

ЛИТЕРАТУРА

1. Толшин В.И. Оценка характера изменения концентрации NOx при рециркуляции отработавших газов // Двигателестроение 2002, №1, с.32.
2. Толшин В.И., Якунчиков В.В., Кирпиченков С.В., Амбросов Д.Б. Снижение выбросов оксидов азота с выпускными газами судовых дизелей мощностью 100 – 200 кВт речных судов и оценка в условиях эксплуатации. // Речной транспорт 2004 г.

ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБКАТКИ ГАЛТЕЛЕЙ РОЛИКАМИ НА ИХ УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

Чайнов Н.Д., Мягков Л.Л., Марусланов А.Е.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Несмотря на большой опыт, накопленный отечественным и зарубежным машиностроением по расчету и конструированию, изготовлению и эксплуатации коленчатых валов, в практике еще нередки случаи их поломок по причинам конструкторского и технологического характера. Причем главная из них — недостаточный запас усталостной прочности в галтелях коренных и шатунных шеек, щеках, а также у радиальных отверстий в шейках. И чаще всего коленчатые валы разрушаются по галтелям коренных и шатунных шеек (рис. 1).

Анализ поломок коленчатых валов показал, что примерно 60-80 % поломок происходит из-за разрушений от изгибных нагрузок по щекам в плоскости кривошипа [3]. Теоретические исследования также показали, что наибольшие напряжения возникают в галтелях шатунных и коренных шеек коленчатых валов при действии знакопеременного изгибающего момента в плоскости кривошипа.

Наличие поломок свидетельствует о недостаточном запасе прочности, который определялся по известному выражению Серенсена-Кинасошвили [1]:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a k_{\sigma D} + \psi_{\sigma} \sigma_m}, \quad (1)$$

где σ_{-1} — предел выносливости материала детали; σ_a , σ_m — амплитуда и среднее значение напряжений, действующих при эксплуатации; $k_{\sigma D}$ — коэффициент концентрации напряжений в детали; ψ_{σ} — коэффициент влияния асимметрии цикла нагружения.

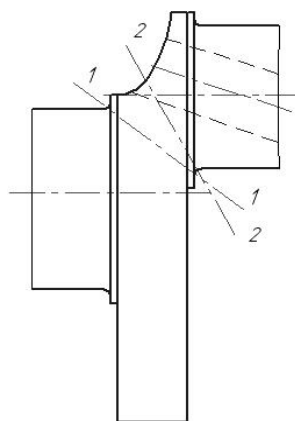


Рис. 1 Опасные сечения коленчатого вала

С ростом долговечности деталей машин значительно снижаются расходы на их ремонтные работы, сокращается потребность в запасных частях и механизмах, сводится к минимуму простой оборудования. Предпринято не мало попыток улучшить эксплуатационные свойства шеек коленчатых валов, которые можно условно разделить на два направления конструктивное и технологическое.

К конструктивным мероприятиям относятся следующие:

- создание валов с перекрытием шеек;
- увеличение радиуса галтели или выполнение многорадиусной галтели с целью уменьшения концентрации напряжений при сохранении неизменной опорной длины подшипника;
- увеличение толщины h и ширины b щеки;
- бочкообразная форма полостей в шейках;
- расположение маслоподводящего канала в шатунной шейке под углом 90° .

Технологические мероприятия сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Технологические методы упрочнения галтелей коленчатых валов

Способ упрочнения галтелей	Прирост предела выносливости, %
Закалка ТВЧ	30÷50
Химико-термическая обработка	25÷70
Дробеструйная обработка	20÷30
Накатывание роликами	30÷90
Накатывание роликами + азотирование	45÷95
Накатывание роликами + хромирование	66

Как видно из таблицы 1, наименее эффективна обработка дробью. Далее по возрастающей следуют: закалка ТВЧ, химико-термическая обработка, накатывание роликами. Комбинированные способы занимают особое положение: оценивать их следует исходя из целей упрочнения. Если же учитывать еще и другие факторы, такие, как простота конструкции приспособлений и оборудования, трудоемкость и себестоимость операций, то на первое место выходит накатывание роликами (рис.2). Он позволяет повысить усталостную прочность галтелей коленчатых валов в два раза, при этом твердость на поверхности накатанных галтелей в полтора раза выше по сравнению с исходным материалом, происходит измельчение зерна в микроструктуре металла, так же пропадает пористость металла [3]. Повышение усталостной прочности галтелей коленчатых валов объясняется повышением прочностных свойств поверхностного слоя, и появлением благоприятных остаточных напряжений сжатия.

Из роликов, которыми обрабатывается галтель, можно выделить ряд наиболее часто применяемых для обкатки [2]: ролики, профильный радиус которых равен радиусу кривизны галтели, ролики без материальной оси вращения, ролики с увеличенной кривизной осевого сечения, ролик с биением рабочего профиля и другие. Но наибольшее применение нашли ролики с клиновидным профилем, так называемые клиновидные ролики (рис.3). В них широкая сторона клиновидного сечения ролика равняется хорде, стягивающей дугу обкатываемой галтели, узкая несколько превосходит удвоенный радиус профиля ролика. Рабочие радиусные поверхности клиновидного ролика оставляют на поверхности обкатываемой галтели одновременно два синусоидальных следа, которые по мере вращения вала и ролика постепенно смещаются в круговом направлении, пока вся поверхность галтели не окажется деформированной.

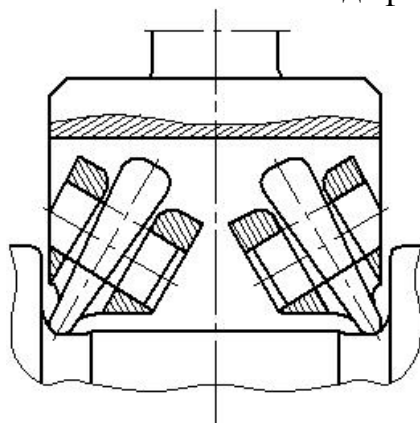


Рис. 2 Обработка галтелей роликами

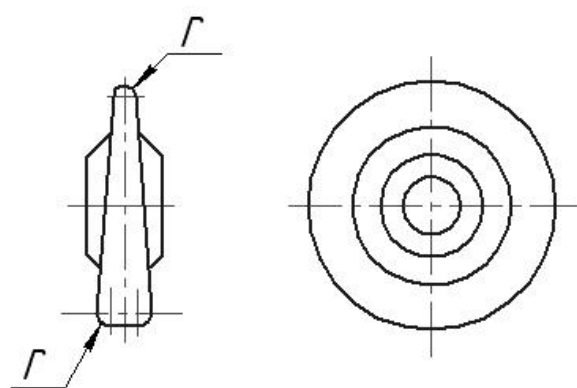


Рис. 3 Клиновидный ролик

Повышение усталостной прочности деталей, обкатанных роликами, является следствием изменения механических свойств поверхностного слоя металла и благоприятного действия сжимающих остаточных напря-

жений, возникающих в результате поверхностной пластической деформации.

Указанная особенность вводится в формулу Серенсена-Кинасошвили (1) с помощью коэффициента концентрации напряжений, который рассчитывается по формуле (2):

$$k_{\sigma D} = \frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \beta \beta_{\text{упр}}}, \quad (2)$$

где k_{σ} — эффективный коэффициент концентрации напряжений; ε_{σ} — масштабный фактор; β — коэффициент, учитывающий состояние среды или коэффициент коррозионного воздействия; $\beta_{\text{упр}}$ — и есть коэффициент упрочнения, учитывающий пластическое упрочнение;

В работах [4,5] определение коэффициента $K_{\sigma D}$ изложено достаточно подробно, хорошо расписаны все его составляющие, однако мало внимания уделено коэффициенту упрочнения $\beta_{\text{упр}}$ после обкатки роликами. Для материалов даны лишь пределы, в которых он может находиться, и при расчете запаса прочности n этот коэффициент выбирается довольно приближенно. Пользуясь приблизительными значениями коэффициента, получаются не точные, приблизительные значения запасов прочности при изгибе и при кручении, а при вычислении полного запаса прочности это расхождение получается весьма большим.

Для более точного определения запаса прочности детали необходима разработка расчетно-экспериментальной методики определения коэффициента упрочнения галтели, необходимо создание математической модели расчета коэффициента, которая поможет с приемлемой точностью определять $\beta_{\text{упр}}$, а следовательно и запас прочности n .

В настоящее время разрабатывается методика расчета остаточных напряжений в поверхностном слое галтелей коленчатого вала при обкатке роликами. Такой подход требует рассмотрения упруго-пластических деформаций на базе теории течения с изотропным упрочнением на первом этапе. Методика определения коэффициента упрочнения носит экспериментальный характер, смысл которого заключается в получении количественной связи между величиной остаточных напряжений и пределом выносливости детали. Последний и определяется экспериментальным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серенсен С. В., Когаев В. П., Шнейдерович Р. М. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. - М.: Машиностроение, 1975. -488 с.
2. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами.- М.: Машиностроение, 1975. - 160 с.

3. Кудрявцев И. В. Повышение долговечности деталей машин методом поверхностного наклепа. - М.: Машиностроение, - 1965.
4. Чепа П. А., Андрияшин В. А. Эксплуатационные свойства упрочненных деталей / Под ред. О. В. Берестнева.- Минск: Наука и техника, 1988. - 192 с.
5. Проскуряков Ю. Г. Упрочняюще-калибрующие методы обработки: Справочное пособие. - М.: Машиностроение. - 1965, - 207 с.
6. Лейкин А. С. Напряженность и выносливость деталей сложной конфигурации. - М.: Машиностроение. - 1968. – 371 с.
7. Сидякин Ю. И. Повышение эффективности упрочняющей механической обработки валов обкаткой их роликами или шариками // Вестник машиностроения. - 2001. № 2. с. 43-49.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Голубков Л.Н., Корнилов Г.С., Грачев А.Ю.

*МАДИ, НАМИ, Департамент транспорта и связи города Москвы,
г. Москва*

Автопарк Москвы насчитывает уже более 2,5 млн. автомобилей. Эксплуатация такого числа машин приводит к значительным объемам выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду города. В виде отработавших газов, продуктов испарения бензина и других вредных примесей в атмосферу города ежегодно выбрасывается более 1 млн. тонн загрязняющих веществ, а ущерб оценивается в миллиарды рублей.

Доля автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха Москвы уже достигает 85%.

В последние годы все большее распространение на автомобильном транспорте получают дизельные двигатели. Например, в Европе доля продаж автомобилей с дизельными двигателями возросла с 1,3% (1970г.) до 27-28% (2000г.), эта тенденция прослеживается и в Москве. Суммарно все виды дизелей, работающих в Москве, потребляют в год приблизительно 1 млн. тонн дизельного топлива.

Анализ выбросов основных компонентов токсичных веществ показывает, что не только по выбросу частиц, но и по оксидам азота дизельные двигатели вносят решающий вклад в суммарные выбросы.

С одной стороны их количество не так велико, но с учетом высоких значений коэффициентов относительной агрессивности влияние этих компонентов на окружающую среду и здоровье человека становится очень заметным.