

вплив на вібраційний стан ротора.

Існуючі методи розрахунку основних гідродинамічних характеристик шпаринних ущільнень включають дві моделі (спрощення рівнянь Рейнольдса): «коротка» та «довга шпарина». В першій моделі обмежуються двовимірною течією і ця модель використовується, головним чином, для описання робочого процесу у міжступневих шпаринних ущільненнях. У другій моделі розглядається тривимірна течія рідини у кільцевому каналі і ця модель застосовується для описання робочого процесу у шпаринних ущільненнях-опор та шпаринному ущільненні гідроп'яти.

Таким чином, з'являється необхідність розробки узагальненої теорії розрахунку шпаринних ущільнень, яка б об'єднала та дозволила визначити область використання кожної з цих моделей. А це пов'язано з глибокими експериментальними та теоретичними дослідженнями, експериментальним визначенням статичних та динамічних характеристик ущільнень, використанням методів розрахункової гідродинаміки для вирішення складної задачі тривимірної течії у кільцевому каналі шпаринного ущільнення з урахуванням прецесії вала. Створення цієї теорії дозволить розглядати динаміку ротора з урахуванням не тільки статичних, але і динамічних жорсткостей та демпфірувань шпаринних ущільнень.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ МАШИН

Герасиміва К.П.

Задача анализа динамических характеристик роторов, которую необходимо решать при разработке и проектировании центробежных машин является достаточно важной. Приходится определять критические скорости и исследовать реакцию роторной системы на возможные дисбалансы и нагрузки. Такая задача не всегда поддается точному аналитическому решению и требует огромных затрат на ее экспериментальную реализацию.

СЕКЦІЯ ДИНАМІКИ ТА МІЦНОСТІ

В настоящее время наиболее распространенным численным методом решения задач динамического расчета роторных систем является метод конечных элементов (МКЭ), который практически полностью вытеснил метод начальных параметров. МКЭ позволяет решить задачу моделирования динамического поведения реального ротора с учетом всех возможных эффектов: упругих, инерционных свойств и инерции вращения ротора; крутящего момента, гироскопических моментов дисков, деформации сдвига, осевых нагрузок, внутреннего трения и др.

Известны узкоспециализированные программные комплексы, которые применяются только для анализа динамики конкретных роторных систем такие, как: *ARMD*, *ROTECH*, *Dynamics*, *DyRoBes*, *NISA/ROTOR* и многие другие. Эти программы не имеют, как правило, встроенного языка программирования и поэтому не позволяют вносить какие-либо изменения и новые элементы в методику расчета, что ограничивает их применение. Универсальные программные комплексы МКЭ-анализа (*ANSYS*, *NASTRAN*, *COSMOS* и др.) позволяют решать ряд задач динамического анализа роторных систем. Такие программные комплексы предоставляют пользователю достаточно обширную библиотеку элементов, большой набор средств и инструментов. В них заложена общая процедура метода конечных элементов, но при этом отсутствуют специальные модули для автоматизированного расчета различных деталей, в том числе и деталей центробежных машин. Для создания отдельного модуля для расчета динамики ротора в таких программах требуется написание специальных подпрограмм макросов, обеспечивающих автоматизацию построения расчетной модели, выдачу результатов расчета, а также создание графического интерфейса пользователя. Существенными возможностями для создания программных приложений располагает макроязык *Tcl/Tk*, интерпретатор которого непосредственно встроен в программу *ANSYS*.

В работе представлено программное приложение для

СЕКЦІЯ ДИНАМІКИ ТА МЦНОСТІ

автоматизированного расчета динамических характеристик роторов центробежных машин в программном комплексе *ANSYS ED* на макроязыке *Tcl/Tk* с учетом демпфирующих и жесткостных свойств подшипников и уплотнений. Получены собственные частоты и формы колебаний, критические частоты соответствующие прямой и обратной синхронной прецессии с учетом гироскопических моментов дисков ротора, а также амплитудно-частотные характеристики роторов насосов и турбины в месте наибольшего динамического прогиба. Проведено тестирование методики расчета путем сравнения с результатами, полученными при помощи метода начальных параметров и в конечно-элементном программном комплексе *MSC Nastran*.

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПЛОТНЕНИЙ

Билаш В.Н.

В настоящее время все большее значение при создании новых конструкций машин и узлов принимает вычислительный эксперимент. Он позволяет значительно сократить объем дорогостоящего физического эксперимента и ускорить выпуск новой конкурентоспособной продукции. Существующие универсальные программные комплексы для расчета задач механики жидкости и твердого тела обладают всем необходимым набором инструментов и средств, которые нужны для решения достаточно сложных исследовательских задач. Однако в этих программах отсутствуют специализированные модули, направленные на расчет отдельных узлов центробежных машин, таких как уплотнения. Поэтому требуется написание специальных подпрограмм, автоматизирующих построение геометрии и сетки; задание граничных условий и физических свойств жидкостей и твердых материалов; расчет и выдачу результатов в удобном для пользователя виде.