

СИЛОВОЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПРОТЯЖКИ ЛЕНТЫ

**Драница А. П., студ., Москалёв Г. И., к.т.н., доц., Буткевич В. Г., к.т.н., доц.,
Мачихо Т. А., к.т.н., доц.**

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Данная работа посвящена проектированию, силовому расчету и изучению работы механизма протяжки ткани аналитическим и графоаналитическим методами. В работе использовались теоретические и практические методы исследований, представлен подробный анализ методики проектирования. В результате выполненных работ определены основные силы, действующие в опорах, а также скоростные режимы технологического процесса протяжки материала. Практическая значимость работы заключается в использовании результатов работы в действующем производстве при изготовлении текстильных изделий.

Ключевые слова: двухдиадный кулисный механизм, кинематика, скорость, ускорение, сила, звено, механизм протяжки ткани.

В настоящее время при проектировании новых механизмов используют методы кинематического и силового анализа, применяя как аналитический, так и графоаналитический способы. Этими же методами была решена актуальная практическая задача синтеза и расчета механизма протяжки ткани. При проектировании и изучении механизма протяжки ткани был определен закон подачи ткани к исполнительному механизму. Основным механизмом, обеспечивающим требуемый прерывистый закон движения ткани, был выбран двухдиадный кулисный механизм, рассмотренный в работе [1].

Традиционно отработка методов кинематического и силового анализа осуществляется на базе различных механизмов, структура которых весьма разнообразна. Разработанный ранее известный метод замкнутых векторных контуров позволяет в кинематическом анализе применять единый подход к различным схемам механизмов второго класса, то есть унифицировать алгоритм поиска параметра движения звеньев. Вместе с тем выходные параметры кинематического анализа являются входными параметрами силового анализа как при расчете сил инерции, так и расчете реакций подшипниковых опор звеньев механизма [2, 3].

Силовой анализ механизма представлен на рисунке 1, где приведены следующие обозначения: G_3 , G_5 – силы тяжести соответствующих звеньев, U_3 , U_5 – силы инерции соответствующих звеньев; Q – сила полезного сопротивления.

Входные параметры силового анализа: сила Q ; массы звеньев m_3 , m_5 ; момент инерции J_{s3} ; параметры, полученные в результате кинематического анализа.

Последовательность поиска реакций следующая.

Определяются силы тяжести звеньев:

$$G_5 = m_5 \cdot g, G_3 = m_3 \cdot g, G_{5y} = -G_5, G_{3y} = -G_3 \quad (1)$$

Затем определяется сила инерции звена 5:

$$U_5 = m_5 \cdot a_B \quad (2)$$

Составляется уравнение равновесия сил диады 4–5 в проекциях на ось X :

$$\sum X(4,5) = 0$$

$$R_{43}^x + Q + U_5 = 0, \Rightarrow R_{43}^x = -(Q + U_5) \quad (3)$$

Проекция реакции R_{43} на ось Y равна:

$$R_{43}^y = R_{43}^x \cdot \operatorname{tg}(\varphi_3 + \pi/2) \quad (4)$$

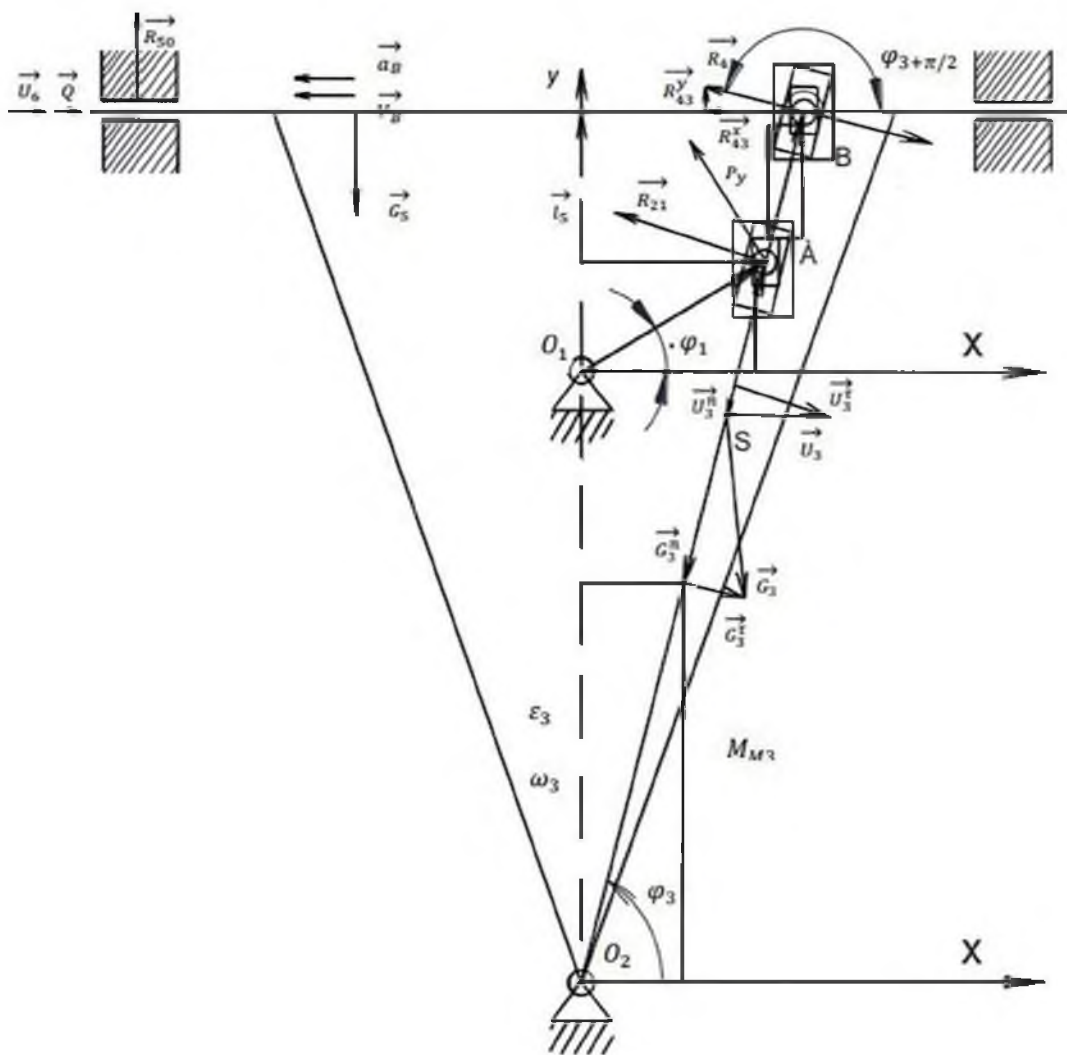


Рисунок 1 – Схема нагружения механизма силами

Реакция R_{43} определяется по следующей формуле:

$$R_{43} = \sqrt{(R_{43}^y)^2 + (R_{43}^x)^2} \quad (5)$$

Уравнение равновесия сил диады 4–5 в проекциях на ось Y имеет вид:

$$\sum Y(4,5) = 0$$

$$G_3 + R_{43}^y + R_{50} = 0, \Rightarrow R_{50} = -(G_3 + R_{43}^y) \quad (6)$$

Касательная и нормальная составляющая силы инерции U_3 определяются из следующих уравнений:

$$U_3^r = -\epsilon_3 \cdot l_s \cdot m_3; U_3^n = -\omega_3^2 \cdot l_s \cdot m_3 \quad (7)$$

Касательная и нормальная составляющая силы тяжести G_3 равны соответственно:

$$G_3^r = G_{3y} \cdot \sin(\varphi_3 + 3 \cdot \pi / 2);$$

$$G_3^n = G_{3y} \cdot \cos(\varphi_3 + 3 \cdot \pi / 2) \quad (8)$$

Моменты сил инерции M_{43} определяется уравнением:

$$M_{43} = -\varepsilon_3 \cdot J_{s3} \quad (9)$$

Уравнение равновесия моментов сил приложенных к диаде 2–3 относительно точки O_2 , имеет вид:

$$\sum M_{O_2}(2,3) = 0;$$

$$R_{34} \cdot l_{3B} + U_3 \cdot l_3 + M_{u3} + R_{21} \cdot l_{3A} = 0 \quad (10)$$

Реакция R_{21} определяется из уравнения (10):

$$R_{21} = -((R_{34} \cdot l_{3B} + U_3 \cdot l_3 + M_{u3}) / l_{3A}) \quad (11)$$

Уравнение равновесия сил диады 2–3 в проекциях на нормаль звена 3:

$$\sum P^r(2,3) = 0; R_{34} + R_{21} + G_3 + U_3 + R_{30} = 0, \Rightarrow R_{30} = -(R_{34} + R_{21} + G_3 + U_3) \quad (12)$$

Уравнение равновесия сил диады 2–3 в проекциях на звено 3:

$$\sum P^n(2,3) = 0; G_3^n + U_3^n + R_{30}^n = 0, \Rightarrow R_{30}^n = -(G_3^n + U_3^n) \quad (13)$$

Тогда реакция R_{30} равна:

$$R_{30} = \sqrt{(R_{30}^r)^2 + (R_{30}^n)^2} \quad (14)$$

Уравновешенная сила P_y определяется из уравнения равновесия звена 1:

$$\sum M_{O_1}(1) = 0;$$

$$P_y = R_{21} \cdot (\cos \varphi_3 \cdot \cos \varphi_1 + \sin \varphi_3 \cdot \sin \varphi_1) \quad (15)$$

Реакция стойки на звено 1:

$$R_{10} = \sqrt{(R_{12}^2)^2 - (P_y)^2} \quad (16)$$

Для практической проверки полученных формул был рассчитан и построен график зависимости реакции опоры от угла поворота ведущего звена, представлен на рисунке 2. Данные, полученные в ходе расчета, использовались при определении конструкции опорного узла.

В результате выполнения работы были получены основные математические зависимости усилий, действующие в механизме, в зависимости от скоростных режимов. Определен характер влияния скорости входного звена на значения усилий в опорах и критические параметры работы механизма протяжки ткани. Определены положения механизма, при которых усилия в опорах принимают максимальные значения.

Данная работа носит непосредственный практический характер.

Полученные математические зависимости позволяют выполнить необходимые конструкторские расчеты исполнительных механизмов, работающих в реальных производственных условиях.

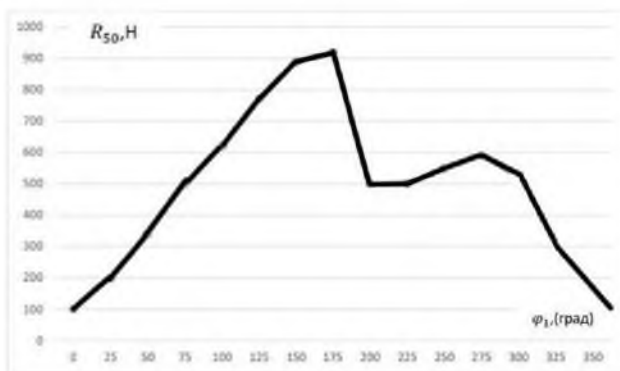


Рисунок 2 – График зависимости $R_{50}(\varphi_1)$

Список использованных источников

1. Кинематический расчет рычажных механизмов методом замкнутых векторных контуров. Котович А. В., студ., Буткевич В. Г., доц., Ильющенко А. В., доц., Мачихо Т. А., доц., Краснер С.Ю., доц. Витебский государственный технологический университет, Витебск, Материалы докладов конференции 2017.
2. Фролов, К. В., Попов, С. А., Мусатов, А. К. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – 4-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004. – 664 с.
3. Малахов, А. Н., Балабина, Т. А. Теория механизмов и машин. – М.: Издат. группа «АСТ», 2008. – 254 с.

УДК 004.056.2

ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Логис В. Д., студ., Окунев Р. В., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены этапы обратного проектирования. Обратное проектирование с применением 3D-сканирования и современных программных решений является перспективным и экономически выгодным подходом для восстановления и модернизации сложных узлов и деталей, особенно в условиях ограниченного доступа к оригинальной документации и необходимости импортозамещения. Этот метод способствует повышению технологической независимости, улучшению качества продукции и развитию отечественного производства.

Ключевые слова: реверс-инжиниринг, обратное проектирование, 3D-сканирование, 3D-сканеры, облако точек, CAD-модель, аддитивное производство, импортозамещение, восстановление документации, модернизация оборудования.

Обратное проектирование (реверс-инжиниринг) представляет собой процесс анализа физического или цифрового объекта (например, детали, устройства или программного обеспечения) и его документации с целью выявления принципов функционирования, внесения изменений или воспроизведения объекта с сохранением его функциональных характеристик. Наиболее эффективным методом создания виртуальной модели является использование 3D-сканирования с последующей обработкой данных в специализированных программных средствах.

Данный процесс осуществляется в несколько последовательных этапов.

1. Сканирование объекта с использованием 3D-сканеров для получения точных цифровых репрезентаций.
2. Обработка полученных трехмерных данных с целью устранения шумов и ошибок, а также подготовки к моделированию.
3. Создание трехмерной модели и технической документации на основе обработанных данных.
4. Экспорт полученной модели в системы автоматизированного проектирования (САМ) для дальнейшей подготовки производственного процесса.
5. Реализация производства с использованием аддитивных технологий, станков с числовым программным управлением (ЧПУ) или проектирования пресс-форм.

Основным устройством, используемым в реверс-инжиниринге, являются 3D-сканеры – приборы, осуществляющие исследование объекта посредством излучения, чаще всего ультразвукового, светового или лазерного. Эти излучения направляются на поверхность объекта, отражаются от нее и улавливаются специальными датчиками сканера. В результате множество полученных точек формирует плотное облако данных определенной формы, которое и представляет собой цифровое отображение детали.