

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗНОШЕННЫХ ЗУБЬЕВ НА УСТАЛОСТНЫЙ ИЗЛОМ

И. Ф. ДЕРЮГА

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

За последние годы усталостным испытаниям зубчатых колес на излом зубьев уделяется большое внимание, поскольку они являются наиболее надежным и объективным критерием оценки прочности и долговечности зубчатых передач. Усталостные испытания зубьев приобретают еще большую значимость в связи с наметившейся в последнее время тенденцией принимать при расчете зубьев на изгиб в качестве предельной величины напряжения предел выносливости зуба, полученный в результате натурных испытаний зубчатых колес [4, 5].

Особый интерес представляют испытания на усталостный изгиб изношенных зубьев, так как подобные испытания в литературе не описываются и никаких данных не приводится.

Машины и установки, предназначенные для испытаний новых (неизношенных) зубьев на усталостный излом, описаны в работах [1, 2, 3]; при этом нагружение зубьев осуществлялось при постоянном угле давления.

При износе зубьев угол давления изменяется, поэтому во время испытаний изношенных зубьев, имеющих разную степень износа, всякий раз необходимо устанавливать испытуемый зуб под требуемым углом давления. Это затруднительно осуществить на установках, описанных в работах [1, 2, 3].

Для проведения сравнительных испытаний изношенных зубьев на усталостный изгиб в лаборатории кафедры прикладной механики Томского политехнического института была изготовлена установка пульсаторного типа, удовлетворяющая как общим требованиям, предъявляемым к машинам подобного типа, так и специфическим требованиям. Принципиальная схема пульсатора показана на рис. 1.

Основными элементами схемы являются: вал 22 с эксцентриком 18; нагрузитель консольного типа, выполненный в виде плоского упругого рычага 16 с подвижным роликом 17; вал 10 с полумуфтой 9; вал 6 с экспериментальным колесом 5 и полумуфтой 8 и упор 2. Опоры валов 6 и 10 закреплены на одном жестком основании, что позволило произвести расточку четырех отверстий под подшипники 4, 7, 11, 12 с одной установки и тем самым обеспечить соосность валов. Эксцентрик 18, жестко закрепленный на валу 22, получает вращение от электрического двигателя 24 через ременную передачу 23. Эксцентрик, воздействуя на ролик 17, вызывает прогиб рычага 16 с максимальной постоянной стрелой в 1 см. Возникающая за счет упругой деформации деталей 16, 10, 9, 8, 6

сила передается на зуб испытываемого колеса 5. Эта сила располагается к профилю зуба под углом давления; она постоянная по направлению, но переменная по величине. Ролик 17 имеет возможность перемещаться вдоль рычага 16, изменяя амплитуду углового перемещения рычага и тем самым позволяет варьировать в широком диапазоне максимальное значение нагружающего усилия.

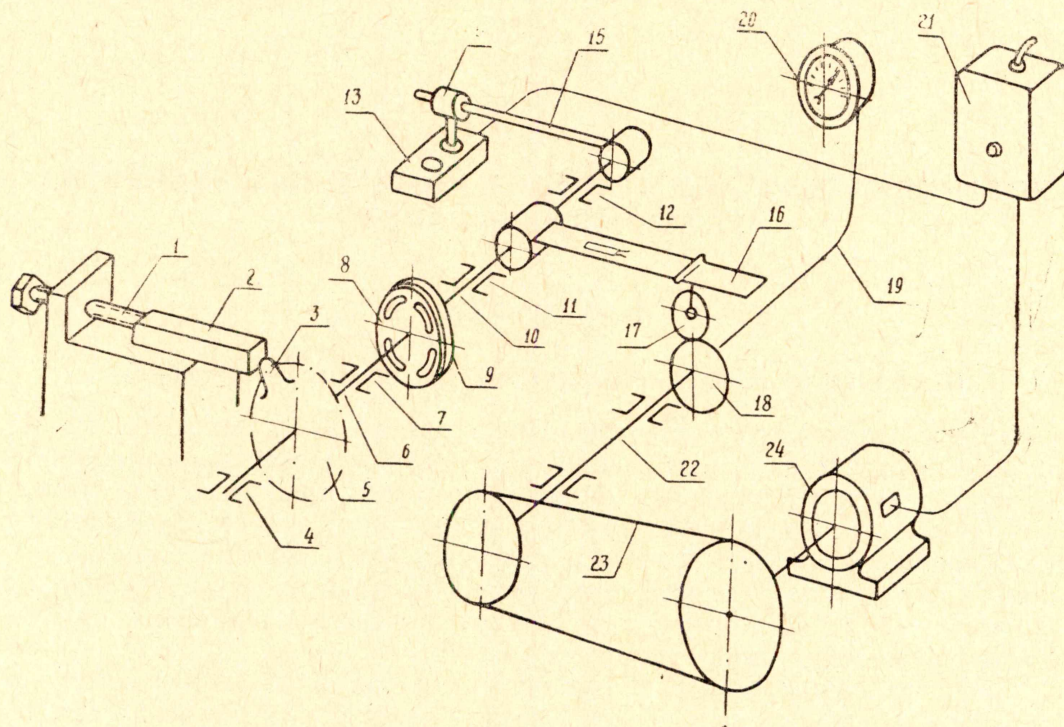


Рис. 1. Принципиальная схема пульсатора

В пределах одного цикла нагрузка изменяется по синусоидальному закону, что подтверждалось записанной на пленку осциллограммой, а также визуальным наблюдением процесса на экране осциллографа. Частота изменения циклов составляет 18 герц.

Нагружение испытываемого зуба осуществляется по схеме упора с имитацией зацепления «зубчатое колесо — рейка» для момента зацепления, когда нагрузка на зуб приложена в вершине зуба.

Передача момента с вала 10 на вал 6 происходит за счет полумуфт 8 и 9 с кольцевыми пазами и четырех стягивающих болтов.

Установка зуба под требуемым углом давления достигается поворотом вала 6 (а следовательно, и колеса 5) после разъединения валов 6 и 10. Для этой цели на цилиндрической поверхности муфты 9 имеется шкала, размеченная в градусах.

С помощью винта 1 и упора 2 устраняются возможные люфты в кинематической цепи от звена 18 до звена 2, создается предварительная нагрузка на зуб и обеспечивается любое положительное значение коэффициента асимметрии цикла в интервале от 0 до 1.

Число циклов нагружения зуба при экспериментах фиксируется счетчиком оборотов 20, подключенным к валу эксцентрика посредством гибкого вала 19.

Для автоматического выключения электродвигателя после того, как произошла поломка зуба, предусмотрен рычаг 15, на конце которого помещен регулируемый упор 14. Изменяя с помощью щупа величину зазора между наконечником упора 14 и кнопкой «СТОП» пульта управления 13,

можно настроить пульсатор в соответствии с заранее выбранным критерием разрушения (либо полная поломка зуба, либо появление видимой трещины). Выключатель срабатывает при достаточно разившейся трещине за счет изменения жесткости испытуемого зуба, а в конечном итоге за счет увеличившейся амплитуды колебания рычага 15.

Перед началом испытаний производится статическая тарировка установки. Для этой цели на верхней и нижней гранях шлифованного рычага 16 с помощью клея БФ-2 наклеиваются два проволочных тензодатчика омического сопротивления (один рабочий, другой компенсационный) и включаются в мост постоянного тока. Два других датчика, образующих мост, предусмотрены схемой усилителя. Для питания моста и усиления сигнала используется тензометрическая установка УТ4-1. Схема измерения и регистрации нагрузки показана на рис. 2.

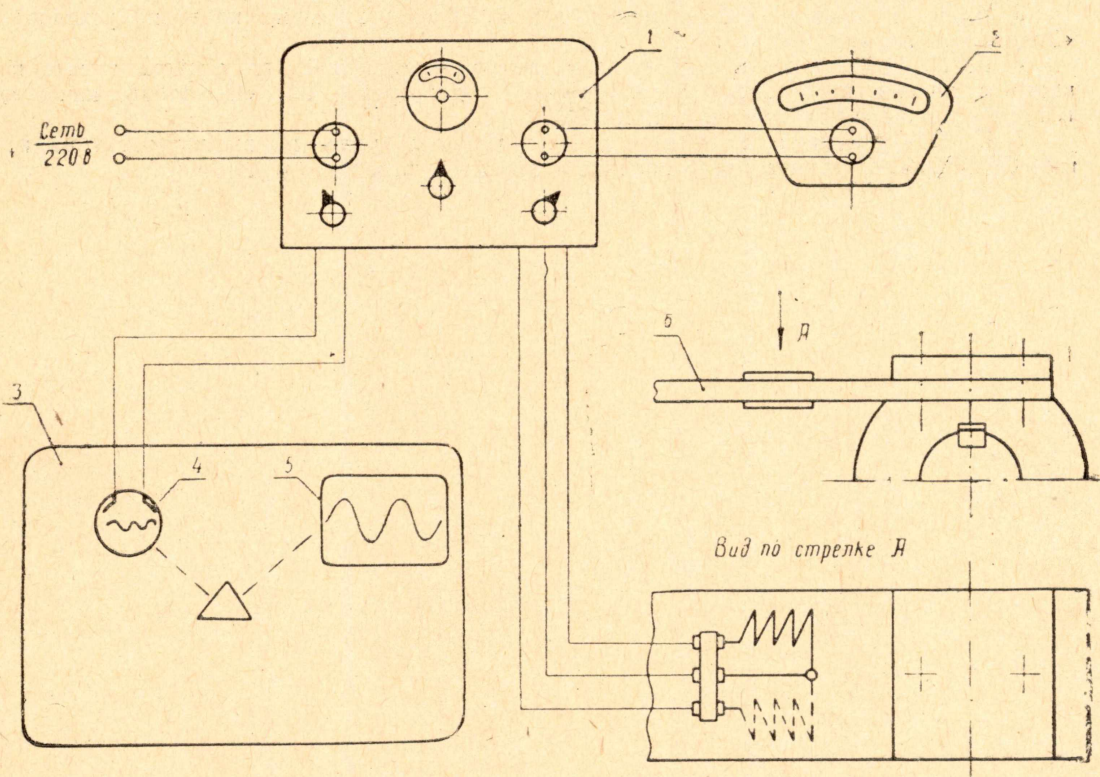


Рис. 2. Схема измерения и регистрации нагрузки: 1 — усилитель, 2 — внешний миллиамперметр, 3 — осциллограф, 4 — вибратор осциллографа, 5 — экран осциллографа, 6 — упругий рычаг.

Вначале для каждого положения ролика 17 на рычаге 16 (с интервалом в 1 см) производится запись показаний внешнего миллиамперметра, при максимальной стреле прогиба рычага, равной 1 см. Затем рычаг разворачивается на 180 градусов из правого горизонтального положения в левое горизонтальное положение таким образом, чтобы каждый из датчиков деформировался так же, как и при рабочем положении рычага. При тех же значениях плеч подбирается компенсирующий груз, помещаемый на специальную подвеску, который вызывает такой же разбаланс моста, как и в первом случае. По данным тарировки строится тарировочный график.

Для исключения наводок и связанных с ними помех и искажений применялись только экранированные провода.

Для защиты от влаги датчики покрывались сверху клеем «88».

Конструкция пульсатора позволяет в случае надобности исследовать влияние масштабного фактора.

С помощью описанного пульсатора были проведены длительные испытания зубчатых колес ($m=2$ мм; $z=28$), которые показали, что данная конструкция достаточно работоспособная и сравнительно простая в обслуживании, а точность полученных результатов является вполне приемлемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Бочаров. Установка для испытания на изгиб зубьев зубчатых колес, «Вестник машиностроения», № 10, 1958.

2. М. А. Елизаветин, Э. А. Сателъ. Технологические способы повышения долговечности машин, Машгиз, 1964.

3. В. И. Рудницкий. Установка для испытания зубчатых колес на усталость, «Заводская лаборатория», № 11, 1957.

4. К. И. Пантюхин. Выбор допускаемых напряжений для расчета зубьев на изгиб с учетом вероятности неразрушения и дисперсии, Сб. «Проблемы качества и прочности зубчатых передач», ч. I, 1961.

5. П. В. Семенча. Уточнение расчета зубчатых колес по выносливости на изгиб, Сб. «Проблемы качества и прочности зубчатых передач», ч. 2, 1961.