Шатохин Владимир Михайлович, д.т.н., проф., Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, shatokhin_v@mail.ru
Никонов Олег Яковлевич, д.т.н., проф., Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, oj_nikonov@mail.ru
Шатохина Наталья Владимировна, к.т.н., доц., EPAM Systems, shatosha@mail.ru

# О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ТУРБОНАДДУВА ДИЗЕЛЕЙ ТИПА 6ТД ПО ДИНАМИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Характерной особенностью турбопоршневых двигателей типа 6ТД является наличие существенно нелинейного привода к турбине и компрессору. Нелинейности порождаются установкой упругой муфты с предварительным натягом, ступенчатой рессоры, а также наличием зазоров, неизбежных в шлицевых и зубчатых соединениях. Указанные узлы вместе с фрикционными муфтами предназначены для снижения импульсивных инерционных нагрузок при изменении внешней нагрузки.

В процессе доводки дизелей в приводах были обнаружены интенсивные субгармонические колебания, неожиданные для конструкторов. Известные подходы по анализу динамических нагрузок в силовых передачах машин с ДВС не позволяют объяснить природу указанных колебаний и тем более не содержат аппарата для их исследования.

В докладе изложены результаты расчетно-экспериментальных исследований по установлению механизма возникновения опасных субгармонических колебаний, сравнительной оценке различных вариантов привода к агрегатам турбонаддува по уровню основных и субгармонических колебаний и соответствующих максимальных упругих моментов.

Кинематическая схема дизелей типа 6ТД с потребителями представлена на рис. 1.

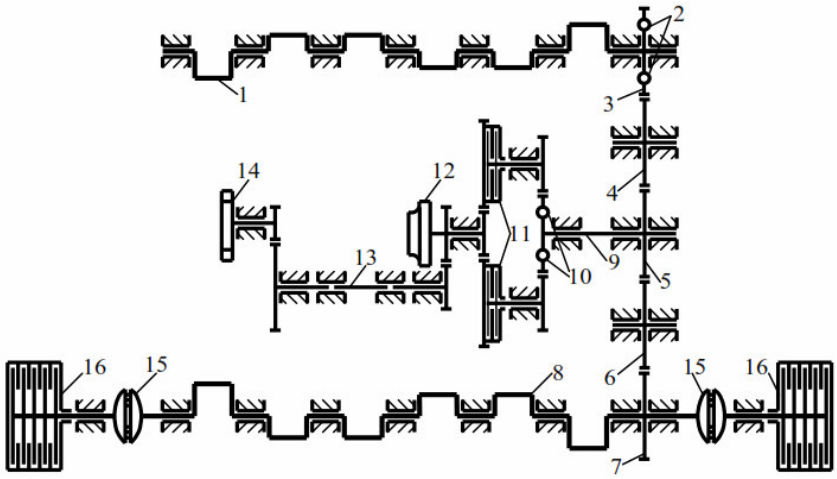


Рисунок 1 – Кинематическая схема двигателей типа 6ТД с потребителями

Приняты следующие обозначения: 1, 8 – впускной и выпускной коленчатые валы; 2 – упругая муфта; 3 ÷ 7 – шестерни главной передачи; 9 – рессора привода компрессора; 10 – упругая муфта в приводе компрессора; 11 –

фрикционные муфты; 12 – ротор компрессора; 13 – рессора привода турбины; 14 – ротор турбины; 15 – резино-пальцевые муфты; 16 – потребители (гидротормоза).

Для механической модели привода исследовались три вида соединений с компрессором: упругая муфта, ступенчатая рессора, гладкая рессора. На рис. 2, а, б приведены: характерный образец осциллограммы с субгармоническим резонансом, записанной для привода с гладкой рессорой; расчетные зависимости субгармонической составляющей $A_{\psi_{17}}^{(1/2)}$ и основной гармоники $A_{\psi_{17}}^{(1)}$ субгармонических колебаний от частоты.

В качестве математической модели установившихся динамических процессов использовались нелинейные интегральные уравнения, записанные с помощью импульсно-частотных характеристик [1]. Для большинства машинных агрегатов с ДВС такие модели имеют ряд важных достоинств. В основу метода решения уравнений положен итерационный метод Ньютона-Канторовича решения операторных уравнений и соответствующие численные алгоритмы [1].

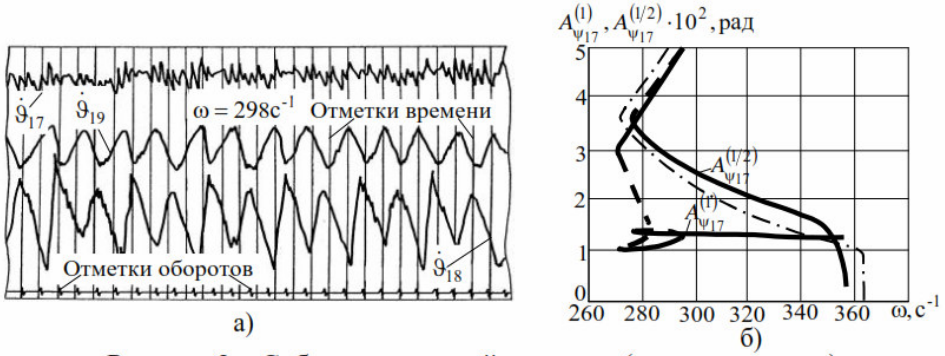


Рисунок 2 – Субгармонический резонанс (гладкая рессора):
а) осциллограмма; б) зависимости основной гармоники и субгармоники от частоты

Результатами проведенных исследований являются следующие.

1. Установлена причина возникновения интенсивных субгармонических колебаний в приводе турбонаддува – разрегулировки дизеля и наличие нелинейных элементов в силовой цепи. 2. Предложен эффективный аппарат исследования установившихся динамических процессов в нелинейных силовых передачах, в частности субгармонических колебаний. 3. Проведено сравнение трех схем привода (со ступенчатой рессорой, упругой муфтой и гладкой рессорой) по динамическим нагрузкам. 4. Установлена предпочтительность использования привода с гладкой рессорой. 5. Предложенная методология представляется перспективной для исследований по снижению динамических нагрузок в нелинейных моделях силовых передач.

## Литература

1. Шатохин В.М. Анализ и параметрический синтез нелинейных силовых передач машин: Монография / В.М. Шатохин.– Харьков: НТУ “ХПИ”, 2008.– 456 с.