

## МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА ХОДОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Нечепаев В.Г., Макаренко Д.Е. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время широкое распространение получили проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Проходческие комбайны с исполнительными органами избирательного действия, имеющие приводы высокой мощности, при работе в сложных горно-геологических условиях подвергаются интенсивным динамическим нагрузкам. Это определяет высокую нагруженность их базовых корпусных деталей и актуальность оценки прочности и долговечности.

К одной из наиболее нагруженных корпусных деталей комбайнов со стреловидным исполнительным органом относится рама ходовой тележки.

Характерными особенностями этой детали является сложная пространственная конфигурация, значительные габариты и масса, наличие протяженных сварных швов.

К основным критериям качества таких деталей относятся:

- прочность и долговечность;
- малая металлоемкость;
- технологичность конструкции.

Для достижения перечисленных свойств разработана методика, предусматривающая использование методов оптимального проектирования, основанных на анализе пространственного напряженного состояния объекта исследования. В основу методики положено использование МКЭ (метод конечных элементов), методов вычислительного эксперимента и имитационного моделирования нагруженности. Методика включает следующие основные этапы.

1. Выявление режимов, при которых уровень напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей достигает опасных величин.

2. Обоснование расчетных схем, отражающих взаимодействие системы привода исполнительного органа и системы перемещения.

3. Разработка конечно-элементных моделей с максимально возможным учетом особенностей конструкции и ожидаемого уровня напряжений.

4. Оценка уровня НДС конструкций с помощью алгоритмов и программ универсального программного комплекса МКЭ.

5. Определение коэффициентов запаса прочности для высоконапряженных зон. Выявление областей, в которых расчетные значения коэффициентов запаса прочности меньше нормативных.

6. Обоснование рекомендаций по совершенствованию конструкций методом вычислительного эксперимента с оценкой НДС нескольких предложенных вариантов на основе конечно-элементного моделирования.

Алгоритм МКЭ применительно к предлагаемой методике оценки прочности и долговечности имеет следующий вид.

1. Дискретизация объема, занимаемого сборкой, на элементы (построение сетки конечных элементов). Для объемного тела область разбивается на тетраэдры с гранями, аппроксимируемыми линейными или параболическими функциями координат.

2. Определение степеней свободы. Для пространственных конечных элементов степенями свободы являются перемещения в направлении осей локальной системы координат элемента.

3. Определение зависимости для преобразования перемещений и углов поворота в узлах к глобальной системе координат.

4. Вычисление матрицы жесткости конечных элементов.

5. Преобразование полученных матриц жесткости в глобальную систему координат.

6. Объединение матриц жесткости, представленных в глобальных координатах, в глобальную матрицу жесткости.

7. Приведение статических и кинематических граничных условий к нагрузкам и перемещениям в узлах, выраженным в глобальной системе координат.

8. Расчет деформаций для конечных элементов.

9. Вычисление *эквивалентных напряжений* на основе компонентов напряженно-деформированного состояния и параметров прочности материала.

При моделировании напряженного состояния рамы ходовой тележки ее нагруженность рассматривается применительно к основным режимам функционирования проходческих комбайнов:

- "перемещение";
- "разрушение породного забоя".

В режиме "перемещение" рассматриваются два расчетных случая:

- "перемещение вперед";
- "перемещение назад".

В режиме "разрушение породного забоя" рассматриваются следующие три расчетные случая:

- опирание комбайна на 4 опорные точки - на два натяжных катка впереди машины и на два аутригера сзади.

Исполнительный орган расположен вдоль продольной оси комбайна. Вертикальная составляющая силы резания забоя исполнительным органом направлена вниз;

- на два натяжных катка впереди машины и на два аутригера сзади.

Исполнительный орган повернут относительно продольной оси комбайна на  $40^\circ$ . Вертикальная составляющая силы резания забоя исполнительным органом направлена вниз;

- опирание комбайна на 4 опорные точки (впереди машины на два натяжных катка и сзади на два опорных катка).

Исполнительный орган расположен вдоль продольной оси комбайна. Вертикальная составляющая силы резания забоя исполнительным органом направлена вниз.

В режиме "перемещение" тяговое усилие, обусловленное моментом вращающим гидромотора привода ходовой тележки комбайна, принимается равным 250 кН (25 т).

На рис.1 в качестве примера приведена расчетная схема для моделирования напряженного состояния рамы ходовой тележки в режиме работы "перемещение вперед".

На приведенной схеме приняты следующие обозначения:

$G_1$ ,  $G_2$  – вес маслобака;

$G_k$  – вес комбайна;

$F_{\text{подачи}}$  – сила натяжения траковой цепи ходовой тележки.

На рис.2 представлена расчетная модель - сетка конечных элементов - рамы ходовой тележки в режиме работы "перемещение вперед".

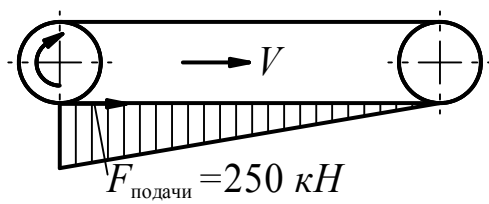
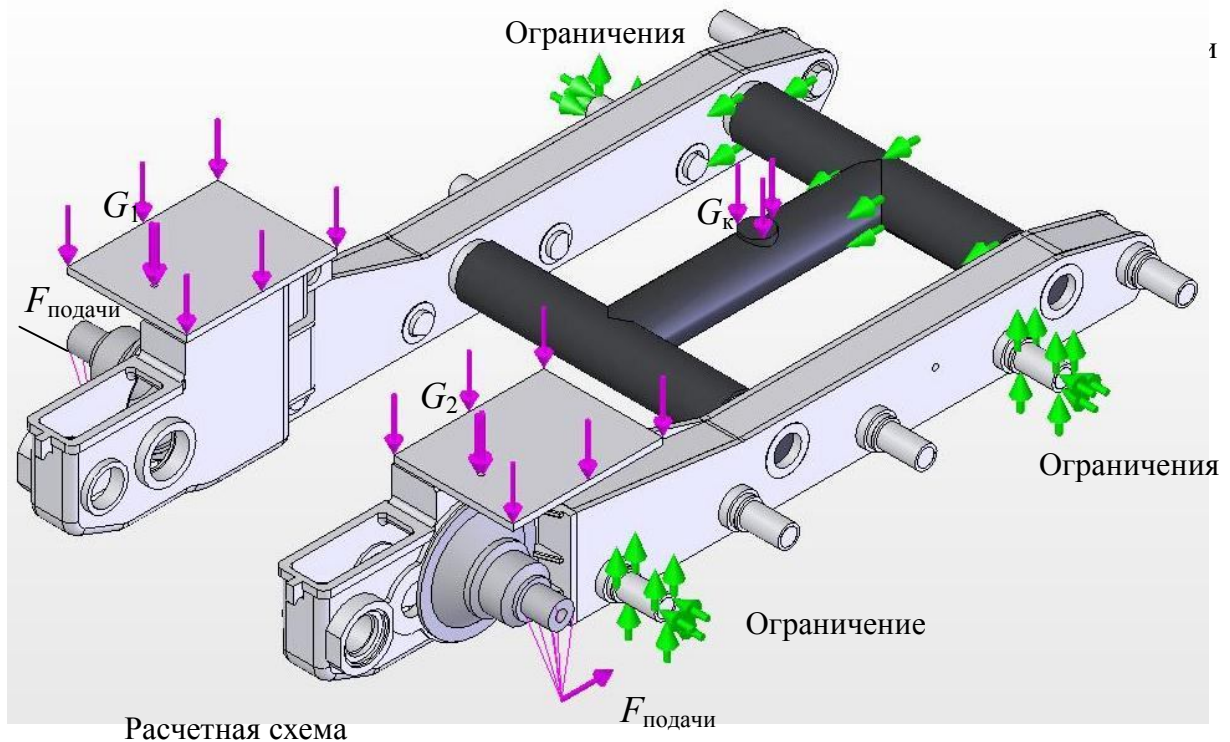


Рисунок 1 - Расчетная схема детали «рама ходовой тележки». Режим работы – "перемещение вперед".

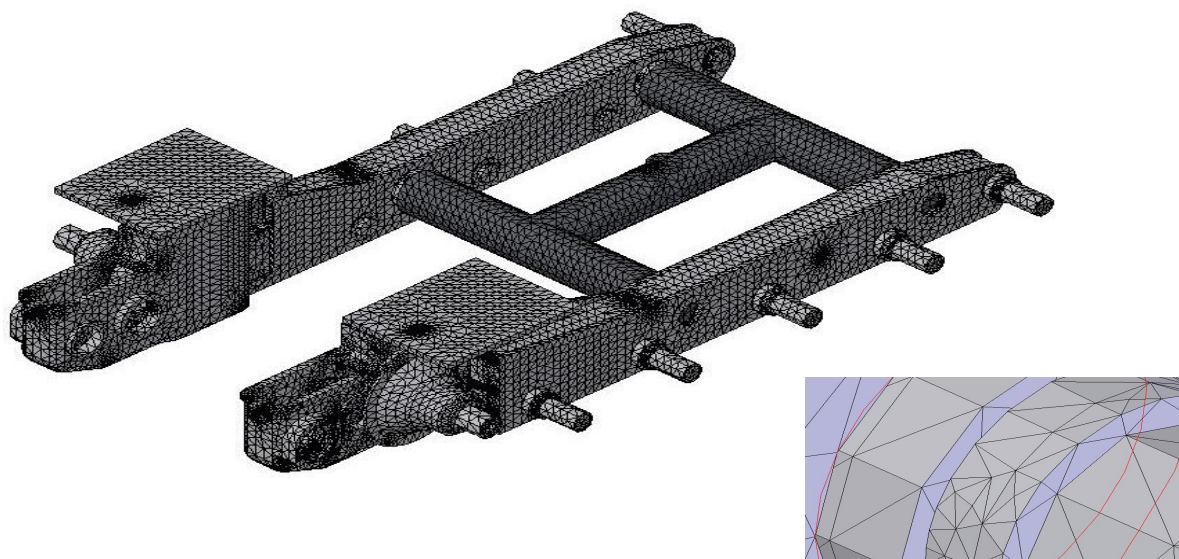


Рисунок 2 - Сетка конечных элементов (расчетная модель) рамы ходовой тележки проходческого комбайна

На рис. 3 представлена модель напряженного состояния рамы ходовой тележки применительно к режиму работы "перемещение вперед".

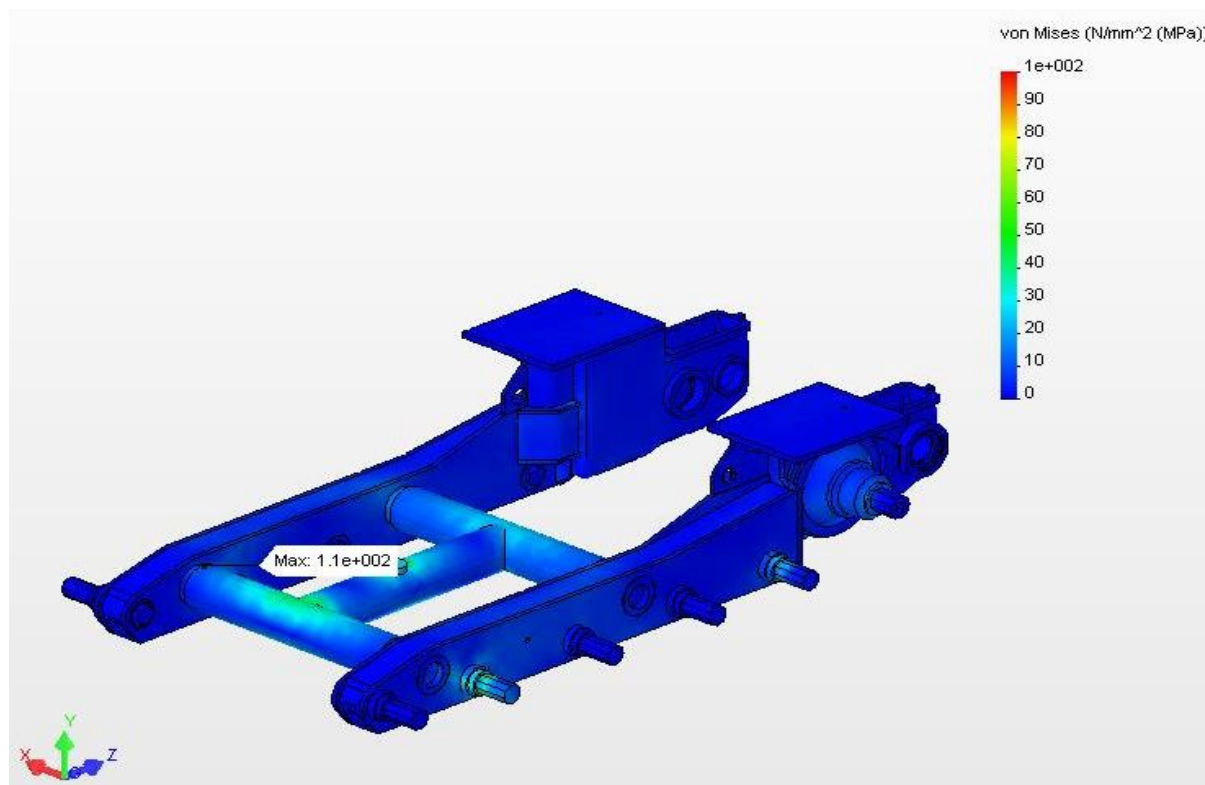


Рисунок 3 - Модель напряженного состояния рамы ходовой тележки в режиме функционирования – «перемещение вперед»

Для оценки эффективности разработанной методики и ее апробации, применительно к указанным режимам функционирования выполнено определение пространственного напряженного состояния ходовой тележки проходческого комбайна.

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие выводы.

Разработанная методика является эффективным инструментом прочностного анализа деталей типа рамы ходовой тележки проходческого комбайна – тяжелых корпусных деталей сложной пространственной конфигурации.

Она позволяет качественно и количественно оценить распределение напряжений, установить зоны наибольшей и наименьшей нагруженности; на этой основе оптимизировать конструкцию объекта исследования, исходя из принципа равнопрочности.

**Список литературы. 1.** ОСТ 12.44.197–81. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. – М.: Минуглепром СССР, 1981. – 59 с.