Рецензия

на диссертацию Жилкибаевой Салтанат Кубеевны по теме: «Разработка методики расчета прочности и жесткости плоских механизмов и манипуляторов с учетом распределенных динамических нагрузок», представленной на соискание степени доктора философии (Ph.D.) по специальности «6D060300 – Механика»

1. Актуальность темы исследования в рамках требований «Правил присуждения ученых степеней». Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью разработки методики расчета прочности и жесткости механизмов и манипуляторов с учетом внешних сосредоточенных и распределенных динамических нагрузок, важных для решения одного из приоритетных задач проектирования плоских механизмов и манипуляторов.

2. Научные результаты и их обоснованность. В диссертационной работе разработан алгоритм кинематического анализа плоских стержневых механизмов и манипуляторов, а также определены закономерности распределения поперечных и продольных динамических распределенных нагрузок вдоль звеньев, который является основой последующего динамического расчета на прочность и жесткость и анализа напряженно-деформационного состояния плоских подвижных стержневых систем. Эти результаты предоставили возможность создать анимацию движения шестизвенного механизма и манипулятора с замкнутым контуром и двумя степенями свободы с построением на звеньях эпюр поперечных и продольных распределенных динамических нагрузок.

Для определения конструктивных размеров звеньев стержневых механизмов и манипуляторов, обеспечивающих прочную и надежную работу звеньев и в целом механизмов и манипуляторов, необходимо знать законы распределения по оси звеньев внутренних усилий, возникающих от внешних сосредоточенных и распределенных динамических нагрузок. Поскольку все стержневые системы имеют распределенную массу, они всегда являются системами со степенью свободы, равной бесконечности. Поэтому, в процессе разработки методики расчета прочности и жесткости разработана расчетная схема и дискретная модель упругого расчета подвижных стержневых систем, в котором внутренние усилия каждого звена однозначно определялись конечным набором внутренних усилий в отдельных его сечениях, и задача приведена к вычислению внутренних усилий в конечном числе сечений звеньев. Эти результаты позволили создать компьютерные программы, позволяющие производить анимацию движения механизма и манипулятора с построением на звеньях эпюр изгибающих моментов, поперечных и

продольных сил, где наглядно видно изменение значений и направлений этих параметров, которые меняются в зависимости от физических, геометрических и кинематических характеристик звеньев.

Для определения поперечных перемещений и углов поворота сечений звеньев использовано основное дифференциальное уравнение упругой линии балки и выражение изгибающего момента, а для определения продольных перемещений точек звеньев использован закон Гука и выражение продольной силы. На основе разработанных алгоритмов созданы компьютерные программы с анимацией движения шестизвенного механизма с построением на звеньях эпюр деформаций.

На основе результатов предыдущих исследований разработан алгоритм оптимизации общей массы проектируемых механизмов и манипуляторов по доускаемым напряжениям в звеньях. Результаты этих исследований позволяют подобрать рациональную форму и определить линейные размеры сечений звеньев с наименьшей площадью, обеспечивающие прочность звеньев в течение полного рабочего процесса проектируемых стержневых механизмов и манипуляторов под действием сосредоточенных и распределенных динамических нагрузок.

Получены численные результаты, где определены геометрические характеристики, линейные размеры поперечных сечений, максимальные значения внутренних усилий и веса звеньев на примере шестизвенного механизма.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации. Обоснованность научных положений, выводов и заключения диссертационной работы корректны и научно обоснованы. Расчетные уравнения получены с использованием основных положений теоретической механики, теории машин и механизмов и механики деформируемых твердых тел. При создании компьютерных программ применены расчетные уравнения, полученные в диссертационной работе и возможности вычислительной среды Maple. Достоверность результатов внутренних усилий проверены по законам распределения внутренних усилий, построенных на звеньях при анимации движения механизма и манипулятора, а также граничными условиями в стойках и узлах расчетной схемы, дифференциальными зависимостями между внутренними усилиями и распределенными динамическими нагрузками. Достоверность результатов перемещений наглядно видна при анимации движения рассматриваемого механизма с построенными на звеньях законов распределения деформаций, построенных на звеньях движущего механизма по следующим признакам: между углом поворота сечений и прогибом,

продольной силой и продольными перемещениями сечений звеньев имеются дифференциальные зависимости, которые можно использовать для проверки полученных результатов; 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, это значение не должно превышать допускаемое напряжение.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации. Соискателем разработаны алгоритмы и созданы компьютерные программы, позволяющие производить анимацию движения механизма и манипулятора с построением на звеньях эпюр распределенных динамических нагрузок и внутренних усилий. Разработаны алгоритмы и компьютерные программы, позволяющие производить анимацию движения механизма с автоматическим построением на звеньях эпюр деформаций звеньев. Разработаны алгоритмы и компьютерные программы автоматизации методики оптимизации массы механизма по допускаемым напряжениям и реализованы численные результаты, т.е. подобраны формы поперечных сечений звеньев и определены их линейные размеры, обеспечивающие прочность звеньев в течение полного рабочего процесса на примере плоского шестизвенного механизма.

5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов. Полученные в работе научные результаты и сама концепция являются новыми, представляют научный и практический интерес и могут быть непосредственно применены при исследовании динамического напряженно–деформированного состояния проектируемых, а также существующих стержневых систем (плоские стержневые механизмы, манипуляторы, фермы, рамы и т.д.). Разработанную методику можно развивать для проведения дальнейшего теоретического исследования динамического напряженно–деформируемого состояния элементов пространственных подвижных систем (пространственные стержневые механизмы, манипуляторы, фермы, рамы и т.д.).

6. Замечания, предложения по диссертации. К замечаниям по диссертационной работе можно отнести:

1. В главе 1 на рисунках непонятен масштаб показанных эпюр. Аналогичная ситуация в главе 3 – на рисунках непонятен масштаб показанных эпюр.
2. В диссертации не акцентированы существенные трудности при создании компьютерных программ для получения анимации движения механизма и манипулятора и для построения эпюр на звеньях.

Следует отметить, что указанные замечания носят рекомендательный характер и существенно не влияют на основные результаты работы.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней. Диссертационная работа Жилкибаевой С.К. является завершенной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными. Работа отвечает требованиям Правил присуждения ученых степеней, а ее автор Жилкибаева С. К. заслуживает присуждения степени доктора философии (Ph.D.) по специальности «6D060300 – Механика».

Рецензент, к.т.н.,
ассистент–профессор
КазНИТУ им. К.И. Сатпаева Иманбаева Н.С.