

УДК 621.436-232

ВЫЯВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ В КРИВОШИПНОЙ ГОЛОВКЕ ШАТУНА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

*Марьян Д.Э., студент 4 курса вечерне-заочного факультета
Селифонов С.К., студент 4 курса вечерне - заочного
факультета*

*Научный руководитель - Марьяна Н.Л., кандидат
технических наук, доцент*

*Балаковский институт техники, технологии и управления
(филиал) СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Балаково*

Ключевые слова: *Кривошипная головка шатуна, концентраторы напряжений, галтельный радиус, усталостная трещина, коэффициент концентрации напряжений.*

Работа посвящена проблеме повышения работоспособности шатунов высокофорсированных дизелей, которая связана с усталостным разрушением крышек кривошипных головок в районе опорных площадок под головки нижних шатунных болтов.

Анализ усталостных изломов показывает, что зарождение усталостных трещин наблюдается в галтельном радиусе перехода ребра жесткости в опорную площадку в зоне наименьшего сечения (рис.1). Подобная закономерность трещинообразования свидетельствует о высоком уровне рабочих напряжений и наличии их концентрации с высоким градиентом.

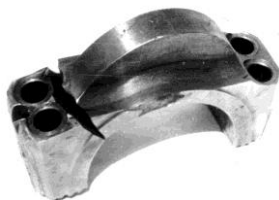


Рисунок 1 – Усталостное разрушение кривошипной головки шатуна

Шатуны современных высокофорсированных V-образных дизелей изготавливаются с крышками кривошипных головок, существенными особенностями которых являются входящие галтели радиусами ρ от обработанных опорных поверхностей под головки шатунных болтов к крышке кривошипной головки (рис.2).

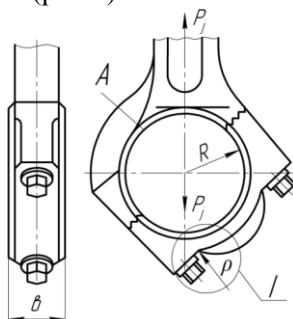


Рисунок 2 – Инерционное нагружение кривошипной головки шатуна высокофорсированного дизеля

Для оценки номинальных напряжений и прочностного расчета кривошипной головки в производственных условиях с успехом используется метод стержневой аналогии, преимущество которого в относительной простоте и возможности учета переменной толщины головок. Однако, как это отмечено в [1], при сложных по конфигурации кривошипных головках и массивах по объему радиусных сопряжениях ρ упомянутый метод может «оказаться недостаточно точным и в связи с этим потребовать дополнительной проверки более точными и независимыми расчетно-аналитическими методами».

В условиях нагружения шатунов знакопеременными динамическими нагрузками в отечественной литературе отмечались случаи локального перенапряжения радиусного сопряжения [2] из-за концентрации напряжений, однако количественная оценка последней в этой зоне не проводилась.

При инерционном растягивающем нагружении P_i кривошипной головки в радиусном переходе крышки возникают

внутренние силовые факторы: изгибающие моменты и растягивающие усилия N . Аналитически оценить концентрацию напряжений в этой зоне можно приближенно по гипотезе цилиндрических сечений для бруса с односторонним вырезом [3] при его растяжении и изгибе. Однако приближенная оценка концентрации напряжений [3] не позволяет полностью решить задачу: можно получить только приближенное распределение главного напряжения по ослабленному сечению в зоне концентрации напряжений. Таким путем невозможно учесть эффект взаимного влияния общего напряженного состояния расточки А (рис.2) под подшипник в кривошипной головке (разгружающий эффект) на концентрацию напряжений в радиусном переходе ρ . По этой причине расчеты концентраций напряжений по указанной методике получаются существенно завышенными, что, в конечном итоге, вносит грубую ошибку в оценку запасов усталостной прочности и может дать неверное представление о прогнозируемом ресурсе и долговечности конструкции шатуна в целом.

Так, например, расчетное значение суммарного коэффициента концентраций напряжений α_{Σ} по разработанной методике расчета для радиусного перехода крышки кривошипной головки шатуна высокофорсированного дизеля 6ЧН 21/21 соответствует 2,55.

Эпюра напряженного состояния нижней галтельной зоны кривошипной головки подтверждает высокий уровень рабочих напряжений ($\sigma_{\max}=175$ Мпа), а теоретический коэффициент концентрации напряжений, определенный из известной зависимости $\alpha_{\sigma} = \sigma_{\max} / \sigma_n$ для нижней галтели кривошипной головки шатуна дизеля 6ЧН 21/21 соответствует 2,3 (здесь σ_{\max} - максимальное значение рабочего напряжения в нижней галтели при действии силы инерции на кривошипную головку, σ_n – номинальное напряжение в нижней галтели, полученное экстраполяцией рабочих напряжений при обработке результатов расчета).

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Расчетно-аналитическим путем исследована возможность учета теоретического коэффициента концентрации напряжений в зоне радиусного перехода опорной поверхности под головку шатунного болта к крышке кривошипной головки. Сравнительный анализ результатов для различных моделей показал, что теоретический коэффициент концентрации напряжений в указанной зоне для высокофорсированного дизеля 6ЧН21/21 оставляет 2,3-2,55, что необходимо учитывать при усталостном расчете шатуна.

2. В сочетании метода стержневой аналогии и приведенной методики оценки концентрации напряжений можно при сохранении необходимой точности и полноты достигнуть упрощения в решении задачи о напряженном состоянии в радиусном сопряжении от обработанной опорной поверхности под головку шатунного болта к крышке кривошипной головки.

Библиографический список

1. Жуковский В.С., Кригер В.А. Расчетно-экспериментальное исследование шатунов двигателей внутреннего сгорания//Изв.ВУЗов. Машиностроение.-1978.-№ 11.-С.72-76.
2. Косырев С.П. Повышение запаса усталостной прочности шатуна высокофорсированного дизеля//Двигатели внутреннего сгорания/ ЦНИИтяжмаш/ .-1983 .-№ 4-83-15 .-С .1-4.
3. Верховский А.В. и др. Определение напряжений в опасных сечениях деталей сложной формы. М.:Машгиз, 1958.-248 с.
4. Шишорина О.И. Концентрация напряжений около двух неравных круговых близко расположенных отверстий при растяжении//Проблемы прочности в машиностроении.-М.: Вып.9.-1962.-С.97-99.

DETERMINATION OF STRESS CONCENTRATORS IN THE CRANK CONNECTING ROD AUTOMOBILE DIESEL

Marin D.E., Selifonov S.K., Marina N.L.

Key words: *Crank connecting rod end, concentrators, hollow chamfer radius, fatigue crack, the concentration ratio stressful.*

When operating rods highly boosted diesels have the fatigue damage caps crank heads much earlier date determined by the strength calculation. Analysis of fatigue fractures showed that the nucleation of fatigue cracks observed in the transition radius ribs in a support site in the area of the smallest cross section.

УДК 621.78: 669.01

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ШЛИЦЕВЫХ ВАЛОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ ПОЛУЧЕНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ

*Одерий И. В., студент 3 курса факультета технического
сервиса*

*Научный руководитель - Андрушевич А. А., кандидат технических
наук, доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: *вал шлицевой, термическая обработка, упрочнение, наноструктура, сталь конструкционная, твердость, пластичность.*

Работа посвящена повышению надёжности шлицевых валов термической обработкой с получением наноразмерных элементов структуры. Изучено изменение структуры и твердости стали 40X при различных режимах упрочнения.

Введение. Применяемые материалы и технологии упрочнения стальных деталей сельскохозяйственных машин достигли своего предела в получении требуемой конструкционной прочности и износостойкости и требуют дальнейшего совершенствования [1,2]. Основная причина