

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ШАРНИРНОГО УЗЛА СОЕДИНЕНИЯ ШАТУНА С КРИВОШИПОМ СТАНКА-КАЧАЛКИ

Губайдуллин А.Г.

научный руководитель канд. техн. наук, доцент Могучев А. И.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Шарнирный узел соединения шатуна с кривошипом является узлом характерным для станка-качалки и в значительной мере определяет его надежность. Разрушение оси (пальца) кривошипа приводит к отказу станка-качалки, и соответственно к убыткам вследствие ремонта и простоя оборудования. Схема узла соединения кривошипа с шатуном приведена на рисунке 1 [1]. Как показала практика, причин отказа данного узла достаточно много (неуравновешенность станка-качалки, износ контактирующих поверхностей, превышение нагрузки и т.д.). Одним из этапов расследования причин разрушения деталей машин является расчет их на прочность. В связи с тем что аналитические методы расчетов на прочность применяемые в сопротивлении материалов не применимы для расчета деталей сложной геометрической формы расчет на прочность проведем методом конечных элементов.

Расчет на прочность узла методом конечных элементов проводим в программе Ansys Workbench 11. Графическая модель задачи выполнена в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» и импортируется в формате sat. Исходя из условий работы узла соединения кривошипа с шатуном задаем тип расчета – статический расчет и расчет на усталость. Количество циклов нагружения принимаем 10^{11} и срок службы 10^6 с. В качестве метода построения сетки конечных элементов выбран метод Refinement с показателем 3. Сетка конечных элементов показана на рисунке 2.

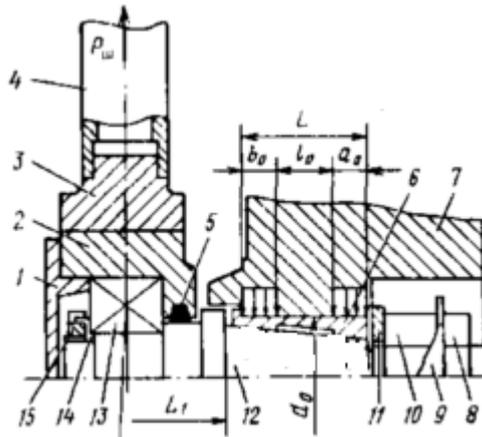


Рисунок 1 – Схема узла соединения кривошипа с шатуном

1 — крышка подшипника; 2 — корпус нижней головки шатуна; 3 — башмак шатуна; 4 — тело шатуна; 5 — войлочное уплотнение; 6 — разрезная конусная втулка; 7 — кривошип; 8 — контргайка; 9 — загибная шайба; 10 — гайка; 11 — упорная шайба; 12 — палец кривошипа (нижней головки шатуна); 13 — подшипник нижней головки шатуна; 14 — стопорная фигурная шайба; 15 — круглая гайка

В результате проведенного расчета получили следующие данные: эквивалентные напряжения (по Мизесу), коэффициент надежности, суммарная деформация, срок службы.

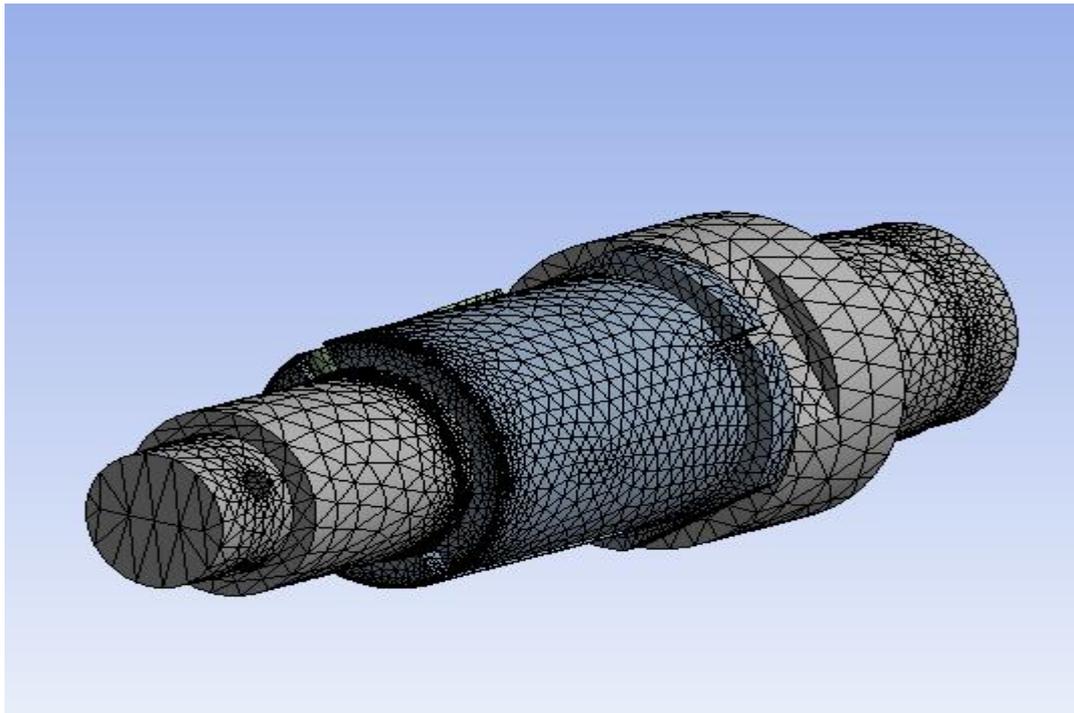


Рисунок 2 – Сетка конечных элементов

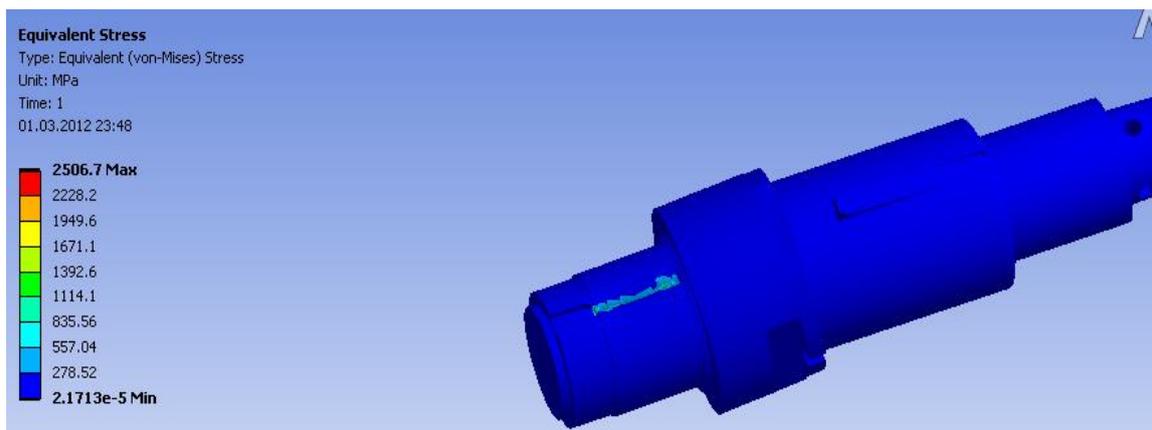


Рисунок 3 – Эквивалентные напряжения (по Мизесу)

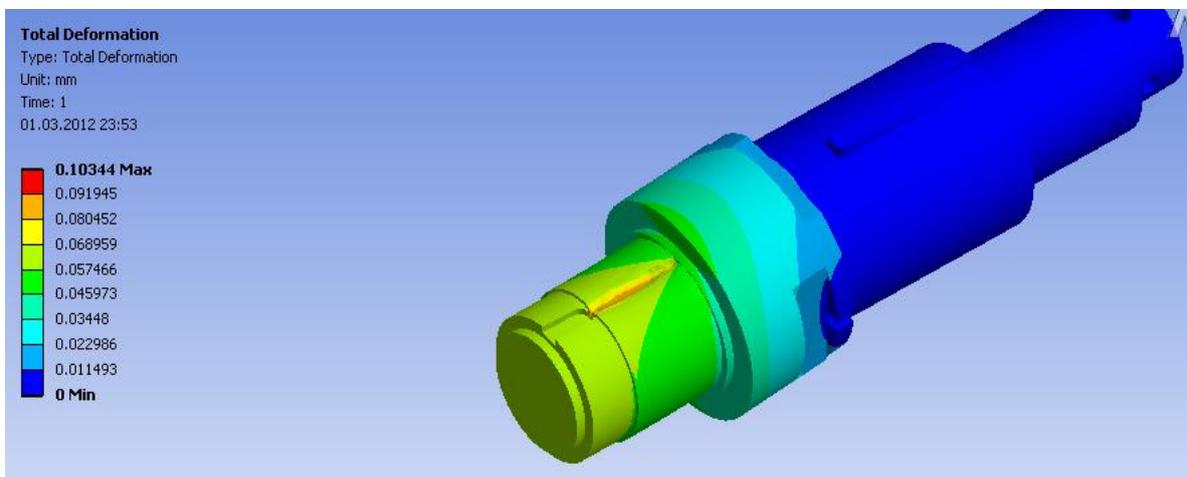


Рисунок 4 – Суммарная деформация

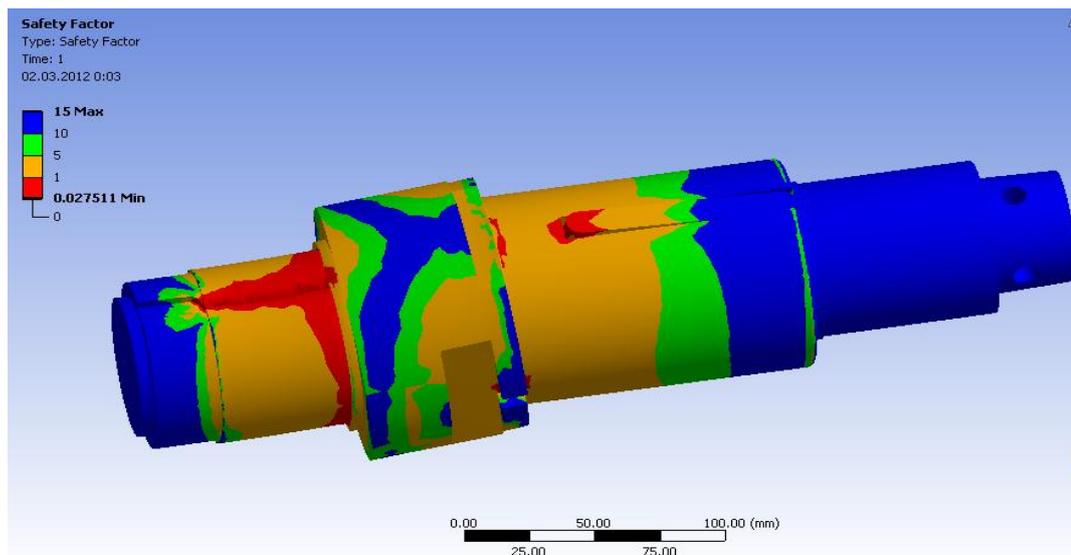


Рисунок 5 – Коэффициент надежности

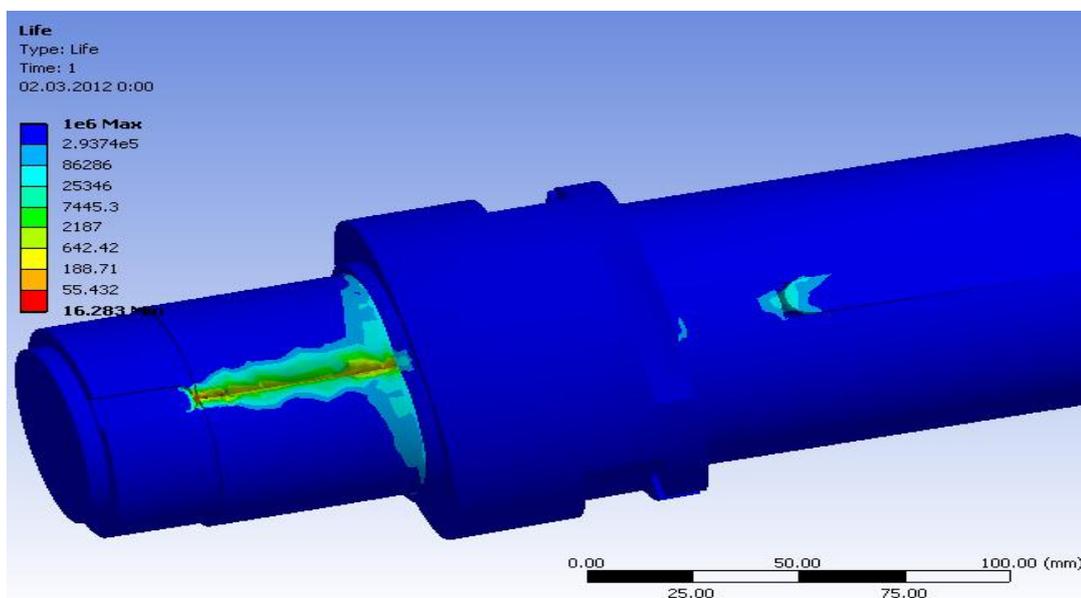


Рисунок 6 – Срок службы

Эквивалентные напряжения показаны на рисунке 3, максимальное значение составляет 557 МПа. Суммарная деформация показана на рисунке 4. Максимальное значение деформации составляет 0,045 мм и приходится на цилиндрические поверхности пальца кривошипа в зоне приложения усилия шатуна.

На рисунке 5 показано распределение коэффициента надежности. Наименее надежными зонами является соединение втулки с пальцем кривошипа.

На рисунке 6 показаны результаты прогнозирования срока службы деталей узла. Зонай преждевременного разрушения является зона шпоночного соединения.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что зоной наибольшей концентрации напряжений является контакт пальца кривошипа со втулкой.

Дальнейшее исследование прочностных характеристик узлов станка-качалки позволит усовершенствовать их конструкции, что приведет к повышению их долговечности.

Список используемых источников

1. Чичеров Л.Г., Молчанов Г.В., Рабинович А.М. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. – М.: Недра, 1987. – 422 с.