

Знайдюк В.Г.

Харківський національний технічний
університет сільського господарства
ім. П. Василенка,
м. Харків, Україна
E-mail: vasz@ua.fm

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕВОЙ
ПАНЕЛИ МОЛОТИЛКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО
КОМБАЙНА «СКИФ 230А»**

УДК 631.354.2.076

В работе осуществлен расчет твердотельной модели левой панели молотилки зерноуборочного комбайна «Скиф 230А» методом конечных элементов. Произведён расчет сил реакций в точках крепления наклонной камеры к молотилке. Выявлены места концентрации напряжений. Получены числовые значения напряжений и относительных деформаций в материале панели при различных условиях нагружений.

Ключевые слова: метод конечных элементов, зерноуборочный комбайн, напряженно-деформированное состояние, твердотельная модель

Вступление. При проектировании современного отечественного зерноуборочного комбайна возникают трудности связанные с недостаточным теоретическим и экспериментальным исследованием их конструкции. Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации зерноуборочных комбайнов показывает, что основные (базовые) элементы конструкции являются ресурсопределяющими, поскольку они воспринимают значительные динамические нагрузки, которые приводят к отказам. [1].

Использование существующих аналитических методов расчёта не позволяет достаточно точно оценить величину напряжений в ресурсопределяющих элементах [2]. В связи с этим есть актуальным анализ твердотельных моделей с помощью универсальных программных комплексов методом конечных элементов для получения числовых значений напряжений и установления мест их локализации.

В качестве объекта исследования проведём расчёт напряженно-деформированного состояния левой панели молотилки зерноуборочного комбайна «Скиф 230А» методом конечных элементов.

Основной материал. Для осуществления расчета напряженно-деформированного состояния соединения бугеля (КЗС 230 20.51.461) к панели молотилки левой (КЗС 230 20.52.000) под воздействием веса жатки и наклонной камеры комбайна, необходимо произвести расчет силы реакции в точках крепления наклонной камеры к молотилке.

Все геометрические размеры, вес и материал сборочных единиц получены из конструкторско-технологической документации к зерноуборочному комбайну «Скиф 230А» производства ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод».

Геометрические показатели наклонной камеры представлены на рис. 1.

Учитывая массогеометрические параметры наклонной камеры, произведем расчет напряженно-деформированного состояния узла крепления наклонной камеры к корпусу молотилки для двух вариантов:

1. Вариант нагружения узла крепления под действием силы тяжести (учитывается вес жатки и наклонной камеры).

2. Вариант нагружения узла крепления во время выполнения комбайном уборки зерновых (толкание жатки).

Для указанных случаев схема нагружения будет отличаться величиной и направлением приложенных сил.

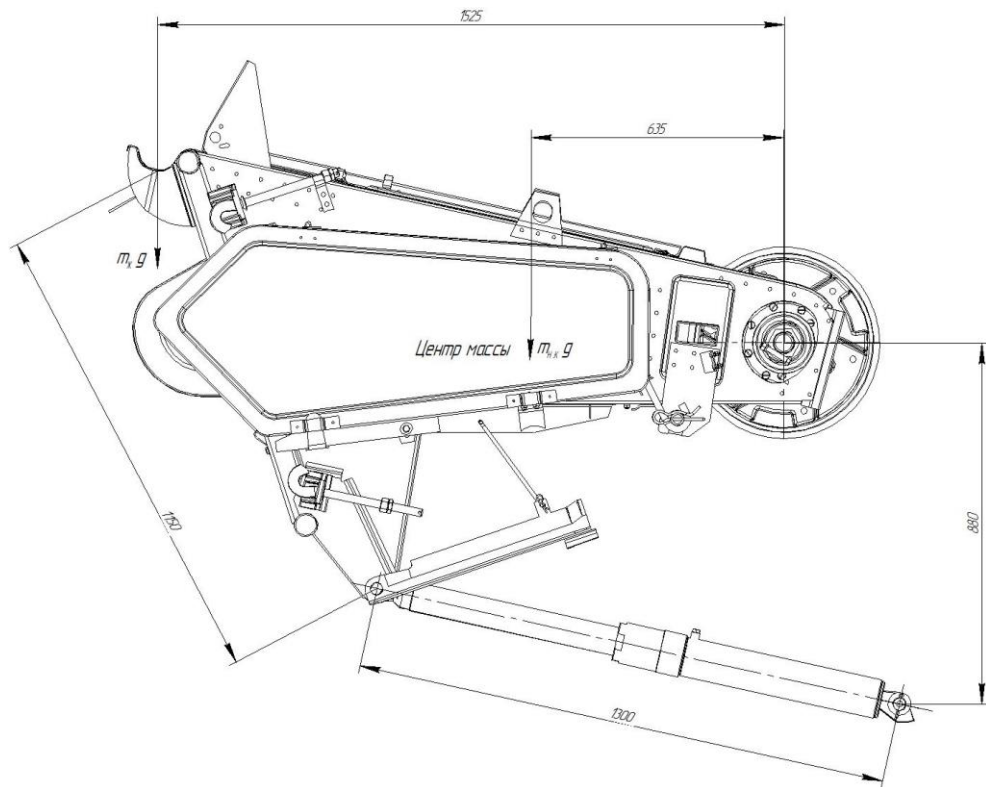


Рис. 1. Геометрические показатели наклонной камеры

Первый вариант нагружения (от веса наклонной камеры и жатки)

Представим твердотельную модель левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000) с указанием приложенных сил нагружения (желтые стрелки) и мест закрепления (зеленые стрелки) на рис. 2.

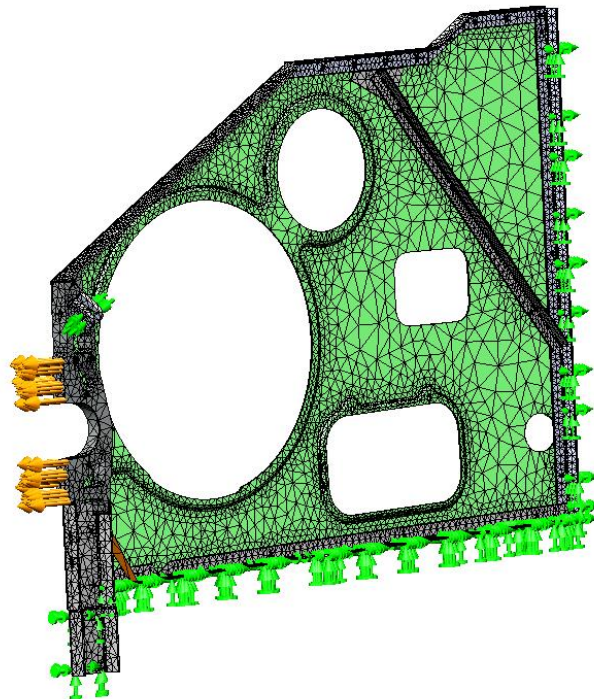


Рис. 2 – Твердотельная модель левой панели молотилки (КЭС 230 20.52.000)

Значение приложенной силы к узлу крепления принимаем $F_n = 10$ кН.
Характеристика сетки конечных элементов приведена табл. 1.

Таблица 1

Характеристика сетки конечных элементов

Имя исследования	Исследование НДС
Тип сетки	Комбинированная сетка
Используемое разбиение	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 точек
Проверка Якобиана для оболочки	Вкл.
Управление сеткой	Определенный
Макс. размер элемента	68.2092 мм
Мин. размер элемента	13.6418 мм
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	103412
Всего элементов	52055
Заново создать сетку из неудавшихся деталей с несовместимой сеткой	Вкл.

В результате произведения расчета численными методами напряженно-деформированного состояния узла крепления наклонной камеры к левой боковине молотилки были получены следующие результаты:

– результаты исследования распределения напряжений в материале левой панели молотилки представлены на рис. 3. В результате расчета полученные значения напряжений не выходят за предел текучести используемого материала $\sigma_T = 175$ МПа;

– исследование наиболее нагруженных мест конструкции (места в конструкции, имеющие коэффициент запаса прочности менее 3,0) позволил выявить три участка, представленных на рис. 4, 5 и 6.

– максимальная величина относительной деформации применяемых материалов составляет $\varepsilon = 3,3 \cdot 10^{-4}$. Распределение относительной деформации по материалу исследуемых деталей представлено на рис. 7.

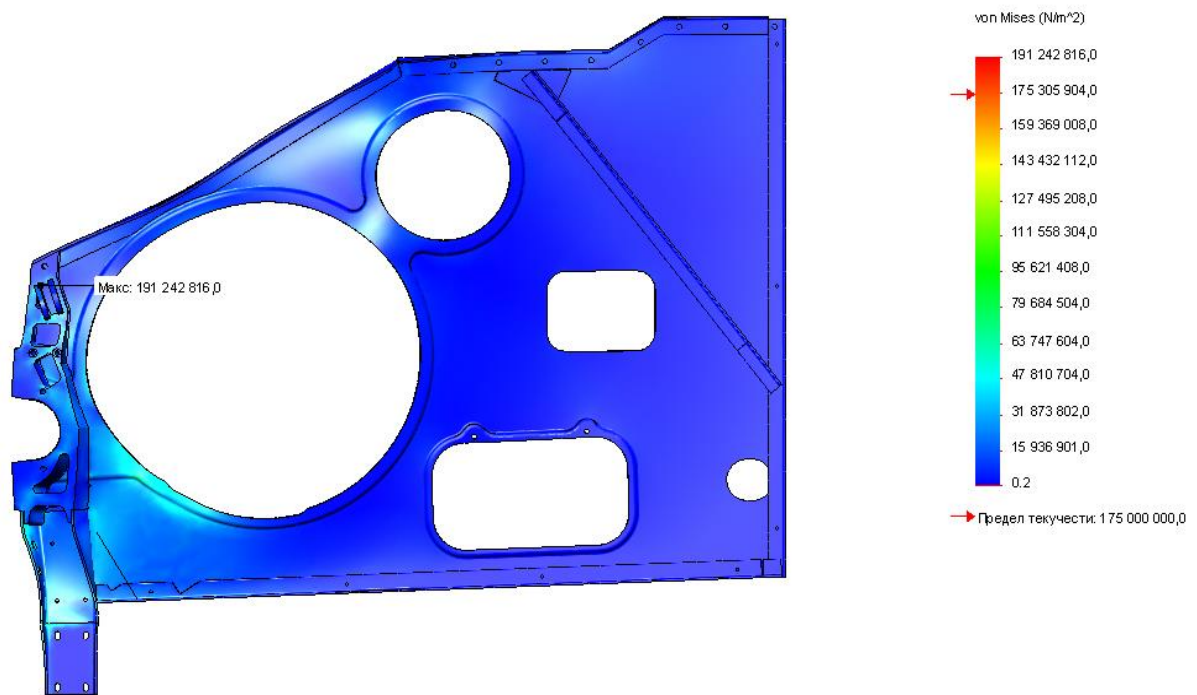


Рис. 3. Распределение напряжений в материале левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

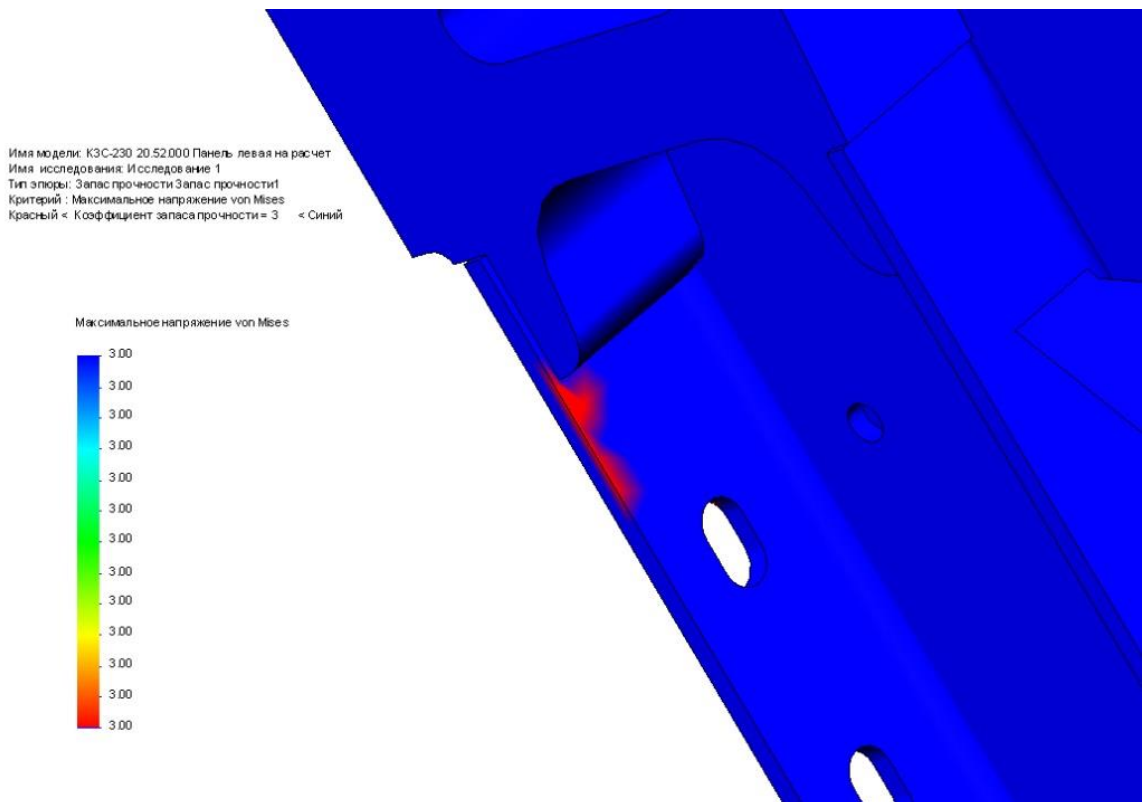


Рис. 4. Расположение концентратора напряжения в швеллере (КЗС 9-1-24484)

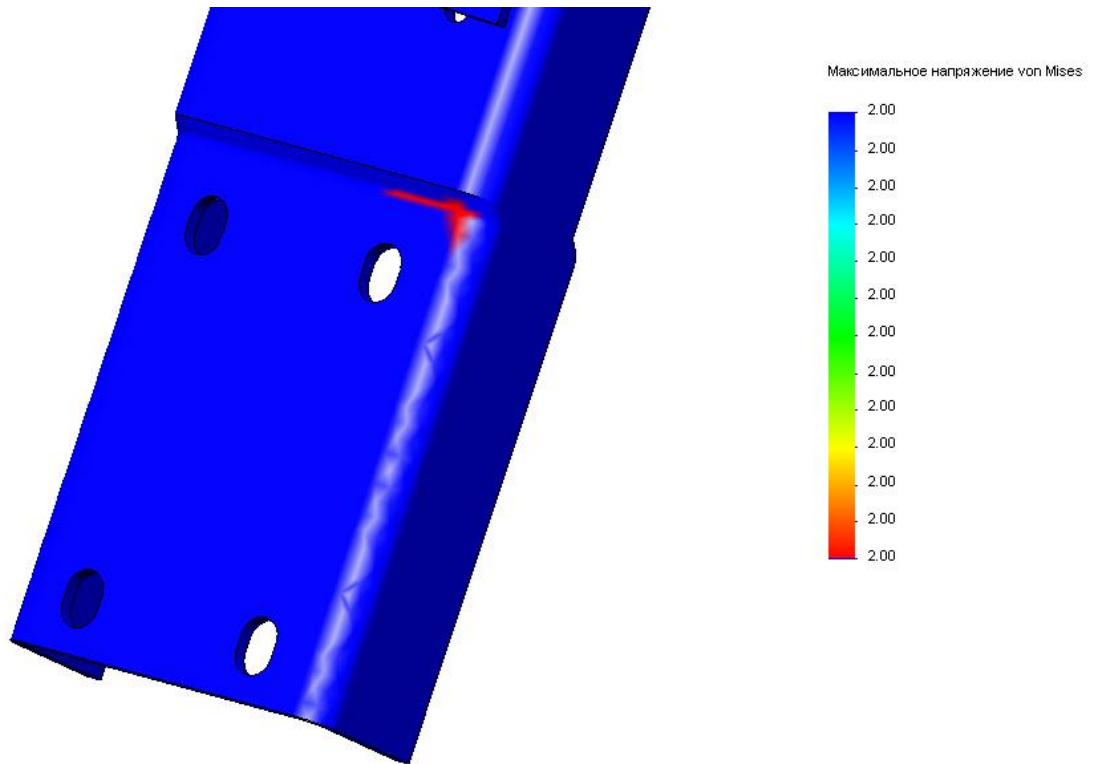


Рис. 5. Расположение концентратора напряжения в швеллере (КЗС 9-1-24484)

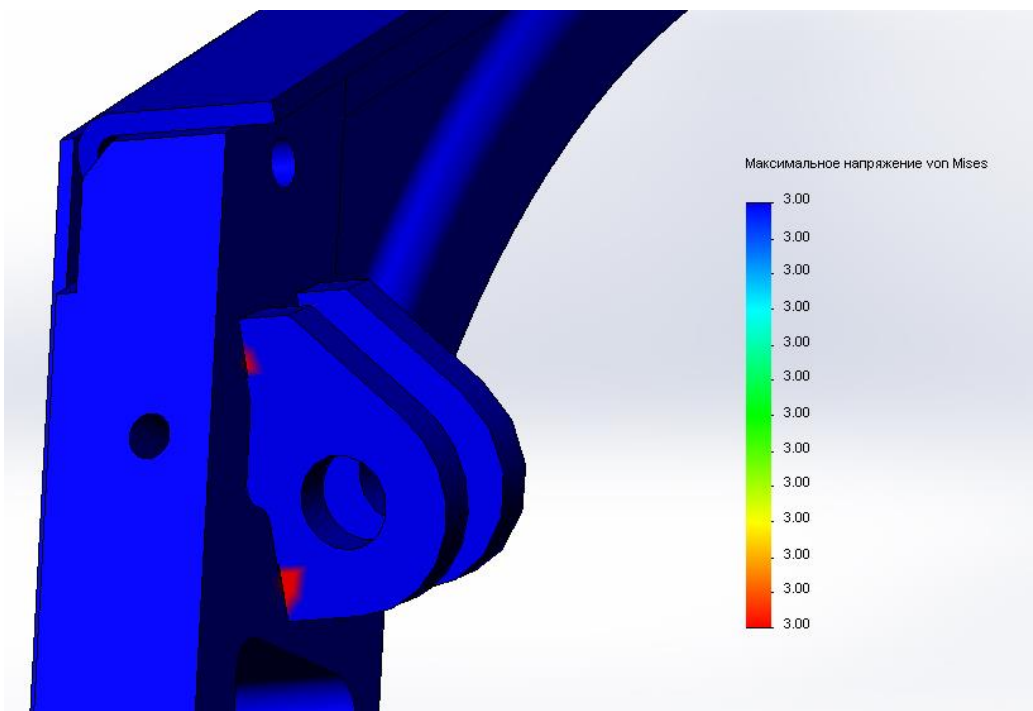


Рис. 6. Расположение концентратора напряжения в ухе крепления растяжки (КЗС 9-1-24662)

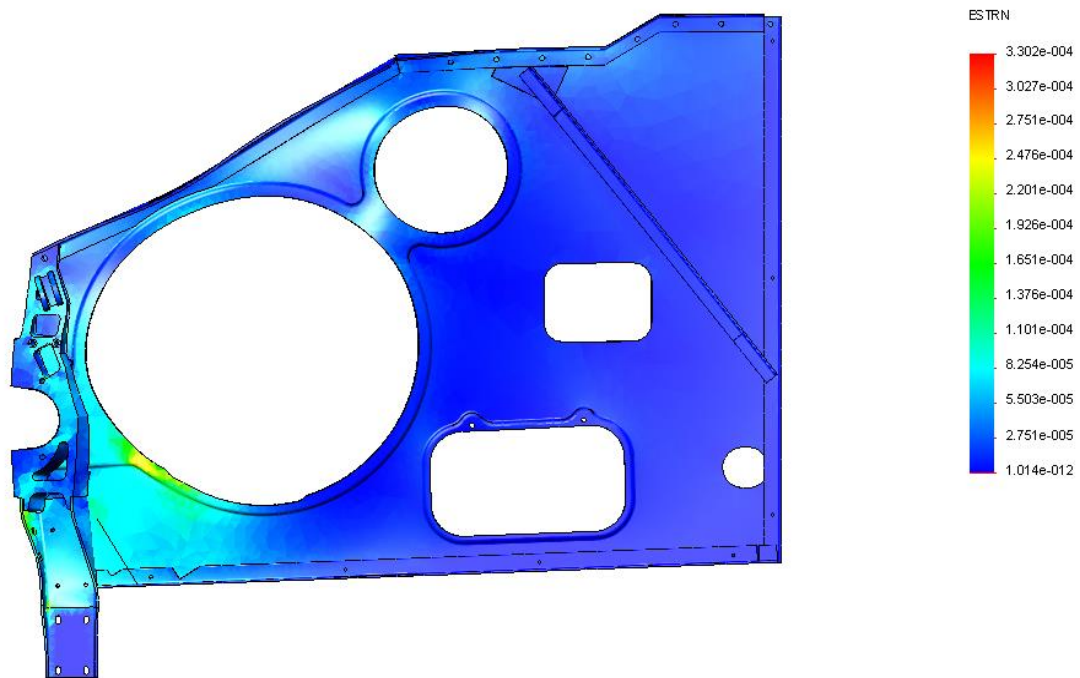


Рис. 7. Расчет деформированного состояния левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

Второй вариант нагружения (вариант толкания жатки)

Расчетная рабочая нагрузка, действующая на поверхность установки наклонной камеры, составляет 12 кН. Схема нагружения левой панели молотилки в варианте толкания жатки приведена на рис. 8. Стрелки зелёного цвета указывают места жёсткой заделки конструкции, а стрелки красного цвета – место приложения нагрузки.

При этом варианте нагружения общая картина распределения напряжений значительно не изменилась. Места концентрации напряжений (имеющие коэффициент запаса прочности менее 3, 0) указаны на рис. 9 - 12

Необходимо отметить тенденцию образования мест локализации напряжений на швеллере КЗС 9-1-24484 в обоих вариантах вычислений.

В общем, картина распределения напряжений в материале бугеля КЗС 230 2051.461 демонстрирует высокую равномерность этого показателя, что свидетельствует о хорошей проработке конструкции детали.

Эпюра распределения значений относительной деформации представлена на рис. 13.

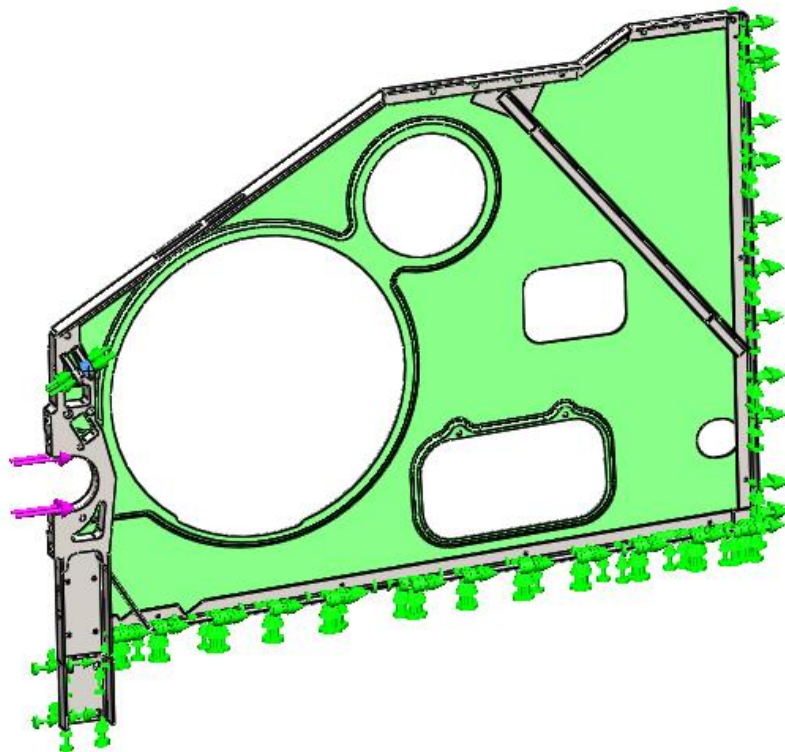


Рис. 8. Схема приложення сил к левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

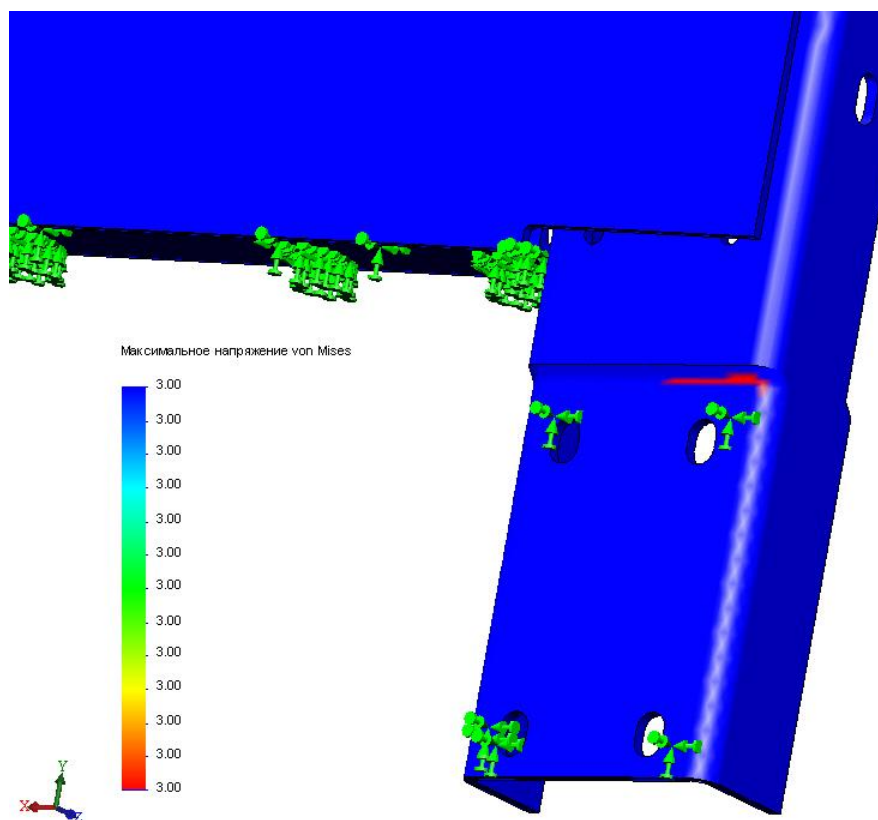


Рис. 9. Расположение концентратора напряжений на швеллере (КЗС 9-1-24484)

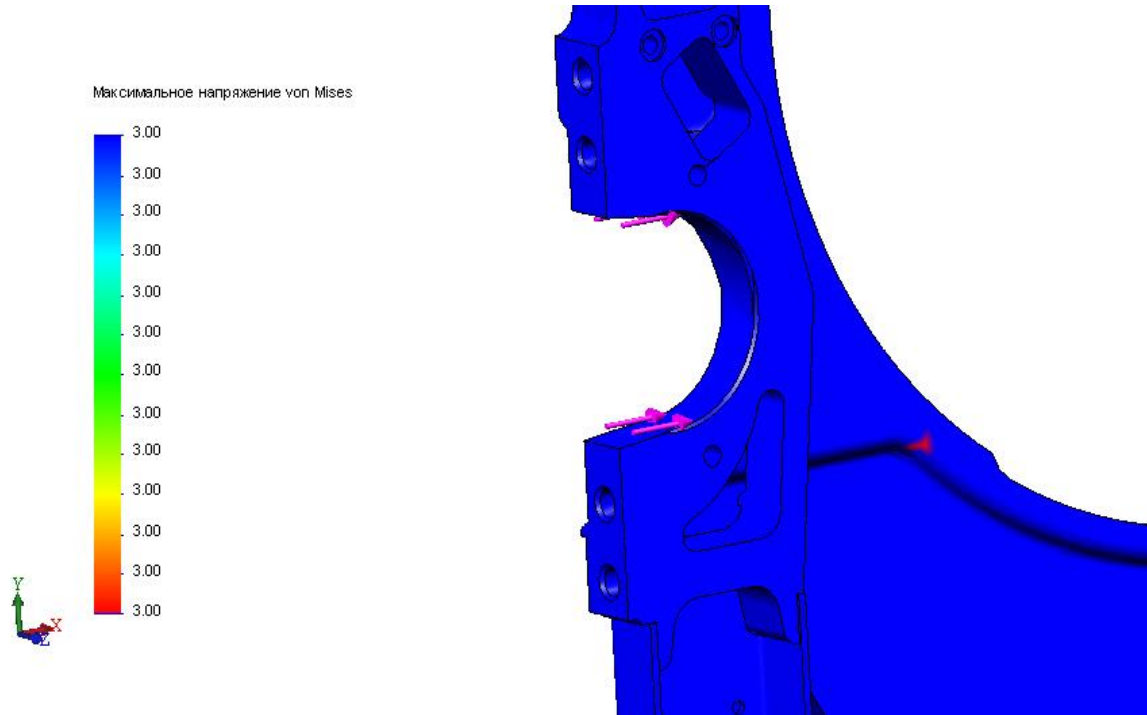


Рис. 10. Расположение концентратора напряжений на левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

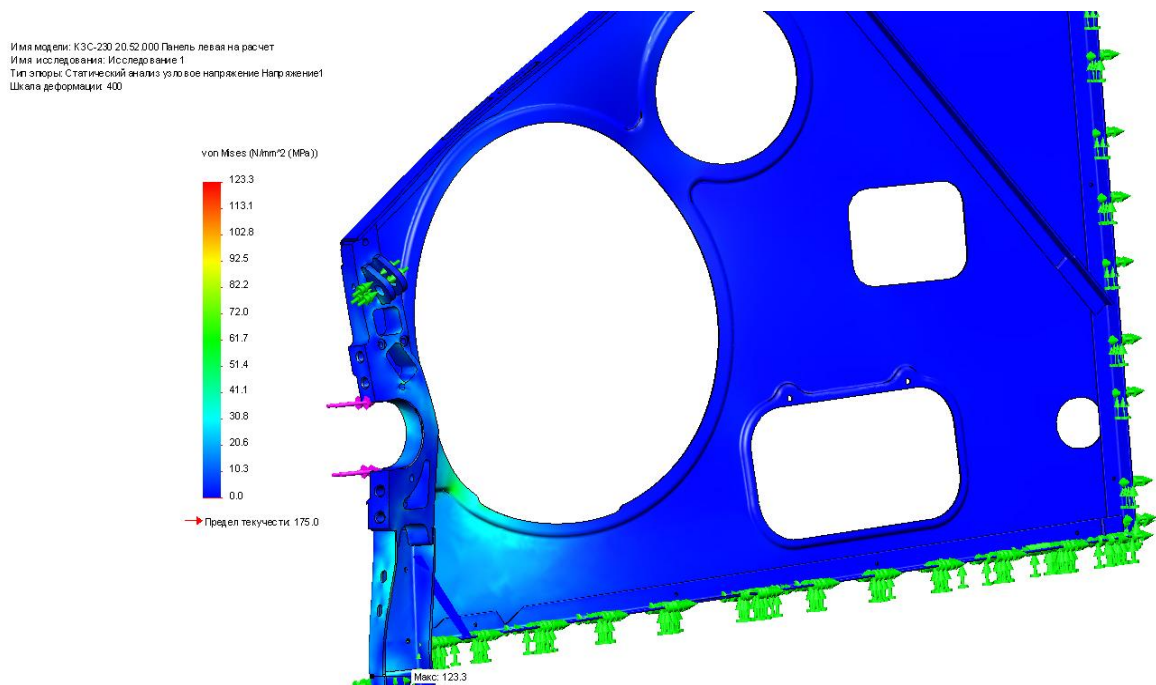


Рис. 11. Распределение нормальных напряжений в материале деталей левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Имя модели: КЗС-230 20.52.000 Панель левая на расчет
Имя исследования: Исследование 1
Тип элора: Статический анализ условия напряжения Напряжение2
Шкала деформации: 500

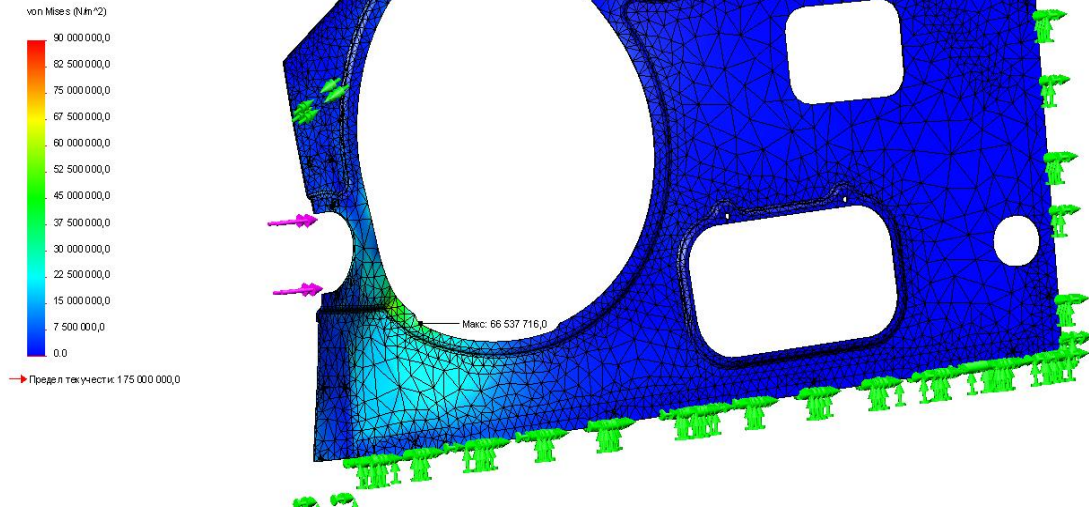


Рис. 12. Распределение нормальных напряжений в материале левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

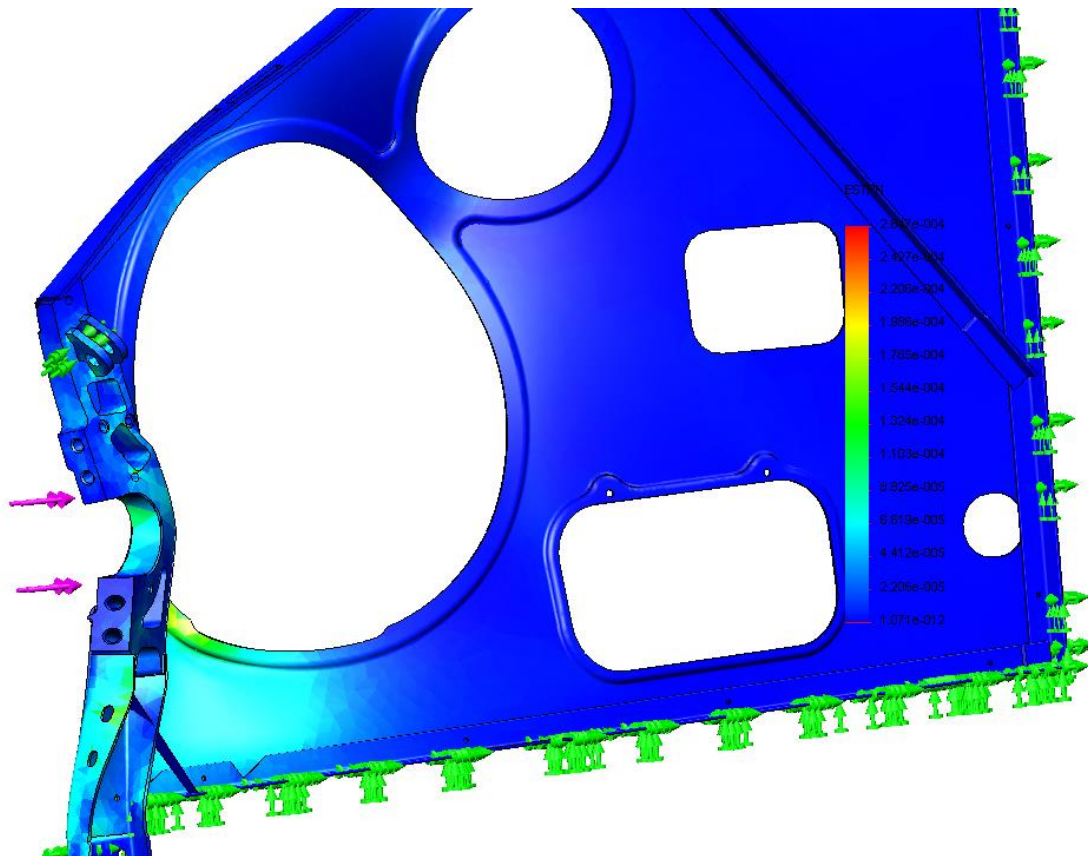


Рис. 13. Эпюра относительной деформации деталей левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000)

Выводы

Универсальный программный комплекс позволяет в короткие сроки проводить исследования напряженно деформированного состояния. Выявлять места локализаций

напряжений и определять их числовые значения без использования дорогостоящей аппаратуры и, не прибегая к значительным затратам материала.

С помощью универсального программного комплекса был произведен расчет напряженно-деформированного состояния левой панели молотилки (КЗС 230 20.52.000) зерноуборочного комбайна КЗС-9-2 «Скиф 230А». Найдены локальные концентраторы напряжений в швеллере (КЗС 9-1-24484) и в ухе крепления растяжки (КЗС 9-1-24662). Получены их числовые значения. Рекомендации по устранению данных концентраторов переданы заводу изготовителю.

Литература

1. Кухтов, В.Г. До питання нормування рівня надійності нових зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва / В.Г. Кухтов, В.Г. Знайдюк, В.В. Погорілий // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2014. №151. – С. 5-12.
2. Кухтов В.Г. / Долговечность деталей шасси колёсных тракторов // Кухтов В.Г. – Харьков. ХНАДУ, 2004. – 292с
3. Алямовский А.А. SolidWorks Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарёв // СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

Znaydyuk V Investigation of the stress-strain state of the left pane, threshers combine harvesters "SKIF 230A"

The work was done calculation solid model left panel combine harvester thresher "Skif 230A" finite element method. Promoted the calculation of reaction forces at the points of attachment tilt camera to grind. Identified locations of stress concentration. Obtained numerical values of stress and strain in the material relative panels at various loading conditions.

Keywords: finite element method, Combine Harvester, stress-deformation state, solid model

References

1. Kuhtov, VG On the question of the reliability of the formation of new combine harvesters domestic production / VG Kuhtov, VG Znaydyuk, VV Pogorily // Bulletin KNTUA them. P. Vasilenko. - 2014. №151. - P. 5-12.
2. Kuhtov, VG / Durability chassis parts wheeled tractors // VG, Kuhtov - Kharkov. HNADU, 2004. - 292 p.
3. Alyamovsky AA SolidWorks Computer modeling in engineering practice / AA Alyamovsky, AA Sobachkin, EV Odintsov, AI Kharitonovich, NB Ponomarev // SPb.: BHV-Petersburg, 2005. - 800 p.