

**ELASTIC DRIVES OF MOBILE SYSTEMS**  
**Nikolayenko V. L., Savenko A. G., Matveev A. V., Kalitenia I. L.**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Belarus

**Abstract**

One way to eliminate torsional vibrations is to install an elastic-elastic drive. The ultimate transmission with an elastic-elastic drive is designed to reduce the load and improve the quality of the transmission elements in the transfer of energy from the engine to the propulsors. In this paper we consider the elastic-elastic drive in the final transmission of the tractor "Belarus".

**Keywords:** torsional vibrations, resonance, oscillations, final transmission, elastic-flexible drive.

**Аннотация**

Одним из способов устранения крутильных колебаний является установка упруго-эластичного привода. Конечная передача с упруго-эластичным приводом предназначена для значительного снижения жесткости и повышения податливости элементов трансмиссии при передаче энергии от двигателя к движителям. В данной работе мы рассматриваем упруго-эластичный привод в конечной передаче трактора «Беларусь».

**Ключевые слова:** крутильные колебания, резонанс, колебания, конечная передача, упруго-эластичный привод.

В процессе проектирования механических систем двигатель – трансмиссия, когда установлены размеры их деталей, проводят расчет частот крутильных колебаний. При неблагоприятном расположении резонансов принимают меры для улучшения крутильной характеристики системы, т. е. изменяют крутильную систему или работу возбуждающих моментов, а также

устанавливают в систему специальное устройство для гашения колебаний (демпфер).

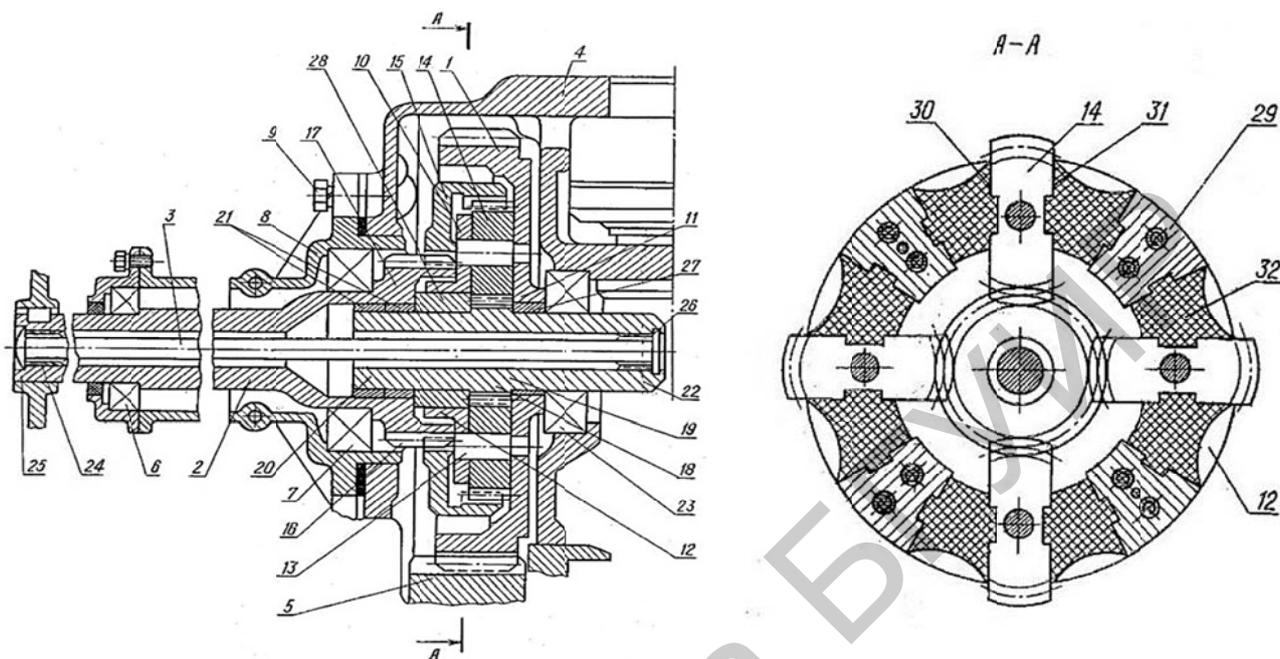
Изменение собственных частот системы является основным видом борьбы с опасными колебаниями системы. Этого изменения можно достигнуть путем варьирования моментов инерции вращающихся масс, а также жесткостей. Как правило, утяжеление масс системы недопустимо. Конструктор имеет несколько большие возможности в отношении жесткостей тех участков системы, которые располагаются вне собственно двигателя.

Конструктивные доработки системы, вносимые для устранения резонанса какой-либо формы, изменяют частоты всех форм. Так как диапазон частот вращения двигателей весьма широк, то исключить все резонансы невозможно. Обычно стремятся освободить от резонансов важнейшие рабочие зоны оборотов. Слабые резонансы, при которых напряжения не превышают допустимого уровня, могут оставаться близкими к основным рабочим режимам. При точном совпадении даже не сильных резонансных оборотов с часто используемыми режимами недопустимо непостоянство возбуждающих моментов (может усилить резонанс в эксплуатационных условиях). Интервал между сильным резонансом, расположенным выше предельно допустимых частот вращения, и этими частотами вращения должен составлять не менее 10%, но при резонансах низких гармоник иногда требуется большой интервал [1].

Одним из способов устранения крутильных колебаний является установка упруго-эластичного привода. В данной работе мы рассматриваем упруго-эластичный привод в конечной передаче трактора «Беларусь».

Конечная передача с упруго-эластичным приводом предназначена для значительного снижения жесткости и повышения податливости элементов трансмиссии при передаче энергии от двигателя к движителям.

Может быть использована в приводах энергонасыщенных сельскохозяйственных машин и аналогичных тяговых средств, в которых производственный процесс сопровождается значительными динамическими



нагрузками на рабочие органы.

Рисунок 1. Конечная передача трактора «Беларусь» с упруго-эластичным приводом

Конечная передача трактора «Беларусь» содержит ведомую шестерню 1, полулю полуось 2, торсионный вал 3, размещенные в корпусе 4 заднего моста, ведущую шестерню 5, подшипники 6, 7, установленные в рукаве 8, связываемом с корпусом 4 посредством болтов 9. Водило 10 планетарного механизма состоит из двух щек 11, 12, между которыми на осях 13 установлены сателлиты 14, при этом ведомая шестерня 1 выполнена на щеке 11. Эпициклическая шестерня 15 планетарного механизма посредством шлиц 16 связана с концом 17 полуоси 2, а солнечная шестерня 18 выполнена на двухопорном полом вала 19, один конец 20 которого на подшипнике 21 установлен в конце 17 полуоси 2, а другой 22 – на подшипнике 23 в корпусе 4 заднего моста. Торсионный вал 3 посредством шлиц 24 связан с концом 25 полуоси 2 и посредством шлиц 26 с концом 22 вала 19. Щека 11 водила 10 установлена относительно вала 19 на подшипнике 27, а щека 12 – на

подшипнике 28, диаметр которого больше наружного диаметра зубьев солнечной шестерни 18.

Щеки 11 и 12 водила 10 связаны посредством перемычек 29, а сателлиты 14 снабжены срезами 30, 31, пространство между которыми заполняется эластичным материалом 32, в качестве которого может выступать, например, резина.

Работает предложенная конечная передача трактора «Беларусь» следующим образом.

В начале движения трактора крутящий момент посредством ведущей шестерни 5 и связанной с ней ведомой шестерней 1 передается к водилу 10. Так как на эпициклическую шестерню 15, связанную с полуосью 2, действует момент сопротивления, и она остановлена, то сателлиты 14, сжимая эластичный материал 32, смещают солнечную шестерню 18, которая через вал 19 закручивает торсионный вал 3. Происходит это до тех пор, пока момент от сжатия эластичного материала 32 и закрутки торсионного вала 3 с учетом передаточного отношения планетарного механизма не превысит момента сопротивления на эпициклической 15, после чего она начинает вращаться совместно с полуосью 2, приводя в движение транспортное средство.

При увеличении момента сопротивления на полуоси 2, например при наезде колеса на препятствие, при увеличении сопротивления грунта и т. д., что вызывает увеличение сопротивления на эпициклической шестерне 15, происходит дополнительное смещение элементов планетарного механизма с дополнительной деформацией эластичного материала 32 и торсионного материала 3, что исключает ударные нагрузки на детали трансмиссии и повышает их надежность и долговечность.

При уменьшении момента сопротивления на полуоси 2, например при съезде колеса с препятствия, при попадании на почву с малым сопротивлением и т. д., происходит обратная деформация эластичного материала 32 и раскрутка

торсионного вала с относительным обратным смещением элементов планетарного механизма.

Присутствующая при изменении нагрузки на полуось 2 упругая закрутка или раскрутка торсионного вала 3 вызывает колебательные процессы в планетарном механизме. Однако нагрузочная характеристика эластичного материала 32 при приеме и отдаче энергии характеризуется гистерезисом. Это способствует снижению энергии колебательных процессов и их продолжительности от упругости торсионного вала 3 при работе передачи, что уменьшает продолжительность работы планетарного механизма и снижает износы поверхностей его сопрягаемых элементов, а восприятие части ударной энергии эластичным материалом 32 разгружает торсионный вал 3, что повышает его надежность.

Конечная передача трактора «Беларусь» с упруго-эластичным приводом прошла испытания в производственных условиях при работе на основных операциях сельскохозяйственного производства (пахоте, транспортировке) на опытной станции МТЗ.

При постановке конечной передачи с упруго-эластичным приводом возрастает проходимость трактора по размокшей дороге, так как момент на полуосях ведущих колес нарастает плавно и стабилизируется в процессе работы. Буксование движителей с упруго-эластичным приводом снижается на 5 – 15% в условиях сельскохозяйственного производства и уменьшается расход топлива. Применение конечной передачи в тракторе «Беларусь» снижает нагруженность на валах силовой передачи на 20 ... 30% [2].

### **Литература**

1. Маслов Г. С., Расчеты колебаний валов: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 150 с., ил. – (Б-ка конструктора).

2. Скойбеда, А. Т., Николаенко, В. Л., Конечная передача трактора «Беларусь» с упруго-эластичным приводом / А. Т. Скойбеда, В. Л. Николаенко // Полымя. – 1985. – №1237.

Библиотека БГУИР