

3. Органолептические методы оценки пищевых продуктов: Терминология. – М.: Наука, 1990.
4. Полегаев В.И. Методы оценки качества плодов и овощей. М.:– 1978.
5. Шаумаров Х.Б. Исламов С.Я. Технология хранения и первичной обработки сельскохозяйственной продукции. – Ташкент, 2011.
6. Солнечная сушилка. Буклет. – ТашГАУ: Партнерский офис GIZ, 2013.
7. Широков Е.П., Полегаев В. Стандартизация технологии хранения и переработки продуктов растительного происхождения. – М.: Агропромиздат, 2000.

УДК 621.81

Д.Н. Колоско, *канд. техн. наук., доцент,*
И.С. Хаустович, *студент,* **В.А. Щербаченя**, *студент,*
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск*

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ МИЗЕСА В ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА

Ключевые слова: теории прочности, эквивалентное напряжение, критерий пластичности Мизеса, системы инженерного анализа, плуг навесной, карта эквивалентных напряжений по Мизесу.

Key words: strength theory, equivalent stress, Mises plasticity criterion, engineering systems, hinged plough, Mises equivalent stress map.

Аннотация: в статье рассматриваются концепции прочности деталей машин, классические теории прочности и особенности критерия Мизеса. Приведен пример результатов расчета программным комплексом ANSYS карты эквивалентных напряжений и перемещений в раме навесного плуга.

Summary: the article discusses the concepts of strength, applied theories of strength; features of the Mises criterion. An example of the results of calculation by the ANSYS software complex of the map of equivalent voltages and movements in the frame of the mounted plough is given.

Основы прочностных расчетов деталей машин и элементов конструкций излагаются в курсе дисциплины «Сопротивление материалов», изучающем такие понятия как виды напряженного состояния, переход материала в опасное состояние, эквивалентное напряжение, критерии прочности и пластичности (теории прочности).

В настоящее время существуют две концепции прочности твердых тел – механическая и кинетическая. Все критерии прочности основаны на общих положениях, зависящих от условий деформирования материала. При этом материал может находиться в одном из механических состоя-

ний: упругом, пластическом или в состоянии разрушения. Каждое из этих состояний характеризуется критерием прочности, который устанавливает момент исчерпания несущей способности твердого тела, сопровождающимся разделением тела на части. Для пластичных материалов предельным (опасным) считается напряженное состояние, соответствующее развитию заметных остаточных деформаций. Для хрупких материалов таким является состояние, которому соответствует начало разрушения.

Исторически первая и вторая теории прочности, предполагающие, что причиной перехода материала в предельное состояние нормальные напряжения или наибольшие относительные деформации, дают удовлетворительное совпадение результатов расчетов с опытными данными для хрупких материалов.

Большинство деталей в сельхозмашиностроении изготавливаются из пластичных материалов, которые разрушаются по площадкам, где действуют наибольшие касательные напряжения τ , которые служат в качестве критерия прочности. Третья теория прочности называется теорией наибольших касательных напряжений и предложена впервые физиком, механиком и инженером Шарлем Огюстеном Кулоном. Эта теория удовлетворительно описывает предельные условия перехода тел в состояние пластического деформирования.

Первоначальную идею четвертой энергетической гипотезы наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения прочности выдвинул в 1885 г. итальянский математик Эудженио Бельтрами, в 1904 г. усовершенствовал профессор Максимилиан Губер, затем уточнили Рихард Мартин фон Мизес (в 1913 г.) и Г. Генки (в 1924 г.). Применяемая в настоящее время интерпретация этой теории чаще всего называется критерием фон Мизеса или критерием пластичности фон Мизеса.

Критерий пластичности Мизеса основан на предпосылке о том, что пластическое состояние (или разрушение) наступает в случае, когда удельная энергия формоизменения достигнет некоторого предельного значения, различного для разных материалов. Он использует физический параметр, учитывающий преимущественное действие касательных напряжений на материал.

Напряжение Мизеса используется в материаловедении для оценки прочности и долговечности материалов. Оно применяется для прогнозирования текучести материала при приложении многоосных нагрузок к телу с помощью результатов, полученных в результате простых испытаний на одноосное растяжение. Изображение эквивалентного напряжения Мизеса (рисунок 1), которое испытывает куб при погружении в жидкость, гораздо легче визуализируется и чаще используется для расчета эквивалентного напряжения [1].

Полная удельная энергия деформирования U может быть представлена как сумма удельной энергии изменения объема U_0 и удельной энергии формоизменения U_ϕ .

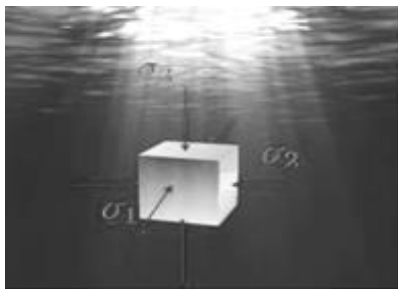


Рисунок 1. Визуализация напряжения фон Мизеса

Так как величина U_0 в уравнении составляет лишь 15% от полной величины удельной энергии деформирования, реализуется предельное условие текучести.

Критерий Мизеса может быть записан в виде равенства:

$$U_{\phi} = [U] = \frac{1 + \mu}{3E} \sigma_T^2 ;$$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = \sigma_T$$

Эквивалентная относительная деформация Мизеса определяется выражением:

$$\varepsilon = \frac{1}{3} \sqrt{2 \left[(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 \right]}$$

Используемый физический параметр «удельная энергия формоизменения» учитывает преимущественное действие касательных напряжений на материал за вычетом действия нормальных напряжений. Такой механизм деформирования и потери первоначальной формы характерен для пластичных материалов (металлов, сплавов), для которых и рекомендуется применение данного критерия.

В современном проектировании сельскохозяйственной техники применяются системы инженерного анализа – комплекс программных продуктов, которые способны смоделировать, как будет вести себя в реальности разработанная на компьютере модель изделия. Для оценки прочности моделируемых конструкций в них применяются различные математические расчеты: метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объемов.

В таких программах как ANSYS и SolidWorks критерий текучести (момент наступления пластических деформаций) определяется по критерию Мизеса.

При помощи программного комплекса ANSYS в 2018 году было выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния рамы навесного плуга ПЛН-5-35 методом конечных элементов [2].

При статическом действии нагрузки были получены численные значения и построены эпюры внутренних силовых факторов, действующих в конструкции; карта эквивалентных напряжений и перемещений в раме (рисунки 2 и 3); распределение напряжений по поперечным сечениям элементов рамы.



Рисунок 2. Карта эквивалентных напряжений по Мизесу

Наиболее нагружены оказались верхние грани балок рамы; сжимающие напряжения, вызванные стремлением рабочих органов к выглублению, не превысили 129 МПа. Элементы рамы при этом испытывают значительные деформации. Главный брус рамы, на котором закреплены корпуса, скручивается, при увеличении деформации в направлении от первой к пятой стойке, достигая величины в 3,8 см. Стойки корпусов изгибаются вместе с рамой.

Проведенные исследования напряженно-деформированного состояния рамы плуга при статическом действии нагрузок позволили оценить чувствительность модели к действующим нагрузкам: при работе в не самых тяжелых условиях плуг не всегда обеспечивает требования агротехники к равномерности глубины обработки почвы. Разница в глубине хода первого и пятого плужных корпусов достигает 3,4 см.

Приведенный пример расчетов с помощью программы ANSYS показал, что применение систем инженерного анализа позволяет определять конструктивные недостатки даже в серийно выпускаемых моделях сельскохозяйственной техники.

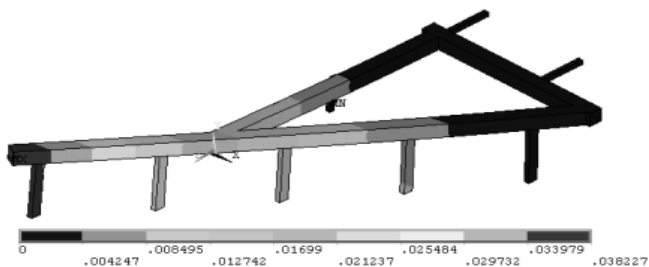


Рисунок 3. Карта деформаций рамы плуга

Следует отметить применение в современных компьютерных системах впервые сформулированной в 1885г. и усовершенствованной в течение последующих 40 лет научной идеи для проведения прочностных рас-

четов при сложном напряженном состоянии деталей машин, изготовленных из пластичных материалов.

Со времен первых попыток определения критериев прочности материалов в начале XVII века до настоящего времени сохраняется актуальность проблемы создания обобщенной теории прочности, которая была бы пригодна для достоверного описания предельных состояний всего многообразия различных материалов.

Применение систем инженерного анализа позволяет не только при помощи расчетных методов моделировать напряженно-деформированное состояние деталей машин в реальных условиях эксплуатации, но и выполнять экспертную оценку существующих моделей техники для выявления конструктивных недостатков, отрицательно влияющих на эксплуатационные характеристики.

Список использованной литературы

1. Критерий пластичности Мизеса – Режим доступа: <https://mash-xxl.info/info/243736/>.

2. Байбулов, А.К. Расчет напряженно-деформированного состояния рамы навесного плуга – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/209/51368/>

УДК 657

*Т.Н. Павлюченко, канд. экон. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I», г. Воронеж*

УЧЕТ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В СИСТЕМЕ ФГИС «ЗЕРНО»

Ключевые слова: бухгалтерский учет, ФГИС «Зерно», интеграция информации, производство зерна, учет зерна

Key words: accounting, FSIS "Grain," information integration, grain production, grain accounting

Аннотация: с переходом к рыночной экономике, производство зерна, а также его последующая перепродажа и переработка оказались в частных руках. Не смотря на то, что именно зерновая отрасль обеспечит продовольственную безопасность страны, контроль в данном сегменте незначителен. В целях повышения прозрачности бизнеса и обеспечения прослеживаемости движения зерна на внутреннем и внешнем рынках был создан ресурс ФГИС «Зерно».

Summary: with the transition to a market economy, grain production, as well as its subsequent resale and processing, were in private hands. Despite the fact that it is grain production that will ensure the country's food security, con-