителей колебаний существенно выше, чем при использовании известных фрикционных конструкций. При практически одинаковых габаритах в продольном направлении клиновый и роликовый гасители колебаний развивают в 25 ÷ 35 раз большую силу сопротивления и обеспечивают в 3 раза выше коэффициент стабильности работы, чем известные фрикционные гасители колебаний.

Основные положения диссертации опубликованы в семи научных статьях:

1.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен. Динамическая модель козлового крана, оснащенного гидравлическим гасителем колебаний металлоконструкций/ Деп. в ГНТБ Украины, 1996, № 2635 Ук 95.

2.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен.Влияние характеристики действия фрикционных гасителей на эффективность гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов/Деп.в ГНТБ Украины,1996,№2636 Ук 95.

3.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен. Влияние места установки гасителя на эффективность гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов/ Деп. в ГНТБ Украины, 1995, №8 Ук 96.

4.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен. Сравнительный анализ гидравлических и фрикционных гасителей металлоконструкции козловых кранов /Деп. в ГНТБ Украины, 1995, №9 Ук 96.

5.Семенюк В.Ф.,Чан Ван Тьен. Способы повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов/ Деп. в ГНТБ Украины, 1996, № 227 Ук 96.

6.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен. Клиновый гаситель колебаний металлоконструкций кранов/ Деп. в ГНТБ Украины, 1996, № 443 Ук 96.

7.Семенюк В.Ф., Чан Ван Тьен. Роликовый гаситель колебаний металлоконструкций кранов/ Деп. в ГНТБ Украины, 1996, № 444 Ук 96.

## АННОТАЦИЯ

Чан Ван Тьен. Способы повышения эффективности гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.05 подъемно-транспортные машины. Одесский государственный политехнический университет.Одесса-1996.Защищается научная работа, которая содержит теоретические исследования способов установки ГК в силовой цепи крана для снижения времени затухания колебаний остова и динамических нагрузок, действующих на металлоконструкцию и механизм подъема. Созданы новые конструкций фрикционных ГК, развивающие большую силу сопротивления и имеющие высокую надежность. Проведено моделирование козлового крана с гасителями для исследования процесса гашения колебаний. Выполнен сравнительный анализ различных систем гашения колебаний металлоконструкций козловых кранов.

## АНОТАЦІЯ

Чан Ван Тьєн. Способи підвищення ефективності зменшення коливань металоконструкцій козлових кранів.Дисертація на отримання вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05. 05. 05 - підйомно-транспортні машини. Одеський державний політехнічний університет. Одеса-1996. Захищається наукова робота, яка містить теоретичні дослідження засобів встановлення демпферів в силовому ланцюзі крана для зниження часу затухання коливань остова і динамічних навантажень,діючих на металоконструкцію і механізм підйому. Створені нові конструкції фрикційних демпферів, які мають велику силу опору та високу надійність. Проведено моделювання козлового крану з демпферами для дослідження процесу зменшення коливань. Виконано порівняльний аналіз різних систем зменшення коливань металевих конструкцій козлових кранів.

SUMMARY

Tran Van Chien. Ways to increase the efficiency of reducing vibrations in cranes metallic constructions. Ph.D. thesis that seeking 05.05.05 speciality - Hoisting and transportation machines. Odessa State Polytechnic University. Odessa - 1996.

The thesis represents scientific research that contains theoretical study and investigation into the ways to arrange a crane-circuit included vibrations reductor purposed for smaller time needed to kill costruction's vibration and eliminate dynamic loadings of the metallic part and hoisting mechanism. There were developed new constructions of frictional vibrations reductor that reaching a high level resistance force and reliability. It was provided a crane modelization with reductors arrangement to explore the vibrations reduction process. A comparative analysis of different systems of this class proves the usability and efficiency of metallic constructions vibration reductor.

Подписано к печати 20.05.96.Формат 60x84/16. Бумага - газетная.Печать офсетная. 0,99 усл.печ.л.,I,06 уч. изд.л. Тираж I00 экз. Заказ №126

Одесский государственный политехнический университет. 270044, Одесса, пр.Шевченко,I.