

Рисунок 3 – Слои в разработанном материале

1 - Быстрорастворимый бактерицидный материал, 2 - Слаборастворимый слой с обезболивающим, 3 - Слой с ранозаживляющим компонентом, 4 - Нерастворимый барьерный слой

Разработка и создание представленного многокомпонентного материала позволит более эффективно и комплексно воздействовать на раны, ожоги и другие повреждения, ускоряя их заживление, и выздоровление больных в целом.

#### Список использованных источников

1. Ramakrishna, S. An Introduction to Electrospinning and Nanofibers / Ramakrishna S., Fujihara K., Teo W.E., Lim E.C., Zuwei M., Singapor, 2005.
2. Филатов, Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс) / Ю.Н. Филатов, Москва, ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 1997.
3. Алексеев, И.С. Влияние технологических параметров процесса электроформования полимера и характеристик раствора на структуру и свойства нетканых материалов / И. С. Алексеев, С.Г. Степин, И.А. Дорошенко, Н.И. Миклис // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2015. – № 29. – С. 84.

УДК 621.923

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В ДЕТАЛЯХ СТАНОЧНЫХ УЗЛОВ ПРИ 3D МОДЕЛИРОВАНИИ СРЕДСТВАМИ AUTODESK INVENTOR

*Мульц В.Г., студ., Путеев Н.В., к.т.н., доц., Климентьев А.Л., ст. преп.*

*Витебский государственный технологический университет,*

*г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрено 3D моделирование средствами Autodesk Inventor коробки скоростей фрезерного станка. При этом в качестве оценки пригодности разработанного узла к применению проведен анализ деформаций под нагрузкой и возникающие напряжения. Это дает возможность оценить правильность выбора материалов, размеров и других технических параметров в процессе проектирования.

Ключевые слова: 3D, моделирование, нагрузка, деформация, напряжение.

Трехмерное (3D) моделирование без последующего анализа напряженно-деформированного состояния деталей в спроектированном узле не дает представления об оптимальности выбора конструктивных и технологических параметров. Узел может оказаться переупрочненным или ослабленным, а вид термообработки не соответствовать нагрузке и опасным концентрациям напряжений.

Также станки являются особым типом механизмов. Если у большинства применяемых машин главными являются вопросы прочности, то к станку предъявляются требования жесткости и точности. Так все шпиндели станков проходят проверку не на прочность, а на жесткость.

Анализ напряжений помогает найти наилучшие варианты конструкции деталей. Поэтому вопрос продолжения 3D моделирования анализом напряженно-деформированного состояния деталей представляется актуальным и обязательным в проектировании.

Для моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния деталей в Autodesk Inventor предусмотрено два типа моделирования: статический анализ (оценивает условия структурной нагрузки), модальный анализ (оценивает формы естественных колебаний, включая движения жесткого тела).

Типовой процесс анализа напряжений включает в себя ряд этапов [1]:

1. Определение ожиданий. Оценка физического поведения с помощью концептуальной модели.
2. Предварительная обработка. Выбор материала и ограничивающих условий (нагрузки и зависимости), условий для контактов и параметров сетки.
3. Решение. Запуск процесса моделирования, позволяющего рассчитать математическую модель, и формирование решения. Для нахождения решения деталь делится на меньшие элементы. Решающая программа добавляет индивидуальную информацию по поведению каждого элемента. С ее помощью можно прогнозировать поведение всей физической системы путем решения набора систем алгебраических уравнений.
4. Последующая обработка. Отображение и оценка результатов.
5. Проверка ожиданий. Последующая обработка результатов анализа и усовершенствование введенных данных.
6. Заключение (усовершенствование). Определение того, соответствуют ли результаты ожиданиям.

Пример применения Autodesk Inventor для моделирования коробки скоростей приведен на рисунке 1. Фрагмент изображения напряженно-деформированного состояния шпинделя приведен на рисунке 2.

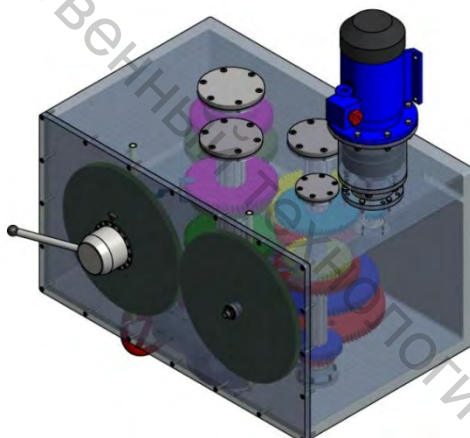


Рисунок 1 – Трехмерная модель коробки скоростей

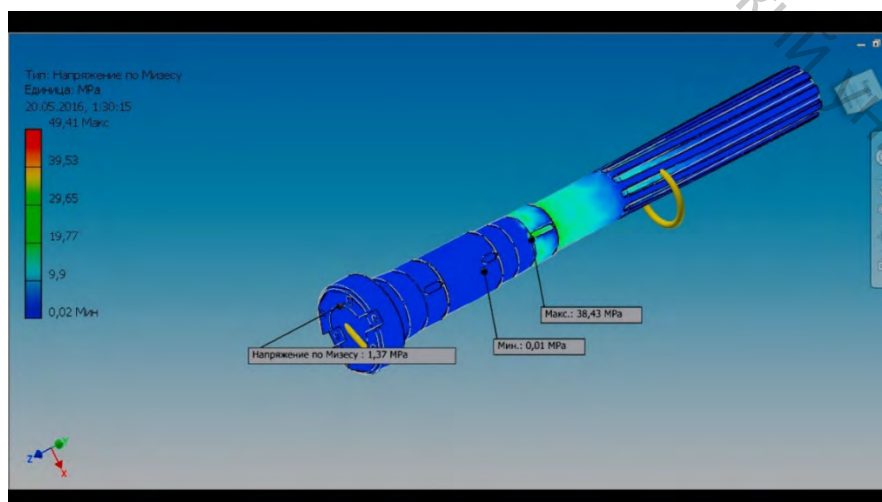


Рисунок 2 – Результат моделирования напряженно-деформированного состояния шпинделя с использованием средств Autodesk Inventor

В результате работы можно ответить на вопрос о пригодности спроектированного станочного узла к выполнению требований нормативов к станкам.

Список использованных источников

1. Анализ напряжений. Продукты Inventor. Autodesk Knowledge Network / Autodesk [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/inventor-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Inventor-Help/files/GUID-61F01A5D-7E54-45A1-9698-7BB11F0AEE94-htm.html>. — Дата доступа: 26.04.2017.

УДК 539.3

## ПРОЦЕССЫ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТАЛИ 45 ПО ПЛОСКИМ КРИВОЛИНЕЙНЫМ ТРАЕКТОРИЯМ

Зубчанинов В.Г., проф., Гуляев В.И., проф., Алексеев А.А., доц.

Тверской государственный технический университет,

г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Представлены основные уравнения теории процессов пластического деформирования в плоских задачах и их математическая модель, используемая для численного моделирования процессов сложного упругопластического деформирования материалов. Верификация модели проведена путем сопоставления расчетных данных с результатами экспериментальных исследований, проведенных на автоматизированном испытательном комплексе СН-ЭВМ на тонкостенных трубчатых образцах из стали 45.

Для численного моделирования процессов сложного упругопластического деформирования материалов в девиаторном пространстве А.А. Ильюшина  $E_5$  по плоским траекториям, содержащим криволинейные участки использованы определяющие соотношения связи между векторами формоизменения напряжений  $\bar{\sigma}$  и деформаций  $\bar{\epsilon}$  [1], учитывающие скалярные и векторные свойства материалов

$$\frac{d\bar{\sigma}}{ds} = M_1 \hat{p}_1 + \left( \frac{d\sigma}{ds} - M_1 \cos \vartheta_1 \right) \hat{\sigma}, \quad \frac{d\vartheta_1}{ds} + \kappa_1 = -\frac{M_1}{\sigma} \sin \vartheta_1, \quad (1)$$

где  $s$  – длина дуги траектории деформирования;  $\cos \vartheta_1 = \hat{\sigma} \cdot \hat{p}_1$ ;

$$\hat{\sigma} = \cos \vartheta_1 \hat{p}_1 + \sin \vartheta_1 \hat{p}_2, \quad \hat{p}_1 = \frac{d\bar{Y}}{ds}, \quad \hat{p}_2 = \frac{1}{\kappa_1} \frac{d^2 \bar{Y}}{ds^2}, \quad (2)$$

$\hat{p}_1, \hat{p}_2$  – единичные векторы естественного репера Френе;  $\vartheta_1 = \vartheta_1(s, \kappa_1, \vartheta_1^0)$  – угол сближения, характеризующий отклонение вектора  $\bar{\sigma}$  от касательной к траектории деформирования и отражающий влияние векторных свойств материала;  $\sigma = \sigma(s, \kappa_1, \vartheta_1^0)$  – функционал процесса скалярных свойств материала;  $\vartheta_1^0$  – угол излома траектории в начальной точке криволинейного участка траектории,  $\kappa_1$  – кривизна;  $M_1, d\sigma/ds$  – функционалы процесса деформирования, зависящие от параметров сложного нагружения  $s, \kappa_1, \vartheta_1^0$ .

В основные уравнения математической модели для плоских задач входят уравнения (1) и универсальные аппроксимации функционалов В.Г. Зубчанинова [2]

$$\sigma(s) = \Phi(s, \vartheta_1^0, \kappa_1) = \Phi(s) + Af_0^p \Omega - B\Delta s \kappa_1, \quad \frac{d\sigma}{ds} = \frac{d\Phi}{ds} + Af_0^p \frac{d\Omega}{ds} - B \frac{d}{ds} (\Delta s \kappa_1), \quad (3)$$

$$M_1 = 2G_p + (2G - 2G_p^0) f^q, \quad (4)$$

зависящие от всех параметров сложного нагружения для криволинейных траекторий. Здесь