

УДК 62-521

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-8-243-75-77

*П. А. Чемогинов, А. М. Макаров, Н. Г. Шаронов, А. В. Ивченко***ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ПАНЕЛИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Проводится разработка и исследование компьютерной модели фрагмента автоматизированной динамической реконфигурируемой панели. Исследуются напряжения, перемещения и деформации, возникающие при различных нагрузках. Результаты компьютерного исследования позволяют выбрать рациональную форму и конфигурацию панели, что приводит к повышению ее прочностных характеристик и снижению массы.

Ключевые слова: реконфигурируемая панель, связи, моделирование.

*P. A. Chemogonov, A. M. Makarov, N. G. Sharonov, A. V. Ivchenko***RESEARCH OF THE AUTOMATED DYNAMIC RECONFIGURABLE PANEL**

Volgograd State Technical University

A computer model of a fragment of an automated dynamic reconfigurable panel is being developed and researched. The stresses, displacements, and deformations arising at various loads are investigated. The results of computer research allow you to choose a rational shape and configuration of the panel, which leads to an increase in its strength characteristics and weight reduction.

Keywords: reconfigurable panel, bond, modeling.

В современном мире как при проектировании технически сложных объектов, так и для достаточно простых конструкций и механизмов все чаще используется модульный подход [1–3].

Модульный характер создаваемой конструкции позволяет изменять ее геометрические размеры путем модульного наращивания реконфигурируемой структуры [1; 4]. Подобный подход также позволяет изменять число интегрированных в структуру приводов, добиваясь рациональных решений в различных комбинациях унифицированных модулей.

Решение проблемы создания управляемых пространственных ячеистых конструкций для создания пространственных форм может быть основано на разработанных реконфигурируемых модульных панелях [5–6].

В основе предлагаемой модели конструкции реконфигурируемой модульной панели лежит мехатронный узел, который призван обеспечить заданный угол между элементами в структуре панели; согласованное управление геометрией панели; возможность изменения геометрии с учетом технологических требований. Различные варианты мехатронного узла рассмотрены и исследованы в [7–9].

В основе предлагаемых вариантов исследуе-

мых конструкций лежит использование реконфигурируемого сотоподобного заполнителя в совокупности с приводами, которые призваны обеспечить заданный угол согласованного изменения положения между элементами структуры.

Рассматривается определение рациональной формы и конфигурации реконфигурируемой динамической панели, которая позволит обеспечить необходимые прочностные характеристики при снижении массы готового изделия.

Для исследования было выполнено построение трехмерной модели сборки изделия в формате, необходимом для проведения компьютерного моделирования.

Объект исследования – сборка элементомехатронного узла автоматизированной динамической реконфигурируемой панели (рис. 1) с изменяемой геометрией (рис. 2). В составе сборки входят треугольные сегменты 1 и связи 2.

Соединение элементов модели произведено с помощью функции «сопряжение», в качестве базовых (неподвижных) компонентов заданы несущие треугольники 1, к ним жестко привяаны гибкие связи 2. Материалы составляющих сборки следующие. Пластиковым компонентам макета был назначен полимер акрил (для треугольников) и пластик PET (для гибких связей).

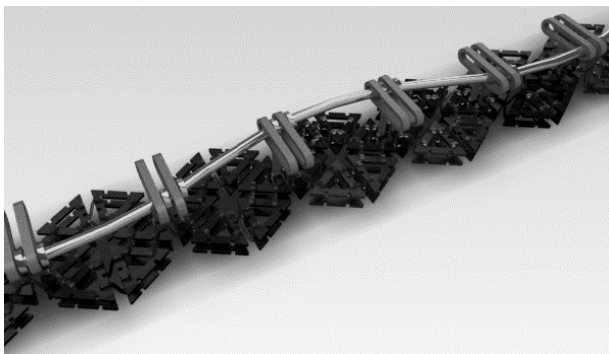


Рис. 1. Мехатронный узел автоматизированной динамической реконфигурируемой панели

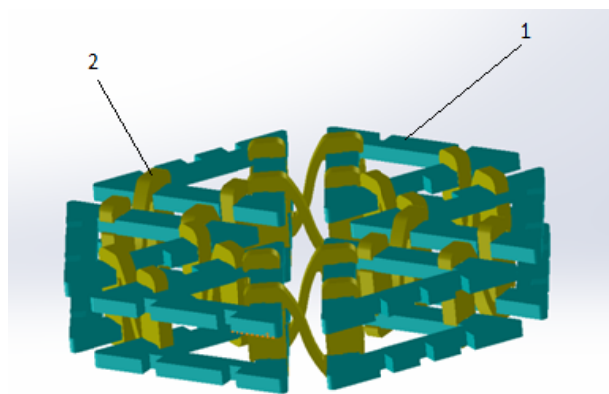


Рис. 2. Сборка элемента

Поскольку исследование напряжений, перемещений и деформаций производится посредством конечно-элементного анализа, была создана расчетная сетка (рис. 3).

К верхней поверхности элемента прикладывается распределенная нагрузка, имитирующая

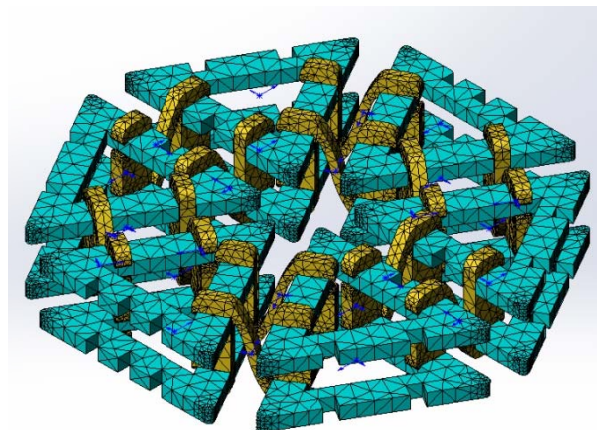


Рис. 3. Вид расчетной сетки

внешнюю нагрузку. Проведены различные исследования, определена максимально допустимая нагрузка. Учтено действие силы тяжести на объект.

Исследование конструкции под действием нагрузок проводилось с помощью инструмента SOLIDWORKSSimulation (COSMOSWorks).

Проведено статическое исследование модели. Например, к верхней поверхности механического узла (рис. 4) приложена распределенная нагрузка, эквивалентная 500 кг/м^2 .

На изображении рис. 3 видно, что в целом конструкция выдерживает приложенную нагрузку, однако есть места с повышенными внутренними напряжениями – это места изгиба гибких связей (на рисунке выделены зеленым цветом). Наиболее нагруженные участки выделены красным цветом.

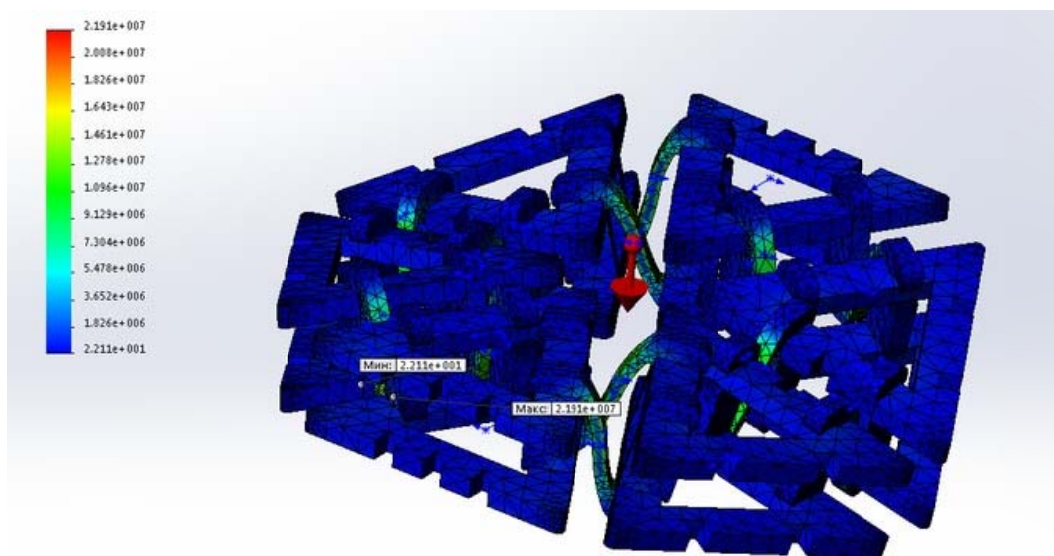


Рис. 4. Напряжения при нагрузке 500 кг/м^2

Эпюра перемещений представлена на рис. 5, согласно которой при максимальных отклонениях геометрии в точках, максимально удаленных от оси закрепления, максимальные напряжения на сгибах креплений достигают значе-

ния 21 МПа. При этом прогиб несущего профиля составил 3 мм. Максимальные напряжения на сгибах соединений достигали 46 Мпа при перемещениях до 5,9 мм.

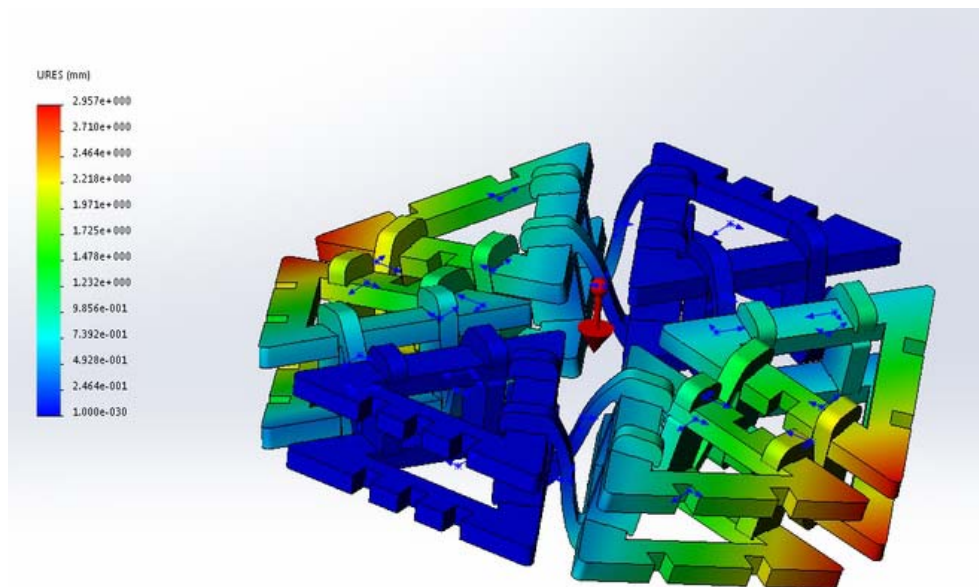


Рис. 5. Перемещения при нагрузке 500 кг/м²

При значительных нагрузках необходимо усилить гибкие связи или изменить их конструкцию, при этом несущий профиль имеет значительный запас прочности.

Результаты исследования могут быть использованы при создании модульных автоматизированных реконфигурируемых светодиодных панелей на основе каркаса с модулями в виде мехатронных узлов с деформируемыми связями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров, И. М. Многосвязные мехатронно-модульные роботы с адаптивной кинематической структурой / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько и др. // Мехатроника, автоматизация, управление. – №11. – 2006.
2. Лопота, А. В. Этапы и перспективы развития модульного принципа построения робототехнических систем / А. В. Лопота, Е. И. Юревич // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – СПб. : Изд-во Политехнического ун-та. – 2013. – № 1(164). – С. 98–103.
3. О способах контактного соединения группы модульных роботов / А. Л. Ронжин, И. В. Ватаманюк, Л. А. Станкевич, Н. Е. Шляхов // Робототехника и техническая кибернетика. – № 3. – Санкт-Петербург : ЦНИИ РТК. – 2016. – С. 34–41.
4. Реконфигурируемый транспортный комплекс со двонными шагающими движителями / Е. С. Брискин и др. // Известия ВолгГТУ : межвуз. сб. науч. ст. № 24 (127) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – (Серия «Актуальные про-

блемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах» ; вып. 19). – С. 10–15.

5. Ивченко, А. В. Мехатронный узел и каркас адаптивного крыла / А. В. Ивченко, Н. Г. Шаронов // Прогресс транспортных средств и систем – 2018. – Волгоград, 2018. – С. 176–177.

6. New conceptual design of the adaptive compliant aircraft wing frame / A.V. Ivchenko, N.G. Sharonov, R. Ziatdinov // Engineering Science and Technology, an International Journal. - 2019. - Vol. 22, Issue 5 (October). – P. 1149-1154. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.10.004>.

7. Моделирование взаимодействия элементов автоматизированных панелей с изменяемой пространственной формой / А. В. Ивченко, А. Ю. Горелова, Н. Г. Шаронов, А. М. Макаров // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 8 (231) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 60–63.

8. Моделирование мехатронного узла реконфигурируемой модульной панели (Simulation of mechatronic unit of reconfigurable modular panel) / М. Ю. Ветлицын [и др.] // XXXI Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения (МИКМУС–2019): сб. тр. конф. / РАН, Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Ин-т машиноведения им. А. А. Благодирова РАН, РФФИ [и др.]. – Москва, 2020. – С. 578–580.

9. Разработка автоматизированного стенда для исследования адаптивной части крыла летательного аппарата / М. Ю. Ветлицын, А. В. Ивченко, Н. Г. Шаронов // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3 (238) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 56–59.