

Размер и модель шины, тип дороги	Параметры шины					
	P_z , Н	$h_{z\max}$, мм	k_f	$H_{ш}$, Н/мм ²	n	r_d , мм
7,35-14; ИД-195; сухой асфальт	4350	23,5	4,1	301,2	0,48	31,0
LR78-15; "Супер Арамид Радиал"; сухой асфальт	9000	38,1	5,0	271,0	0,43	370

нения шины и режима нагружения колеса определяют в предварительном эксперименте — так же, как и при исследовании поглощающей способности, и при изменении этих условий остаются неизменными, т.е. константами. Величина P_z задается как исходная, а величины $h_{z\max}$ и r_d легко определяются либо путем простейшего эксперимента по обжатию шины, либо берутся из справочной литературы.

В качестве проверки полученных соотношений вычислим значения $a_{ш}$ и f_c для двух шин, параметры которых приведены в табл. 2. При этом будем считать, что скорость качения колеса в обоих случаях составляет 30 км/ч.

Результаты вычислений таковы. Шина № 1: $a_{ш} = 4,67$ мм, $f_c = 0,015$; шина № 2: $a_{ш} = 4,31$ мм, $f_c = 0,012$.

Они хорошо согласуются с данными, приводимыми в литературных источниках.

Таким образом, рассмотренный метод действительно позволяет оценивать коэффициент сопротивления качению колеса с пневматической шиной по характеристикам нормальной жесткости, построение которых в различных режимах нагружения колеса и оценка параметров гистерезисных потерь намного отработаннее и достовернее, чем применение экспериментальных методов прямого измерения сил (моментов) сопротивления качению.

Литература

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. — М.: Машиностроение, 1989. — 240 с.
2. Хиллард Д., Спрингер Дж. Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями: Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1988. — 520 с.

УДК 621.317:621.83.06

СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЧХ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Кандидаты техн. наук В.В. ГЕРАЩЕНКО и М.Е. ЛУСТЕНКОВ, В.С. КУКЛИН

Белорусско-Российский университет (+375 222. 26-61-00)

Приведена конструкция стенда для определения амплитудно-частотной характеристики механических передач. Применение стенда позволит снизить расходы при проектировании и доводке редукторов и коробок передач.

Ключевые слова: редуктор, механическая передача, испытательный стенд, амплитудно-частотная характеристика.

Gerashchenko V.V., Lustenkov M.E., Kuklin V.S.
INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR DEFINITION OF THE PEAK-FREQUENCY CHARACTERISTIC OF MECHANICAL TRANSMISSIONS

The design of the test bed for definition of the peak-frequency characteristic of mechanical transmissions is resulted. Application of the test bed will allow to cut expenses at designing and operational development of reducers and speed gear boxes.

Keywords: reducer, mechanical transmission, test bed, peak-frequency characteristic.

В связи с появлением технологического оборудования нового поколения в последнее время разработчики автомобильной техники начали снова проявлять повышенный интерес к передачам с промежуточными телами качения в зацеплении. Например, создавая кулачковые межколесные автотракторные дифференциалы повышенного трения. Доказательство тому — несколько десятков опытных образцов и мелких серий редуцирующих узлов различного назначения, разработанных в Белорусско-Российском университете. В том числе даже редукторные усилители момента для ключей, предназначенных для демонтажа и сборки резьбовых соединений, крепящих колеса грузовых автомобилей.

Однако здесь есть одна проблема, усложняющая работу конструкторов, — экспериментальное определение важнейших эксплуатационных характеристик редукторов.

Дело в том, что все существующие стенды для испытания редукторов, в том числе и применяемые в лабораториях университета, работают по принципу незамкнутого силового контура* и вследствие этого обеспечивают только один режим нагружения — постоянный. Что

не позволяет получать полную информацию о качестве проектирования редукторов, поскольку реальные, т. е. в условиях эксплуатации, процессы их нагружения очень далеки от постоянных. Иначе говоря, нынешние испытательные стенды не дают возможности снять основную динамическую характеристику механических передач и создаваемых на их основе редукторов, которые работают при переменных режимах нагружения, — амплитудно-частотную характеристику (АЧХ). То есть зависимость отношения амплитуды крутящего момента на первичном (ведущем) валу редуктора к амплитуде на вторичном (ведомом) валу от частоты колебаний этих моментов при постоянной амплитуде на вторичном валу, значение которой задается при проектировании исходя из характера колебаний нагрузки на рабочем органе машины.

Пример такой задаваемой при проектировании характеристики приведен на рис. 1. Ее основными показателями являются полоса пропускания частот, резонансная частота, коэффициент усиления и постоянная времени. Их значения и должны быть обеспечены в готовой конструкции.

Чтобы убедиться в этом, заданную и реально получившуюся АЧХ редуктора необходимо сравнить, для чего и нужен испытательный стенд.

Но, как уже упоминалось выше, стендов, позволяющих исследовать динамику

* Машины и стенды для испытания деталей / Под ред. Д.Н. Решетова. — М.: Машиностроение, 1979. — 343 с.: ил.

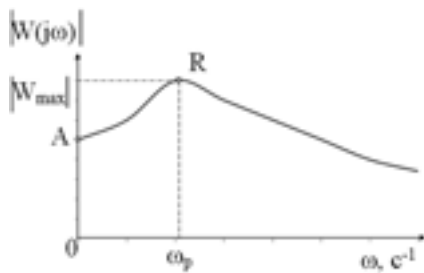


Рис. 1. Примерный вид АЧХ передачи с промежуточными телами качения

редуктора, фактически нет. Более того, за всю историю создания кулачковых редукторов, которая началась с предложений Г. Кнаба (пат. № 1689285, США, 1922 г.), Ф. Порше и К. Рабе (пат. № 1946358, США, 1932 г.) и была реализована, к примеру, на советских автомобилях ГАЗ-62 и ГАЗ-66, известна лишь одна схема такого стенда (а. с. 1670471, СССР). Однако точность определения АЧХ, получаемых на этом стенде, была недостаточно высокой. Причина в том, что полученные в ходе эксперимента данные требовали сложной дополнительной обработки: чтобы построить АЧХ редуктора, нужно строить две АЧХ — для последовательного соединения электротормоза и редуктора и для электротормоза. Причем для построения первой использовались данные об амплитудах напряжения генератора и колебания момента, воспроизводимого на валу приводного электродвигателя, а второй — данные об амплитуде напряжения генератора, которая в ходе эксперимента сохранялась постоянной, и амплитуде колебаний момента, воспроизводимого на валу тормоза. Затем построенные АЧХ аппроксимировали для получения передаточной функции тормоза и последовательного соединения тормоза с редуктором. Наконец, делением передаточной функции последовательного соединения тормоза с редуктором на передаточную функцию редуктора и по ней строили его АЧХ.

Ясно, что при таком сложном методе избежать ошибок непросто. Кроме того, он малопроизводителен.

В результате сложилась парадоксальная для рыночной экономики ситуация: спрос на редукторы со стороны машиностроения не только есть, но и постоянно растет; есть специалисты БРУ, которые могут создать любые типы редукторов, но они из-за отсутствия быстродействующих и эффективных испытательных стендов удовлетворить его не успевают.

Выход из сложившегося положения может быть только один: разработать новую конструкцию стенда.

И задачу удалось решить: стенд, оборудованный более совершенной, чем у его предшественников, измерительной

системой, которая позволяет непосредственно определять амплитуды колебаний момента на первичном валу исследуемого образца редуктора при поддержании амплитуды момента на вторичном валу на заданном уровне, есть. АЧХ редукторов теперь можно определять непосредственно в ходе эксперимента.

Разработанный стенд состоит (рис. 2) из приводного электродвигателя 1, вал которого соединен с первичным валом 8 исследуемого редуктора 18; регулируемого электротормоза 32, соединенного с вторичным валом 24 редуктора; двух (28 и 12) датчиков крутящего момента, первый из которых установлен на валу 24 регулируемого электротормоза, а второй — на валу 8 электродвигателя; двух (19 и 2) каналов обработки информации (первый выполнен в виде последовательно соединенных элемента 29 выделения синусоидальной составляющей сигнала, вход которого соединен с датчиком 28 момента; преобразователя 30 амплитудного сигнала и регистрирующего прибора 47 постоянного тока, а второй — в виде последовательно соединенных второго элемента 13 выделения синусоидальной составляющей сигнала, вход которого соединен с датчиком 12 второго (14) преобразователя амплитудного сигнала и второго (48) регистрирующего прибора постоянного тока). Кроме того, в конструкции стенда входят также генератор 45 синусоидальных сигналов; регулируемый источник 41

постоянного тока; сумматор 39, первый вход которого соединен с генератором 45, а второй — с источником 41 постоянного тока, а выход — с электрической обмоткой 33 управления электротормозом; делитель напряжения 16, выполненный в виде двух (7 и 15) последовательно соединенных резисторов, обеспечивающих коэффициент деления по напряжению, равный обратной величине амплитуды синусоидальной составляющей крутящего момента, который воспроизводится на валу электротормоза. При этом делитель напряжения своим входом подключен к выходу преобразователя 14, а выходом — прибору 48.

Генератор синусоидальных сигналов выполнен с возможностью регулирования амплитуды напряжения (регулятор 46) и частоты (регулятор 44).

Каждый из датчиков крутящего момента представляет собой упругий вал (8 и 24) с металлическими дисками 3, 17 и 20, 31, имеющими радиальные прорези, выступы, которые могут проходить вблизи соответствующего (4, 9, 21 или 25) преобразователя. В состав датчиков входят также резисторы 5, 10 и 22, 26, выпрямители 11, 27 и первые фильтры 6 и 23 низкой частоты.

Источник 41 постоянного тока представляет собой последовательно соединенные автотрансформатор 35, трансформатор 36, выпрямитель 37 и второй фильтр 40 низких частот, а сумматор 39 —

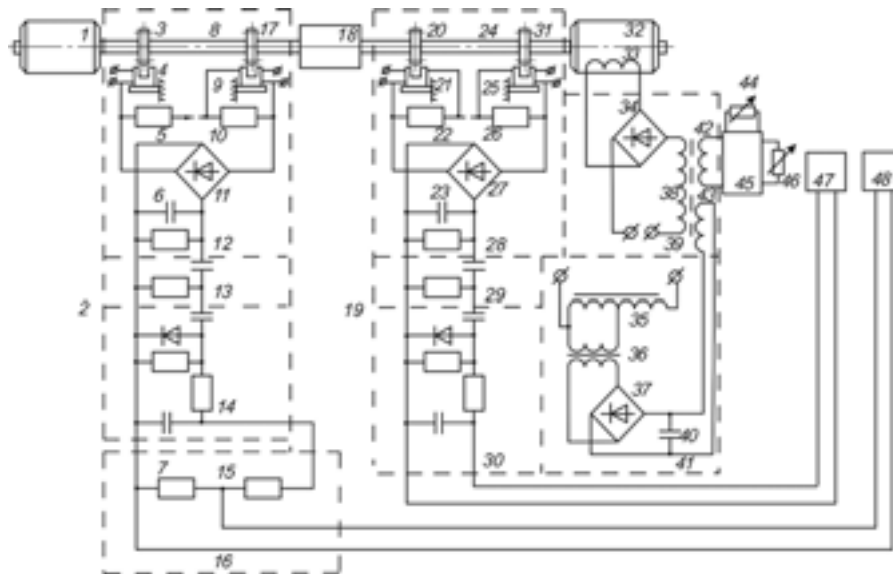


Рис. 2. Схема испытательного стенда:

1 — приводной электродвигатель; 2 и 19 — каналы обработки информации; 3, 17, 20 и 31 — металлические диски; 4, 9, 21 и 25 — импульсные щелевые преобразователи; 5, 7, 10, 15, 22 и 26 — резисторы; 6 и 23 — фильтры низкой частоты; 8 — первичный вал; 11, 27, 34, 37 — выпрямители; 12 и 28 — датчик крутящего момента; 13, 29 — элементы выделения синусоидальных составляющих сигналов; 14, 30 — преобразователи; 16 — делитель напряжения; 18 — редуктор; 24 — вторичный вал редуктора; 32 — электротормоз; 33 — обмотка управления электротормозом; 35 — автотрансформатор; 36 — трансформатор; 38 — рабочая обмотка; 39 — сумматор; 40 — второй фильтр низких частот; 41 — источник постоянного тока; 42 и 43 — обмотки магнитного усилителя; 44 — регулятор частоты; 45 — генератор синусоидальных колебаний; 46 — регулятор амплитуды; 47 и 48 — регистрирующие приборы

магнитный усилитель с обмотками 42 и 43 постоянного тока, рабочей обмоткой 38 и выпрямитель 34.

Технология построения АЧХ редуктора с помощью нового стенда сводится к следующему.

Включается электродвигатель 1. Он приводит во вращение первичный и вторичный валы редуктора 18 и вал электротормоза 32. В это же время на обмотку 43 магнитного усилителя от источника 41 подается постоянное напряжение, а на обмотку 42 магнитного усилителя от генератора 45 — синусоидальное напряжение фиксированной частоты (например, 0,2 Гц), которые складываются в сумматоре 39, и посредством рабочей обмотки 38 и выпрямителя 34 на обмотку 33 управления электротормозом поступает напряжение, пропорциональное полученной сумме. В результате на валу электротормоза создается пропорциональный ей крутящий момент, включающий постоянную и переменную составляющие. Такие же составляющие, естественно, имеют напряжения, формируемые на выходе датчиков моментов. Далее на выходе элементов выделения синусоидальных составляющих сигналов 29 и 13 из этих напряжений выделяется указанная синусоидальная составляющая, амплитуда которой определяется с помощью преобразо-

вателей 30 и 14. Значение полученной амплитуды, т.е. колебаний момента на вторичном валу редуктора, регистрируется прибором 47, установленным рядом с генератором 45.

Затем вращением регулятора 46 на вторичном валу редуктора по тому же прибору 47 устанавливается значение амплитуды колебания крутящего момента, равное знаменателю коэффициента деления делителя 16; по истечении времени, необходимого для затухания переходных процессов, на первичном валу редуктора устанавливаются гармонические колебания момента с частотой, равной 0,2 Гц, но — с другой амплитудой. Эта амплитуда умножается делителем 16 на коэффициент деления и измеряется прибором 48.

Результат измерения и есть ордината АЧХ редуктора при частоте 0,2 Гц колебаний моментов на его валах. Значение же ординаты АЧХ при частоте колебаний момента на вторичном валу, равное нулю, соответствует статическим условиям нагружения передачи (точка А на рис. 1).

После этого устанавливается новое значение частоты напряжения, подаваемого с генератора (например, 0,4 Гц). Так как из-за динамических свойств электротормоза 32 амплитуда колебаний момента на вторичном валу редуктора уменьшается, то на первичном валу редуктора

поворотом регулятора 46 по прибору 47 необходимо вновь установить амплитуду момента, равную знаменателю коэффициента деления делителя 16, и уже после затухания переходных процессов в редукторе зарегистрировать по прибору 48 следующее значение АЧХ редуктора, соответствующее частоте колебаний моментов на его валах (0,4 Гц). И так повторяется несколько раз. В итоге появляются точки, соединение которых и дает искомым АЧХ.

После построения экспериментальной АЧХ определяется полоса пропускания частот редуктором, а также резонансная частота ω_p (точка R на рис. 1), которая является определяющей для расчета деталей передачи на прочность.

И, наконец, показатель экспериментальной АЧХ сравнивается с заданными, т.е. выявляется, насколько спроектированный и изготовленный редуктор соответствует проектному заданию. Правда, при этом необходимо учитывать, что на амплитуду колебаний момента на первичном валу редуктора влияют не только искусственно сгенерированные колебания крутящего момента на валу электротормоза, но и колебания тел качения, вызванные кулачковым генератором исследуемой передачи.

УДК 661.882

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ДИОКСИДА ТИТАНА В КОНТЕКСТЕ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА¹

С.М. РУСАКОВА, д-р хим. наук И.Г. ГОРИЧЕВ,
кандидаты хим. наук И.В. АРТАМОНОВА, Ю.С. АГЕЕВА
и Е.О. ЗАБЕНЬКИНА

МГТУ "МАМИ" (495. 223-05-23)

Приведены результаты исследования зависимости адсорбции различных ионов на поверхности диоксида титана от pH среды и уравнения, описывающие эту зависимость. Предложено описывать адсорбционные зависимости с позиций кислотно-основных равновесий, возникающих на межфазной границе оксид—раствор электролита. Установлено, что величина адсорбции ионов зависит от pH. Предложены оптимальные значения pH для адсорбции ионов на поверхности диоксида титана.

Ключевые слова: оксид титана (IV), адсорбция, кислотно-основные равновесия, константы кислотно-основных равновесий.

Rusakova S.M., Gorichev I.G., Artamonova I.V., Ageeva Yu.S., Zabenkina E.O.
STUDYING OF PROPERTIES TiO₂ FOR DECISION OF SCIENTIFICALLY-PRACTICAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Research results introduce a pH-dependence of adsorption of different ions on a titanium dioxide surface. Equations describing the dependence are represented. It is offered to describe the dependence by means of the acid-base equilibrium that arises on border of phases TiO₂/electrolytic solution. It is

found out that the pH-dependence of adsorption of different ions on a titanium dioxide surface exists. Optimum pH values which were obtained in the course of experiments are represented.

Keywords: titanium dioxide (IV), adsorption, acid-base balances, constants of the acid-base balances.

Интерес к диоксиду титана со стороны промышленности связан с его уникальными физическими и химическими свойствами. В частности, такими, как хорошая смачиваемость, особые оптические, сенсорные и каталитические свойства, биологическая совместимость. Например, доказано, что на его поверхности могут быть окислены до углекислого газа и воды практически любые органические соединения. Следовательно, на его основе вполне реально создание фотокатализаторов для очистки воды, воздуха или защищаемой поверхности от токсичных веществ и даже самоочищающихся покрытий. Дело в том, что покрытие из диоксида титана не только окисляет и расщепляет грязь, но и вдобавок нейтрализует любые запахи, убивает микроорганизмы. На практике это приводит к тому, что срок службы, к примеру, лакокрасочных автомобильных покрытий резко возрастает. Кроме того, эксперименты свидетельствуют, что блеск покрытий сохраняется на 40 % дольше, чем в случае использования традиционной краски [1].

Каталитическая поверхность оксида определяется его кислотно-основными характеристиками (которые регулируют протекание равновесных и кинетических процессов на границе "оксид—раствор"), и методы потенциометрического титрования суспензий оксидов позволяют рассчитывать константы равновесий, устанавливающихся на этой границе. Правда, данные методы пока недостаточно изучены. Поэтому результаты экспериментально-расчетного исследования, выполненного авторами статьи, представляют не только теоретический, но и практический интерес.

¹ Работа выполнена при поддержке государственного контракта № П205 по программе "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009—2013 гг."