ОТЗЫВ

научного консультанта, доктора технических наук, профессора Утенова М.У. на диссертационную работу Жилкибаевой С.К. «Разработка методики расчета прочности и жёсткости плоских механизмов и манипуляторов с учётом распределённых динамических нагрузок», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060300 – Механика»

Одной из важных проблем при проектировании механизмов и манипуляторов является обеспечение прочности и жесткости их звеньев в полном рабочем процессе.

Для анализа напряженно-деформированного состояния стержневых систем, в основном, имеются три подхода. Первый из них это графоаналитические методы для статически неопределимых и неподвижных стержневых систем, к которым относятся метод сил и метод перемещений. Второй подход к решению задачи динамического расчета упругих систем является метод сосредоточенных параметров, который основан на идее, приближенной замены системы с бесконечной степенью свободы системой с конечной степенью, путем замены распределенной массы сосредоточенной. Третьим из наиболее распространённых современных численных методов позволяющий решать задачи статического, динамического напряжённо-деформированного состояния конструкций является метод конечных элементов. Однако, все эти графоаналитические и численные методы расчета напряженно-деформированного состояния применялись к неподвижным стержневым системам и имеют свои ограничения и проблемы применения к подвижным стержневым системам. А также в этих методах не учитываются распределенные динамические нагрузки, зависящие от физических, геометрических и кинематических характеристик звеньев, которые появляются во время движения стержневых механизмов и манипуляторов и имеют большое влияние на напряженно–деформированное состояние звеньев.

Чтобы более точно анализировать характер напряженно-деформированного состояния подвижных стержневых систем и для выбора рациональной формы и оптимальных размеров поперечных сечений, обеспечивающие прочность звеньев в течение полного рабочего процесса необходимо учитывать кроме приложенных к системе статических сосредоточенных нагрузок ещё и распределенные динамические нагрузки.

Поэтому актуальна разработка аналитического метода для определения внутренних усилий и перемещений в звеньях подвижных стержневых систем. Преимущество аналитического метода очевидна – точность и скорость расчета. Поскольку все стержневые системы имеют распределенную массу, они всегда являются системами со степенью свободы, равной бесконечности. Следовательно, необходимо было разработать такую дискретную модель механизма, чтобы внутренние усилия каждого звена однозначно определялись конечным набором внутренних усилий в отдельных его сечениях, тогда задача сведется к вычислению внутренних усилий в конечном числе сечений звеньев.

Кроме того, актуальна разработка алгоритма минимизации общей массы проектируемых механизмов и манипуляторов при ограничениях по допускаемым напряжениям в звеньях.

В диссертационной работе Жилкибаевой С. разработана методика расчета прочности и жесткости плоских стержневых механизмов и манипуляторов с учетом внешних сосредоточенных и распределенных динамических нагрузок на основе анализа динамического напряженно-деформированного состояния звеньев в течение полного рабочего процесса по допускаемым напряжениям в поперечных сечениях звеньев.

Разработана методика аналитического определения внутрених усилий и созданы компьютерные программы, производящие анимацию движения механизма и манипулятора с построением на звеньях эпюр: распределенных динамических нагрузок, изгибающих моментов, поперечных и продольных сил в звеньях, где наглядно видно изменение значений и направлений внутренних усилий в каждом сечении по длине каждого звена.

Также разработана методика аналитического определения продольных и поперечных перемещений, углов поворотов поперечных сечений звеньев и созданы компьютерные программы, производящие анимацию движения механизма с построением на звеньях эпюр деформаций.

Также разработаны алгоритмы и программы, минимизирующие общую массу механизмов по допускаемым напряжениям в звеньях.

Представленные в работе результаты позволили при действии статических и распределенных динамических нагрузок на звенья проектируемых стержневых механизмов и манипуляторов и при различных скоростях, ускорениях обобщенных координат подобрать рациональную форму и определять линейные размеры сечений звеньев с наименьшей площадью, обеспечивающие прочность звеньев в полном рабочем процессе.

Основные расчетные уравнения, использованные в диссертационной работе, получены с корректным использованием основных положений теоретической механики, математического анализа, высшей алгебры, дифференциальных уравнений, основ робототехники, теории машин и механизмов и механики деформируемого твердого тела.

При разработке алгоритмов и при создании компьютерных программ использованы полученные в диссертационной работе основные расчетные уравнения и возможности программной среды MAPLE. Достоверность результатов наглядно видна при анимации движения рассматриваемого механизма с построением на звеньях эпюр внутренних усилий и деформаций по следующим признакам: (а) между интенсивностью поперечных динамических нагрузок, поперечных сил, изгибающих моментов и интенсивностью продольной динамической нагрузки, продольной силы имеются дифференциальные зависимости, которые можно использовать для проверки полученных результатов; (б) граничные условия в стойках, шарнирных узлах и т.д.

Полученные линейные размеры поперечных сечений звеньев можно проверить, определив напряжение в любом сечении любого звена и в любом положении

механизма и манипулятора, это значение не должно превышать допускаемое напряжение.

Разработанные методики и программы применимы при исследовании динамического напряженно–деформируемого состояния проектируемых, а также существующих подвижных и неподвижных стержневых систем (плоские стержневые механизмы, манипуляторы, фермы, рамы и т.д.).

Диссертационную работу Жилкибаевой С. считаю законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, посвященной анализу динамического напряженно-деформированного состояния звеньев и рациональному выбору формы и линейных размеров их поперечных сечений при любых (управляемых) скоростях и ускорениях обобщенных координат плоских стержневых механизмов и манипуляторов.

Проведенные Жилкибаевой С. исследования свидетельствуют о том, что автор в достаточной мере владеет методами научного анализа и обладает достаточно высоким уровнем подготовленности к проведению научных исследований в области механики.

Считаю, что работа Жилкибаевой С. в целом имеет характер завершенного исследования и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени PhD (доктора философии) по специальности «6D060300-Механика» и может быть рекомендована к защите.

Научный консультант
д.т.н., профессор Утенов М.У.

РАСТАЙМЫН
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Ғылыми кадрларды
даярлау және аттестаттау басқармасының басшысы
ЗАВЕРЯЮ
Начальник управления подготовки и аттестации
научных кадров КазНУ им. аль-Фараби
Р.Е. Кудайбергенова
«_____» _____ 20__ ж.ж.