

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

ЗАПОРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

И. П. Дрозд

На правах рукописи

Леонтьев Вячеслав Владимирович

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
СКОРОСТНЫХ КАНАТОВЫЮЩИХ МАШИН

Специальность 05.02.07 - Механика деформируемого
твердого тела

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

ЛНБ им. В. Стефанива
АН Украины

Запорожье - 1995

39.3

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00761249 (Т)

УКРАЇНА
НАЦІОНАЛЬНА УНІВЕРСИТАЛЬНА БІБЛІОТЕКА ІМ. В. СТЕФАНІКА

На правах рукопису

Бондарук Ірина Іванівна

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ІНТЕГРАЦІЙНОГО
І ПОСЕРЕДНЬОГО ПОСЕРЕДНЬОГО
СКОРІНКИ КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Спеціальність: 08.05.07 - Інженерія будівництва
Київ, 2010

У Д О С Т А Т

на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Севастопольском Государственном техническом университете.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
В.Г. Хромов

Научный консультант: доктор технических наук
А.И. Бохонский

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
академик АН Крима

В.А. Маньковский
кандидат технических наук, доцент

В.И. Попивжий

Ведущее предприятие: ИО "СИЛУР", г. Харцызск

Защита состоится "21" сентября 1995 г. в 15 час.

на заседании специализированного совета К 08.02.03 при Запорожском Государственном техническом университете по адресу:
330063, г. Запорожье, ГСП-39, ул. Жуковского, 64.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке технического университета.

Автореферат разослан "28" сентября 1995 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
д. т. н., профессор

ЛНБ им. В. Стефаника
АН Украины

И. П. Волчок — И. П. Волчок

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Основным направлением повышения производительности канатовальщих машин является увеличение скорости вращения их ротора. В настоящее время требуется, чтобы она составляла 400-600 рад/с. С увеличением скорости вращения ротора существенно увеличиваются центробежные силы, действующие на элементы связанных с ним устройств. При данных режимах работы килограмм массы конструкции создает нагрузку в 3000-5000 кН. Поэтому актуальной становится задача исследования напряженно-деформированного состояния деталей, находящихся в поле больших центробежных сил.

Внедрение систем автоматизированного проектирования связано с разработкой компьютерной технологии расчета прочности, позволяющей исследовать конструкции с высокой точностью и принимать решения по ее оптимизации в минимальное время. Известные в практике пакеты программ ориентированы в основном на мало используемые в настоящее время ЕС ЭВМ, а появляющиеся новые программные продукты для ИЭВМ предназначены для конструкций, имеющих мало общего с канатовальщим оборудованием.

Цель-разработка научно обоснованных приемов проектирования плоских несущих элементов, входящих в состав устройств скоростных сдвигающих машин, на основе исследования их напряженно-деформированного состояния с помощью специально разработанных программных комплексов для современных ИЭВМ; оптимальное проектирование, предполагающее удовлетворение требованиями минимальной массы конструкции и необходимой технологичности.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В теоретических исследованиях использованы методы и положения теории упругости; современные численные методы механики деформируемого твердого тела-метод

конечных элементов и метод суперэлементов; численные эксперименты на ИЭВИ с последующей натурно-экспериментальной проверкой полученных результатов. В экспериментальной части применена методика проведения тензометрических опытов и статистические методы обработки результатов.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ, ИХ НОВИЗНА

Плоские и осесимметричные элементы скоростных свивающих машин представлены дискретной моделью, построенной на основе метода конечных элементов (МКЭ) и учитывающей особенности геометрии и характера нагружения конструкции, условия ее сопряжения с другими деталями. Напряженно-деформированное состояние определено в пределах упругой стадии. Критерий прочности эквивалентное напряжение по энергетической теории.

Использован МКЭ для расчета несущих пластинчатых и дисковых конструкций канатовальщих машин. Разработаны рекомендации по формированию сетки конечных элементов, заданию силовых и кинематических граничных условий.

Предложено использование метода суперэлементов (МСЭ) для исследования напряженно-деформированного состояния устройств свивающих машин как совокупности взаимодействующих плоских и осесимметричных элементов, а также для расчета коробчатых и других типов конструкций.

Для четырех основных типов несущих пластин кассетных преформаторов разработаны оптимальные сетки конечных элементов, позволяющие получить решение с необходимой точностью при минимальных затратах времени. Выполнены исследования несущих пластин преформаторов и различных вариантов коробчатого ротора вытяжного механизма.

Разработанная компьютерная технология анализа напряжен-

но-деформированного состояния нашла отражение в методике рационального проектирования элементов скоростных свивающих машин (с использованием оригинального пакета прикладных программ SUPER). Выработан комплекс рекомендаций по проектированию конструкций минимальной массы с учетом требований технологичности.

Обоснованность и достоверность результатов работы подтверждается корректным применением современных методов механики деформируемого твердого тела и теории упругости; удовлетворительной для инженерных расчетов сходимость теоретических и экспериментальных результатов (расхождение результатов расчета и эксперимента не превышает 20-25%).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. Компьютерная технология исследования напряженно-деформированного состояния позволяет проводить проверочные и проектировочные расчеты элементов свивающего оборудования для реальных условий эксплуатации. Методика проектирования учитывает возможность оптимизации конструкций устройств современных скоростных канатовьязющих машин.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ. Разработан комплекс технических предложений по совершенствованию конструкций несущих элементов скоростных свивающих машин. Применение их позволило снизить металлоемкость технологической оснастки на 30-40% по сравнению с первоначальными вариантами, полученными при использовании традиционных методов расчета прочности, и вдвое (до 400 рад/с) увеличить скорость вращения основного ротора. Приняты в промышленную эксплуатацию в канатных цехах ПО "СИЛУР" в г. кв. 1995 г. 10 экспериментальных преформаторов. Результаты исследования использованы при выполнении хозяйственных и госбюджетных работ по темам "Расчет параметров предварительной деформации спиральных канатов и канатов двойной

свивки, изготовление и поставка преформаторов" и "Исследование напряженно-деформированного состояния и оптимизация конструкции элементов скоростных канатовальщих машин".

Публикации РАБОТЫ. Основные результаты доложены на научных семинарах кафедры технической механики СевГУ (Севастополь, 1993-1995); межкафедральном тематическом семинаре при ЗИТУ (Запорожье, 1995); конференциях "Расчет и конструирование элементов подъемно-транспортного оборудования" (Севастополь, 1993), "Механика и новые технологии" (Севастополь, 1995), "Прогрессивная техника и технология машиностроения" (Севастополь, 1995). Материалы работы обсуждались на техническом совете по канатному производству АО "СИЛУР" (Харцызск, 1995).

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликованы 6 работ.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ. Диссертация изложена на 181 странице машинописного текста: введение, 4 раздела, заключение, список использованных источников из 57 наименований; содержит 61 илл., 2 табл. и приложение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ВВЕДЕНИИ отмечена актуальность работы, обоснованы цель и задачи исследований, описана структура работы с краткой аннотацией глав, приведены основные результаты.

В ПЕРВОМ разделе дан обзор основных типов и конструкций свивающего оборудования, проведен сравнительный анализ и обоснован выбор метода исследования напряженно-деформированного состояния быстровращающихся плоских элементов канатовальщих машин.

Типичная конструкция одного из распространенных устройств свивающих машин - однорядного кассетного роликового преформатора - приведена на рис. 1. Наиболее нагруженными и ответствен-

ными элементами здесь являются несущие пластины, в общем случае имеющие сложную геометрию и ослабленные вырезами, и опорные диски. Другое распространенное устройство — вытяжной механизм (рис. 2), основной элемент которого — ротор — представляет собой коробчатую конструкцию с большим отношением высоты к толщине. При этом пластины, образующие его боковые стороны, имеют вырезы различной формы и размеров. Анализ показывает, что пластинчатые и коробчатые элементы преимущественно можно рассматривать как конструкции, находящиеся в поле центробежных сил в условиях плоского напряженного состояния; дисковые же элементы находятся в условиях осесимметричного напряженного состояния вследствие несимметрии их поперечного сечения.

В настоящее время в отечественной практике проектирования обычно используются следующие способы расчета конструкций, входящих в состав канатовых машин: замена пластин балками с различными условиями опирания, причем центробежная сила заменяется статически эквивалентной распределенной нагрузкой; применение полученных на основе теории упругости точных решений, позволяющих исследовать напряженно-деформированное состояние в отдельных участках конструкции, например, для пластин с круглыми вырезами, для дисков простой формы и т. п. Такие подходы практически не принимают во внимание особенности геометрии и характера распределения нагрузки, что часто приводит к получению существенно завышенных значений напряжений.

Для наиболее точного учета указанных факторов при исследовании прочности элементов скоростных свивающих машин применен метод конечных элементов, развитый в работах У. Зенкевича, Дж. Иргираса, Р. Галлагера, Дж. Удена, Я. Норри, Ш. Фриза, В. И. Постнова, И. Я. Розина, киевской школы учеников и последователей

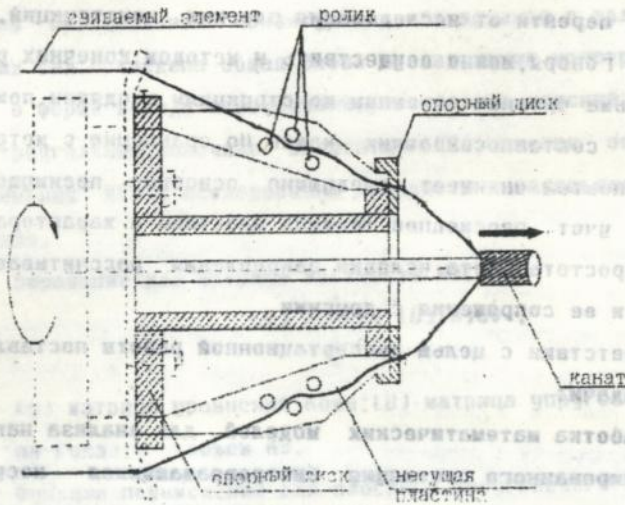


Рис. 1

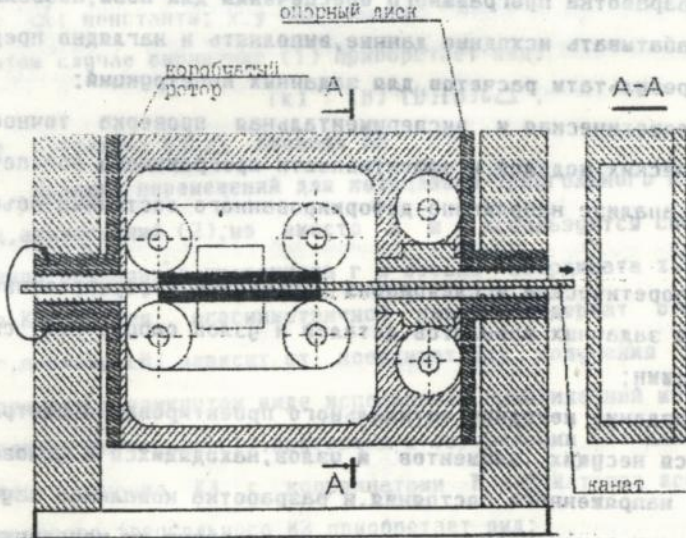


Рис. 2

Д.В.Вайнберга и других. Данный метод дает возможность сравнительно легко перейти от исследования плоских конструкций, которое, вообще говоря, можно осуществить и методом конечных разностей, к весьма сложным объемным конструкциям, входящим, помимо отмеченных, в состав свивающих машин. По сравнению с методом конечных разностей он имеет следующие основные преимущества: упрощает учет переменной толщины пластин и характера ее нагружения; простота учета условий закрепления рассчитываемой конструкции и ее сопряжения с другими.

В соответствии с целью диссертационной работы поставлены следующие задачи:

1) разработка математических моделей для анализа напряженно-деформированного состояния быстровращающихся несущих элементов свивающих машин на основе современных методов механики деформируемого твердого тела - МКЭ и МСЭ;

2) разработка программного обеспечения для ЭВМ, позволяющего обрабатывать исходные данные, выполнять и наглядно представлять результаты расчетов для заданных конструкций;

3) теоретическая и экспериментальная проверка точности математических моделей и эффективности программного обеспечения при анализе напряженно-деформированного состояния объектов;

4) теоретические исследования напряженно-деформированного состояния заданных вариантов деталей и узлов скоростных свивающих машин;

5) создание методики оптимального проектирования быстровращающихся несущих элементов и узлов, находящихся в условиях плоского напряженного состояния, и разработка комплекса научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию их конструкции.

Во ВТОРОМ разделе приведены математические модели напря-

женно-деформированного состояния плоских несущих элементов и дисков произвольной конфигурации, находящихся в поле центробежных сил. Приведена общая схема исследования конструкции по МКЭ в форме метода перемещений, рассмотрены плоский и кольцевой треугольные конечные элементы (КЭ), описаны особенности применения МКЭ к исследованию прочности канатовъежного оборудования.

Выражение для матрицы жесткости КЭ:

$$[k] = \int_V [B]^T [D] [B] dv, \quad (1)$$

где $[B]$ матрица уравнений Коши; $[D]$ матрица упругости (закон Гука); v — объем КЭ.

Функции перемещений для плоского треугольного КЭ приняты в виде линейных полиномов:

$$u = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y, \quad v = \alpha_4 + \alpha_5 x + \alpha_6 y, \quad (2)$$

где α_i константы; x, y — координаты.

В этом случае выражение (1) приобретает вид:

$$[k] = [B]^T [D] [B] \Delta, \quad (3)$$

где t — толщина КЭ; Δ — площадь КЭ.

Функции перемещений для кольцевого треугольного КЭ имеют вид, аналогичный (2), но вместо x и y используются соответственно радиальная координата r и осевая координата z . Уравнения Коши для осесимметричной задачи содержат отношение U/r , поэтому $[B]$ зависит от координат. Для получения матрицы жесткости в замкнутом виде использован приближенный метод вычисления интеграла (1), состоящий в определении $[\bar{B}]$ для центра тяжести сечения КЭ с координатами \bar{r} и \bar{z} . Матрица жесткости кольцевого треугольного КЭ приобретает вид:

$$[k] = 2\pi [\bar{B}]^T [D] [B] \bar{r} \Delta \quad (4)$$

Выражение для вычисления эквивалентных узловых сил, дейс-

твущих на КЭ, используется в виде:

$$(F) = - \int (M)^T (p) dv, \quad (5)$$

где (M) — матрица функций форм КЭ (в рассматриваемых случаях они линейны); (p) — вектор интенсивности центробежной нагрузки.

Выражение для вычисления напряжений в центре тяжести КЭ:

$$(S) = (M) (U) (D), \quad (6)$$

где (D) — вектор узловых перемещений КЭ.

В работе приведены соотношения для матриц (M) и (D) и вектора (p) плоского и кольцевого треугольных КЭ.

При использовании МКЭ для расчета плоских конструкций особую важность представляют вопросы сходимости и точности решения. В работах У. Зенкевича, В. А. Постнова и др. приведены условия сходимости и показано, что при выборе функций перемещений в виде линейных полиномов обеспечивается сходимость решения к точному с ростом числа КЭ. Однако возникает вопрос о скорости сходимости при расчете конкретных конструкций.

С этой целью решена задача о напряжениях в клине с растягивающей силой, приложенной в его вершине. Клин последовательно разбивался регулярной сеткой на 18, 36, 72 и 144 КЭ. Сравнение расчетных значений S_u с аналитическим решением, приведенным в работе С. П. Тимошенко, показало, что при 144 КЭ расхождение не превышает 1-2%. Расхождение же в значениях напряжений при 72 и 144 КЭ не превышает 5-7%, т. е. решение достаточно быстро сходится к точному; для оценки прочности сплошных пластинчатых конструкций несложной геометрии, входящих в состав скоростных свивающих машин, необходимо использовать сетку из 150-200 КЭ.

Такой способ оценки точности решения применим для конструкций, допускающих введение регулярной сетки КЭ. Многие же элементы свивающих машин обладают сложной геометрией и боль-

ним количеством вырезов, что делает необходимым использование нерегулярной сетки. В этом случае практически применимым способом оценки точности решения становится натурный эксперимент.

Экспериментально исследована модель несущей пластины кассетного преформатора, нагруженная растягивающей силой, приложенной в осевом направлении. В эксперименте, как и в модели, использовалась сетка из 420 КЭ. Анализ результатов показал, что погрешность теоретического определения напряжений по отношению к экспериментальному не превышает 20-25% как по их значению, так и по коэффициенту жесткости (отношению приращения напряжений к приращению нагрузки). Следовательно, для достаточно сложных пластинчатых элементов скоростных свивающих машин МКЭ дает решение с допустимой в инженерных расчетах погрешностью (в случае применения сетки из не менее 400-450 КЭ).

Для достижения необходимой точности при расчете прочности конструкций скоростных свивающих машин по МКЭ появляются системы линейных алгебраических уравнений высокого порядка. Они требуют большого объема памяти ЦЭМ и значительного времени счета. Кроме того, на современном этапе развития канатовых машин возникла необходимость исследования конструкций их устройств как совокупности взаимодействующих пластинчатых и дисковых элементов. Для решения таких задач в работе использован МСЭ. Он представляет собой прием редукции, дающий возможность понизить размер основной системы уравнений МКЭ, разделив ее на части:

$$\begin{bmatrix} [K_{\text{н}}] & [K_{\text{нв}}] \\ [K_{\text{вн}}] & [K_{\text{вв}}] \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \{\delta_{\text{н}}\} \\ \{\delta_{\text{в}}\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{P_{\text{н}}\} \\ \{P_{\text{в}}\} \end{Bmatrix}, \quad (7)$$

где $\{\delta_{\text{н}}\}$ — чисто "наружная" часть полного вектора узловых перемещений суперэлемента (СЭ); $\{\delta_{\text{в}}\}$ — чисто "внутренняя" часть его; $\{P_{\text{н}}\}$ — чисто "наружная" часть полного вектора

узловых сил $\{F\}$ - чисто "внутренняя" часть его; $\{K_n\}$, $\{K_{nn}\}$, $\{K_{nn}\}$, $\{K_{nn}\}$ - составляющие полной матрицы жесткости, соответствующие чисто "наружным", чисто "внутренним" и "смешанным" узловым перемещениям.

Затем применяется МКЭ для вычисления перемещений только наружных узлов. Здесь используются матрица жесткости и вектор узловых сил $\{F\}$, имеющие соответственно вид:

$$\{K\} = \{K_n\} - \{K_{nn}\} \{K_{nn}\}^{-1} \{K_{nn}\} \quad (8); \quad \{F\} = \{F_n\} - \{K_{nn}\} \{K_{nn}\}^{-1} \{F_n\} \quad (9)$$

Полученные значения перемещений представляют собой кинематические граничные условия для определения полного вектора перемещений $\{U\}$ по общей схеме МКЭ.

В ТРЕТЬЕМ разделе описана методика расчета напряженно-деформированного состояния рассматриваемых конструкций и программное обеспечение; показано применение средств цветной машинной графики к анализу полей напряжений и перемещений элементов свивающих машин; приведена методика оптимального проектирования такого рода изделий.

Создан специализированный пакет SUPER, состоящий из трех комплексов программ, позволяющих проводить: подготовку, контроль и редактирование исходных данных для расчета плоских и осесимметричных конструкций; расчет конструкций по МКЭ или МСЭ; анализ результатов расчета на основе графического представления напряженно-деформированного состояния конструкции. Части программирования - FORTRAN-77 и TURBO-BASIC; программы хранятся в виде EXE-файлов; необходимое дисковое пространство - 400 Кб. При использовании МКЭ возможен расчет конструкций, имеющих до 500 КЭ и 450 степеней свободы (требуемая оперативная память при этом не превышает 120 Кб, а время счета такой задачи на IBM PC/386 - 5 мин.). При использовании МСЭ теоретически объем решаемых задач неограничен, однако практически для расчета

конструкции, имеющей до 4000 КЭ и 2500 степеней свободы, потребовалось 400 Кб оперативной памяти и 1 час машинного времени. Для графического представления результатов расчета необходимы цветные мониторы (ЕБМ, УБМ, СУБМ).

При использовании предлагаемой методики расчета прочности элементов скоростных сдвигающих машин наиболее трудоемкой частью является подготовка исходных данных, связанная с формированием сетки КЭ. Для ее облегчения выделены 4 основные типа несущих пластин кассетных преформаторов, отличающиеся друг от друга геометрией, наличием вырезов, условиями закрепления и характером приложения нагрузок. Для каждого типа предложены сетки, позволяющие получить решение с необходимой точностью при минимальном времени счета. Такой подход дает возможность при описании геометрии конкретной конструкции указывать лишь масштабный коэффициент, отличающий ее габаритные модельные размеры от реальных. После выполнения расчета используются программы графического комплекса, дающие наглядное представление о напряженно-деформированном состоянии конструкции.

В работе приведены основные этапы проектирования элементов скоростных сдвигающих машин. Обоснована целесообразность автоматизации части проектных работ, связанной с проведением расчетов и анализом напряженно-деформированного состояния. Методика проектирования предусматривает следующие направления оптимизации элементов канатовьющих машин: изменение толщин отдельных участков конструкции, форм (геометрии) конструкции, режима работы устройства, в состав которого входит рассматриваемая конструкция.

ЧЕТВЕРТЫЙ раздел отражает результаты исследования напряженно-деформированного состояния отдельных элементов канатовьющих машин (различных типов несущих пластин кассетных

преформаторов и коробчатого ротора втяжного механизма) и содержит рекомендации по проектированию таких конструкций.

Расчетная схема несущей пластины I типа приведена на рис. 3. Первоначально рассчитанная по балочной схеме, пластина имела постоянную по всей ее площади толщину, равную 5 мм. Требуемая по технологии свивки угловая скорость вращения ротора устройства — 400 рад/с. Расчеты по предлагаемой методике показали, что в большей части пластины эквивалентные напряжения, распределение которых по контуру приведено на рис. 4, не превышает 40 МПа (при допускаемых 160 МПа); в районе выреза для фиксирующего винта они составили 140 МПа. Возрастание напряжений до 90 МПа отмечается и в районе правой кромки. При заданном режиме работы преформатора пластина в основном недогружена и нуждается в оптимизации. Толщина 5 мм сохранена только вокруг выреза и вдоль правой кромки (выделено штриховкой на рис. 4). Толщина же большей части пластины уменьшена до 3 мм; в результате эквивалентные напряжения здесь возросли до 60–80 МПа, дальнейшее уменьшение толщины основной части пластины недопустимо по технологическим требованиям; этот вариант принят в качестве окончательного. В результате на 40% снижена масса и обеспечена высокая скорость вращения ротора при выполнении требований прочности и технологичности.

В работе приведена схема расчета касетного преформатора (рис. 1) по МСЭ как совокупности взаимодействующих плоских и осесимметричных элементов. Сущность ее состоит в выделении пластинчатых и дисковых деталей в отдельные СЭ с последующим их кинематическим сопряжением. Такой подход к расчету устройства позволил сделать вывод, что податливость опорных дисков практически не влияет на напряженное состояние несущих пластин (даже при сравнимых жесткостях этих конструкций), а также

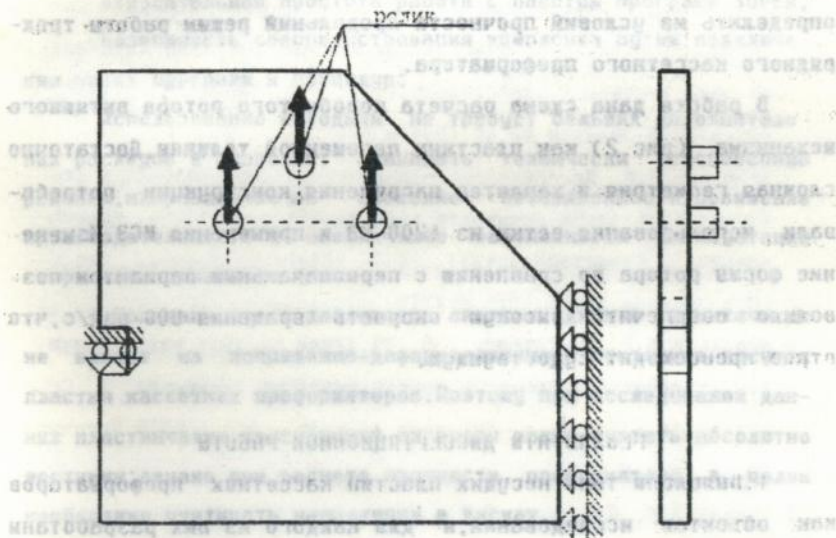


Рис. 3.

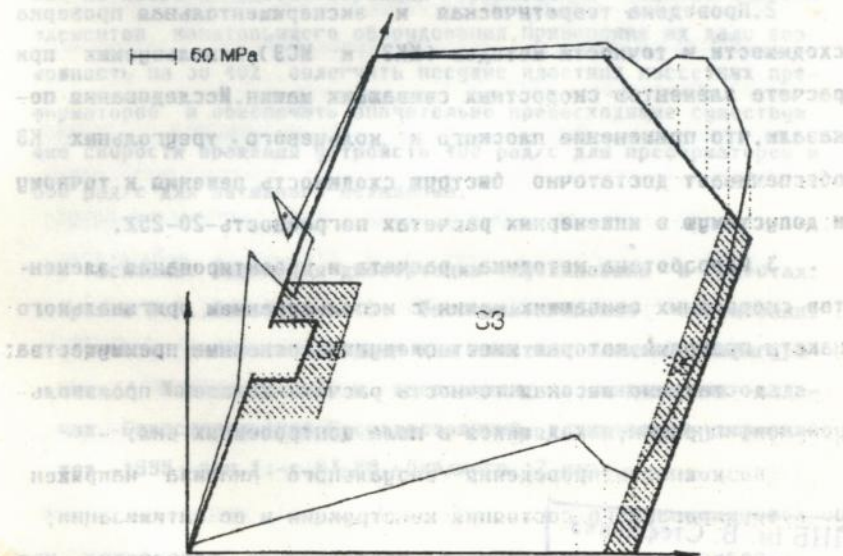


Рис. 1

определить из условий прочности предельный режим работы трехрядного кассетного преформатора.

В работе дана схема расчета коробчатого ротора вытяжного механизма (рис.2) как пластин переменной толщины. Достаточно сложная геометрия и характер нагружения конструкции потребовали использования сетки из 1200 КЭ и применения МСЭ. Изменение формы ротора по сравнению с первоначальным вариантом позволило обеспечить высокую скорость вращения - 600 рад/с, что втрое превосходит существующую.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Выявлены типы несущих пластин кассетных преформаторов как объектов исследований, и для каждого из них разработаны оптимальные сетки КЭ, что существенно облегчило подготовку исходных данных для расчета.

2. Проведена теоретическая и экспериментальная проверка сходимости и точности методов (МКЭ и МСЭ), используемых при расчете элементов скоростных свивающих машин. Исследования показали, что применение плоского и кольцевого треугольных КЭ обеспечивает достаточно быструю сходимость решения к точному и допустимую в инженерных расчетах погрешность - 20-25%.

3. Разработана методика расчета и проектирования элементов скоростных свивающих машин с использованием оригинального пакета программ, которая имеет следующие основные преимущества: достаточно высокая точность расчета деталей произвольной конфигурации, находящихся в поле центробежных сил; возможность проведения визуального анализа напряженно-деформированного состояния конструкции и ее оптимизации;

возможность комплексного исследования устройства как совокупности различных по форме и напряженному состоянию эле-

ментов;

относительная простота работы с пакетом программ SUPERK;
 возможность совершенствования комплекса путем подключения
 новых программ и процедур;

использование методики не требует больших дополнительных
 расходов и позволяет принимать технически обоснованные
 решения, направленные на снижение металлосжорности, повышение
 производительности и обеспечение безопасности эксплуатации
 скоростных свивающих машин.

4. Показано, что податливость опорных дисков практически
 не влияет на напряженно-деформированное состояние несущих
 пластин кассетных преформаторов. Поэтому при исследовании дан-
 ных пластинчатых конструкций их опоры можно считать абсолютно
 жесткими; однако при расчете прочности преформатора в целом
 необходимо учитывать напряжения в дисках.

5. Проведенные исследования позволили выработать комплекс
 научно обоснованных рекомендаций по проектированию оптималь-
 ных по массе и удовлетворяющих требованиям технологичности
 элементов канатопового оборудования. Применение их дало воз-
 можность на 50-40% облегчить несущие пластины кассетных пре-
 форматоров и обеспечить значительно превосходящие существую-
 щие скорости вращения устройств - 400 рад/с для преформаторов и
 600 рад/с для вытяжного механизма.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Хромов В. Г., Леонтьев В. В. Экспериментальное обоснование
 точности дискретной модели для пластины сложной configura-
 ции // Моделирование и эксперимент в инженерных зада-
 чках. - Севастопольский Государственный технический универси-
 тет. - 1995 - вып. 1. - с. 83-88. - Библиогр.: 2 назв.

2. Леонтьев В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния и оптимизация конструкции несущей пластины кассетного преформатора / Севастополь, 1993. - 9 с. - Библиогр.: 3 назв. - Деп. в ИТБ Украины 12.05.1994, № 8702.

3. Леонтьев В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния и проверка прочности трехрядного кассетного преформатора / Севастополь, 1994. - 10 с. - Библиогр.: 3 назв. - Деп. в ИТБ Украины 17.08.1994, № 3315.

4. Леонтьев В.В., Григорьянц Г.П. Об одном примере, иллюстрирующем сходимость и точность метода конечных элементов / Севастополь, 1994. - 5 с. - Библиогр.: 2 назв. - Деп. в ИТБ Украины 21.11.1994, № 9817.

5. Хромов В.Г., Леонтьев В.В. Применение метода конечных элементов для анализа напряженно-деформированного состояния элементов скоростного технологического оборудования // Тезисы докладов межотраслевой конференции "Расчет и конструирование элементов подъемно-транспортного оборудования". - Севастополь, 1993. - с. 12.

6. Леонтьев В.В. Анализ напряженно-деформированного состояния быстровращающихся коробчатых элементов канатовьющих машин // Тезисы докладов международной научно-технической конференции "Прогрессивная техника и технология машиностроения". - Севастополь, 1995. - с. 148.

Личный вклад автора в работах, написанных в соавторстве, автору принадлежат: в [1] - непосредственное участие в разработке моделей, выполнение расчетов несущих пластин, проведение эксперимента и анализ результатов; в [4] - выбор схемы исследования, формулирование выводов; в [5] - разработка пакета программы, реализующих МКЭ для плоских конструкций, методики расчета и анализа результатов.

АНОТАЦІЯ

Леонтьев В. В. Дослідження напружено-деформованого стану та оптимізація конструкції плоских елементів швидкісних канатозвивальних машин.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.07 - механіка деформівного твердого тіла, Запорізький Державний технічний університет, Запоріжжя, 1995.

На підставі методу скінчених елементів та методу суперелементів створено пакет застосовних програм, який дозволяє здійснювати розрахунки та одержувати наочне уявлення про напружено-деформований стан пластинчатих та коробчастих елементів швидкісних канатозвивальних машин. Розроблено методику дослідження та оптимізації конструкції об'єктів, що розглядаються. Проведено розрахунки ряду елементів, що входять до складу пристроїв канатозвивальних машин. Застосування створеної методики при проектуванні несучих пластин касетних преформаторів дозволило зменшити масу конструкцій на 30-40 % при забезпеченні необхідної міцності та технологічності. Розроблено конструкції, що дозволяють у 2-3 рази підвищити продуктивність машин за рахунок збільшення швидкості обертання ротора.

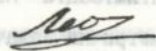
Ключові слова: канатозвивальні машини, напружено-деформований стан, оптимізація конструкції, плоска задача теорії пружності, осесиметрична задача теорії пружності, метод скінчених елементів, метод суперелементів.

ANNOTATION

Leontyev U.U. The research of stressed-deformed condition and optimization of design of plate elements high-speed wrope-weaving machines.

The dissertation on scientist degree of candidate of technical sciences on specialities 05.02.07-mechanics of deformable solid body, Zaporozhsky State technical university, Zaporozhye, 1995.

On the basis of finite elements method and super elements method the pack of applied programs is created, enabling to conduct the accounts and to receive the visualization about stressed-deformed condition of plate and box elements high-speed wrope-weaving machines. Created the technique of research and optimization of design considered objects. Worked the accounts of series of elements, entering in structures of devices wrope-weaving machines. Application of created techniques when designing plates of cassette preformators has allowed to lower the weight of designs on 30-40 % at satisfaction of requirements of strength and account technological requirements. Created the designs, enabling in 2-3 times to increase of productivities of machines at the expense of increases of speed of rotation of rotor.



4830 105

Заводской, ЗИУ, Тимирязев, ул. Жукотского, 24
14.09.92г. Завод №834. Тираж 104 экз.

44605

АННОТАЦИЯ

Лупышев В.В. Исследование напряженного состояния и оптимизация конструкции элементов высокоскоростных ткацких станков.

Диссертация на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - механика деформируемого твердого тела, Запорожский государственный технический университет, Запорожье, 1995.

На основе метода конечных элементов и суперэлементов создана база прикладных программ, позволяющая проводить расчеты и получать визуализацию напряженного состояния элементов высокоскоростных ткацких станков. Разработана методика исследования и оптимизации конструкций рассматриваемых объектов. Рассмотрены вопросы выбора элементов, входящих в состав конструкций ткацких станков. Применение разработанных методик при проектировании элементов ткацких станков позволило снизить вес конструкций на 20-40% при соблюдении требований к прочности и другим технологическим требованиям. Созданы конструкции, позволяющие в 2-3 раза увеличить производительность станков при сохранении скорости вращения вала.

Подписано к печати 14.09.95г. **Заказ №534. Тираж 104 экз.**
Запорожье, ЗГТУ, Типография, ул.Жуковского,64.