

*к.т.н. Козачишен В.А.,
Козачишена Е.С.
(ДонГТУ, Алчевск, Украина)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕСТОВИНЫ ШПИНДЕЛЯ

Визначені параметри міцності хрестовини шпінделя для підвищення здатності до навантаження шипа, внесені конструктивні зміни. Проведений розрахунок конструкції, що підтверджує зростання запасу міцності хрестовини.

Ключові слова: шпіндель, хрестовина, вилка, підшипники качення.

Определены прочностные параметры крестовины шпинделя для повышения нагрузочной способности шипа, внесены конструктивные изменения. Проведен расчет конструкции, подтверждающий увеличение запаса прочности крестовины.

Ключевые слова: шпиндель, крестовина, вилка, подшипники качения.

В настоящее время в рабочих линиях сортовых клетей применяются универсальные шпиндели на подшипниках качения, обеспечивающие увеличение производительности прокатных агрегатов. Основными достоинствами этой конструкции шпинделей являются:

- значительные углы перекося в шарнирных головках;
- быстрое соединение с рабочей клетью;
- удобство сборки и разборки, простота ремонта, монтажа и демонтажа;
- высокая нагрузочная способность и долговечность при минимальных габаритах [1].

Опыт эксплуатации универсальных шпинделей на подшипниках качения в рабочей линии клетки 580 показал высокие технико-экономические показатели.

В связи с освоением колонного профиля была разработана соответствующая калибровка валков.

С целью расширения сортамента и увеличения надежности шпинделей, были выполнены ряд процедур оптимизации конструкции крестовины шпиндельного соединения. Критерием оптимизации был принят коэффициент запаса прочности.

Общий вид шпиндельного соединения представлен на рисунке 1.

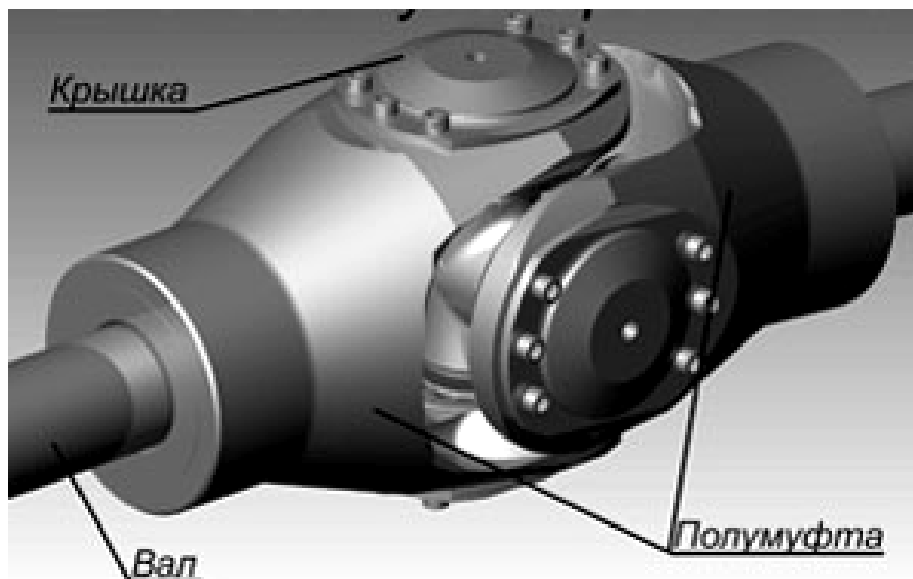


Рисунок 1 – Шпиндель на подшипниках качения

Конструкция элементов шпинделя представлена на рисунке 2. Для проведения расчетов была создана твердотельная модель крестовины. Материал крестовины – сталь 45ХН. Конструктивным изменениям подвергнуты элементы шипа.

Принятые допущения: материал изотропный, эквивалентные напряжения вычислялись по гипотезе энергии формоизменения Рихарда Фон Мизеса

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)},$$

где σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} – компоненты тензора напряжений в рассматриваемой точке.

Для случая объемно деформированного состояния считается, что текучесть стали наступает, когда эквивалентные напряжения $\sigma_{\text{ЭКВ}}$, рассчитанные по Мизесу, достигают предела текучести [2, 3].

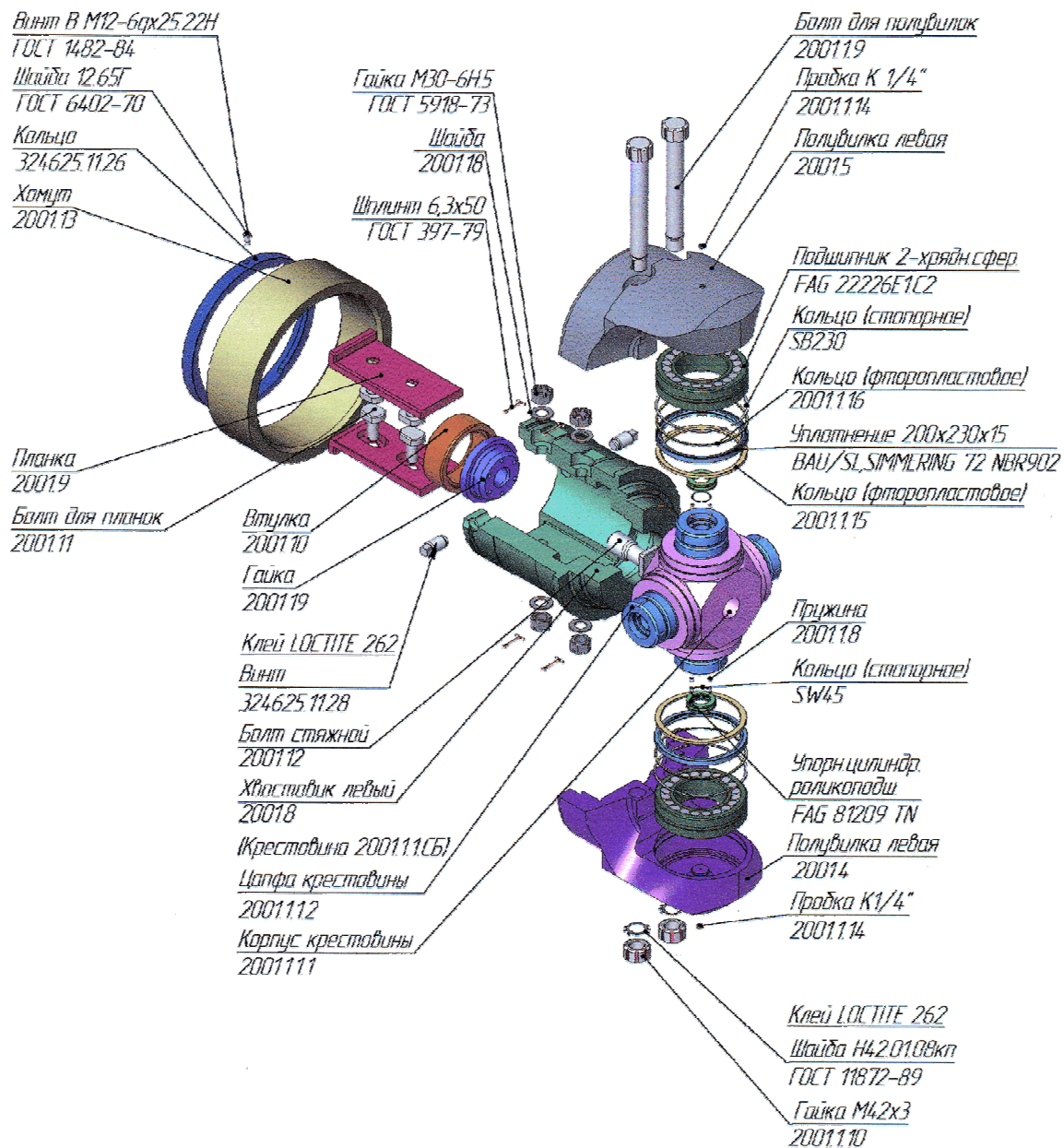
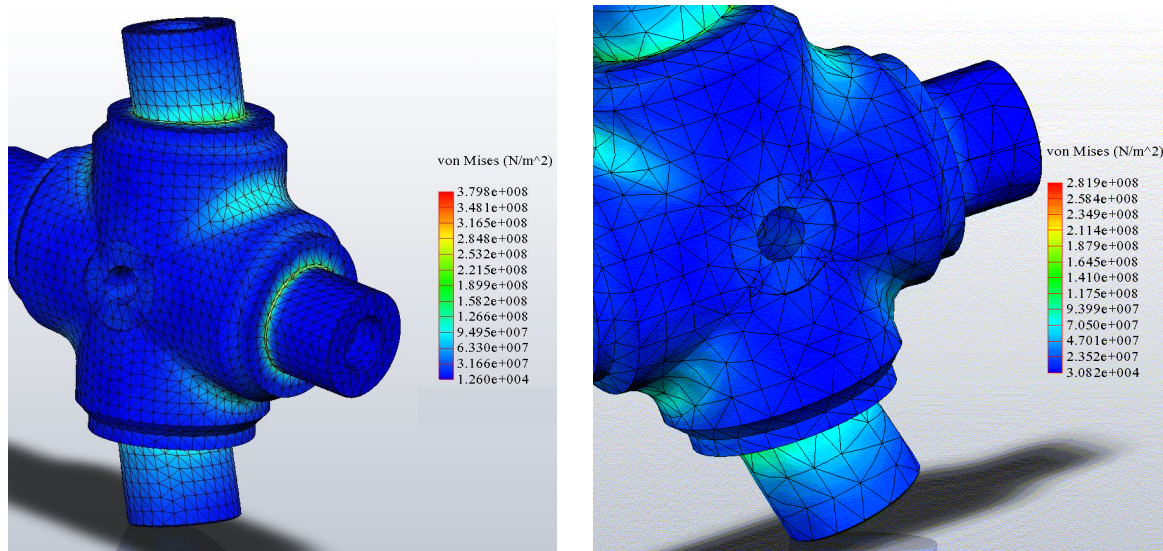


Рисунок 2 – Элементы шпиндельного соединения

На рисунке 3 представлены результаты моделирования:
а) существующая крестовина, коэффициент запаса прочности $[s] = 2$;
б) крестовина после проведенных конструктивных изменений $[s] = 2,2$.

Принятые изменения позволили увеличить нагрузочную способность крестовины на 10%. Дальнейшее увеличение нагрузочной способности ограничено грузоподъемностью подшипников. Подшипники качения в данной конструкции работают практически в статическом режиме не совершая полного оборота.



а)

б)

Рисунок 3 – Распределение напряжений при нагружении крестовины

Угол поворота колец составляет $8-12^\circ$, что приводит к локальному износу нагружаемых участков дорожек качения. Установка подшипника большей грузоподъемности требует изменения конструкции вилки и не вписываются в габарит.

Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что измененная конструкция крестовины обеспечивает надежную работу шпиндельного соединения при увеличении нагрузки на 10%.

Библиографический список

1. Применение шпинделей с универсальными шаровыми шарнирами на стане 500 / Комаров А.Н., Миносян Я.П., Власенко В.А. и др. - Сталь. - 2008. - №2. - С. 74.
2. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 704 с. ил.
3. Каплун А.Б. Ansys в руках инженера. Практическое руководство. Изд. 2-е испр. // Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. - М.: Едиториал УРСС, 2004. – 272 с.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Новохатским А.М.