

Г.И. МЕЛЬНИКОВ, канд. тех. наук, доц. НТУ «ХПИ»;
А.О. КОРОТКОВ, асп. НТУ «ХПИ»;

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В данной работе детально рассмотрена проблема повышения энергоэффективности работа энергосберегающих электромеханических стендов для испытаний двигателей внутреннего сгорания. Рассматриваются методы повышения энергоэффективности работа испытательных стендов. Описан метод модернизации испытательных стендов. Рассмотрены принципиальные схемы этих модифицированных испытательных стендов. Детально описан принцип работы модифицированных испытательных стендов. Приведены положительные и отрицательные стороны модификаций испытательных стендов. Обоснована задача создания математических моделей испытательных стендов для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, испытательные стенды, частотный преобразователь, генератор с постоянным магнитом, асинхронный генератор, машина постоянного тока, асинхронизированный синхронный генератор.

Введение. При производстве и ремонте двигателей внутреннего сгорания большое количество топлива расходуется на проведение работ по регулировке, испытанию, проверке эксплуатационных характеристик двигателей. В течение продолжительного периода энергию, производимую двигателями внутреннего сгорания во время подобных испытаний, практически не использовали. Для повышения эффективности использования топлива можно использовать различное оборудование, позволяющее генерировать энергию в электрическую сеть при испытаниях двигателей внутреннего сгорания.

Цель статьи. Рассмотреть, проанализировать и сравнить различные варианты построения испытательных стендов.

Основные материалы исследования. Современные испытательные стенды должны удовлетворять требованиям регламента испытаний, управляемости и энергосбережения.[1] Стенд должен обеспечивать два режима работы: холодную и горячую обкатку. В режиме холодной обкатки коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания раскручивают с помощью электрической машины, это нужно для притирки всех движущихся деталей двигателя. В режиме горячей обкатки, подключённая к коленчатому валу электрическая машина,

© Г. И. Мельников, А. О. Коротков, 2014

работает как электротормоз, создающий тормозной момент на валу двигателя внутреннего сгорания [1].

Для обеспечения энергосбережения испытательный стенд должен обладать возможностью генерации электрической энергии. Анализируя ряд стендов, представим те, которые наиболее полно удовлетворяют заданным требованиям.

Испытательный стенд на базе машины постоянного тока с электромашинным преобразователем. Нагружающий стенд с рекуперацией энергии можно создать на базе электромашинного преобразователя (ЭМП), подключенного к одной или нескольким установкам через специальную сеть постоянного тока см. рис. 1.

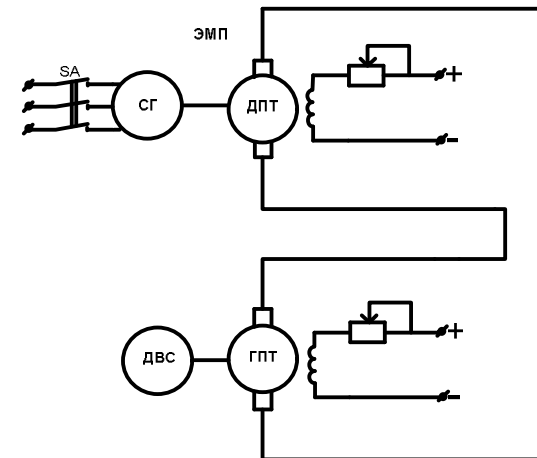


Рис 1 – Схема подключения тормозных стендов к электромашинному преобразователю.

Такая установка состоит из электромашинного преобразователя, соединенного через контактор SA с промышленной сетью трехфазного тока стабильной частоты. Испытательный стенд подключен к ЭМП через соединительную линию постоянного тока.

ЭМП состоит из синхронной машины и машины постоянного тока с независимым возбуждением. Он предназначен для преобразования постоянного тока, вырабатываемого тормозным устройством, в переменный ток промышленной частоты. Такой стенд обеспечивает холодную и горячую обкатку ДВС. Причём при горячей обкатке

обеспечивается генерация вырабатываемой ДВС энергии в сеть промышленного предприятия.

В тоже время такой стенд обладает рядом недостатков таких как:

- необходимость эксплуатации и обслуживания ЭМП и приводных машин постоянного тока.
- низкий КПД такой установки.
- низкая надёжность испытательного стенда.

Испытательный стенд на базе машины постоянного тока. При построении испытательного стенда на базе машины постоянного тока (МПТ), изображенной на рис. 2, необходимо решить такие проблемы как: передача энергии при разных частотах вращения испытуемого ДВС и преобразование вырабатываемого МПТ постоянного тока в переменный ток промышленной частоты. Один из способов решения этой проблемы это использование управляемого инверторного преобразователя (УИП) [2].

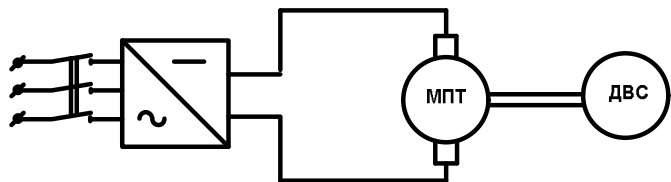


Рис. 2 – Схема испытательного стенда, построенного на базе машины постоянного тока с управляемым инверторным преобразователем

УИП обеспечивает преобразование постоянного тока вырабатываемого МПТ в переменный ток промышленной частоты. Такой преобразователь также обеспечивает регулирование стабилизирующих технических и технологических параметров работы стенда при холодной и горячей обкатке. Причём при горячей обкатке обеспечивается генерация вырабатываемой ДВС энергии в сеть промышленного предприятия. В тоже время такой стенд обладает рядом недостатков таких как:

- эксплуатация машины постоянного тока.
- высокая стоимость и мощность УИП.
- низкий КПД при низкой частоте вращения вала испытываемого ДВС.

Испытательный стенд на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором. При построении испытательного стенда на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором (АГКЗ), изображенного на рис. 3, возникает проблема передачи электрической энергии от АГКЗ в сеть предприятия, так как в процессе испытания ДВС может работать с разной частотой вращения. Для решения этой проблемы необходимо использовать управляемый частотный преобразователь (УЧП), в качестве которого используется транзисторный преобразователь [2].

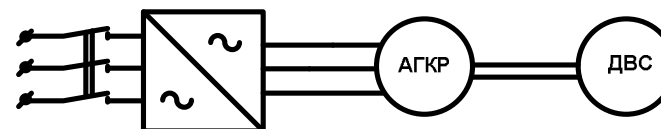


Рис. 3 – Схема испытательного стенда построенного на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором и управляемым частотным преобразователем.

УЧП обеспечивает преобразование переменного тока нестабильной частоты вырабатываемой АГКЗ в переменный ток промышленной частоты. Такой преобразователь обеспечивает регулирование стабилизирующих технических и технологических параметров работы стенда при холодной и горячей обкатке. Причём при горячей обкатке обеспечивается генерацию вырабатываемой ДВС энергии в сеть промышленного предприятия. В то же время такой стенд обладает рядом недостатков таких как:

- низкий КПД при низкой частоте вращения вала испытуемого ДВС.
- нестабильность выработки энергии при низкой частоте вращения вала испытуемого ДВС.
- высокая стоимость и мощность УЧП.

Испытательный стенд на базе машин двойного питания. При построении испытательного стенда на базе машины двойного питания целесообразно использовать асинхронный генератор с фазным ротором (АГФР) или асинхронизированный синхронный генератор (АСГ) изображенный на рис. 4. Но при работе этих машин возникает проблема с поддержанием заданной частоты тока возбуждения для поддержания заданных параметров на шинах генератора при нестабильной частоте вращения ротора генератора. Для решения этой проблемы необходимо использовать управляемый частотный

преобразователь (УЧП), подключённый к обмоткам ротора АГФР или к обмоткам возбуждения АСГ по схеме асинхронного вентильного каскада [3].

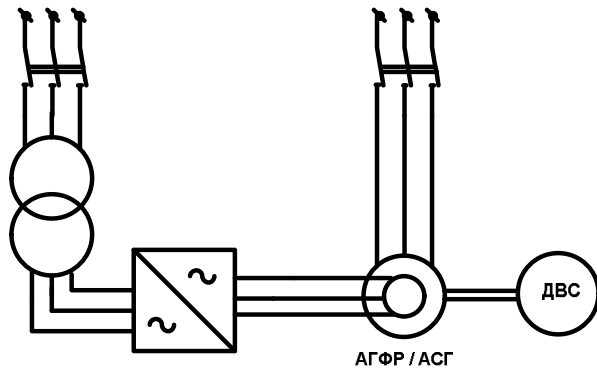


Рис. 4 – Схема испытательного стенда, построенного на базе асинхронного генератора с фазным ротором или асинхронизированного синхронного генератора.

УЧП обеспечивает питание обмоток ротора АГФР или обмоток возбуждения АСГ переменным током заданной частоты, что приводит к созданию переменного магнитного поля, которое наводит в обмотках статора ЭДС требуемой частоты. Такой преобразователь также обеспечивает регулирование стабилизирующих технических и технологических параметров работы стенда при холодной и горячей обкатке. Причём при горячей обкатке обеспечивается генерацию вырабатываемой ДВС энергии в сеть промышленного предприятия. В тоже время такой стенд обладает рядом недостатков таких как:

- высокая стоимость АГФР и АСГ.
- низкий КПД УЧП при высокой частоте вращения вала испытуемого ДВС
- высокая потребляемая мощность УЧП при высокой частоте вращения вала испытуемого ДВС

Испытательный стенд на базе генератора с постоянными магнитами. При построении испытательного стенда на базе генератора с постоянными магнитами (ГПМ) изображенного на рис 5, возникают такие проблемы как: передачи энергии при разных частотах вращения испытуемого ДВС и преобразование вырабатываемого ГПМ постоянного тока в переменный ток стабильной частоты. Для решения

этой проблемы необходимо использовать управляемый инверторный преобразователем (УИП) в качестве, которого используется транзисторный преобразователь [3].

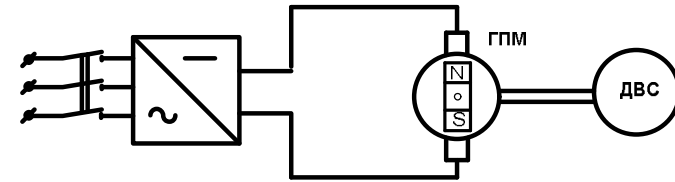


Рис. 5 – Схема испытательного стенда построенного на базе генератора с постоянными магнитами.

УИП обеспечивает преобразование постоянного тока, вырабатываемого ГПМ, в переменный ток промышленной частоты. Такой преобразователь также обеспечивает регулирование стабилизирующих технических и технологических параметров работы стенда при холодной и горячей обкатке. Причём при горячей обкатке обеспечивается генерация вырабатываемой ДВС энергии в сеть промышленного предприятия. Подобные стенды обладает рядом недостатков, таких как:

- высокая стоимость ГПМ.
- высокая стоимость и мощность УИП.
- низкий КПД установки при низкой частоте вращения вала испытуемого ДВС

Вывод. Представленные выше стенды имеют как свои преимущества, так и недостатки. Основным преимуществом всех испытательных стендов является возможность передачи выработанной ДВС энергии в промышленную сеть предприятия, что в свою очередь, позволяет сэкономить часть средств, затраченных на испытания. Также к преимуществам можно добавить тот факт, что все испытательные стенды обладают возможностью регулировки баланса реактивной мощности, что положительно влияет на систему электроснабжения предприятия.

Для выбора наилучшего способа построения испытательного стенда необходимо провести исследования, целью которых будет определение технических и эксплуатационных характеристик стендов различного типа. Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Построение математических моделей всех испытательных стендов.

2. Определение энергоэффективности стендов в различных режимах работы.

3. Оценка надёжности и определение диапазона рабочих параметров различных стендов.

Список литературы: 1. Райков И.Я., Испытания двигателей внутреннего сгорания. И.Я. Райков. - Москва «Высшая школа» 1975 г. С 3-11 2. Тодарев В.В., Погуляев М.Н., Дорошенко И.В., Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания двигателей внутреннего сгорания и трансмиссий сельскохозяйственной техники. / В.В. Тодарев, М.Н. Погуляев, И.В. Дорошенко // Вестник Гомельского гос. техн. университета им П.О. Сухого. -2007. -№4. – С.80-84. 3. Хватов С.В., Асинхронно-вентильные нагружающие устройства. / С.В. Хватов, В.Г. Титов. – Москва. «Энергоатомиздат», 1986 г. -144с

Bibliography (transliterated): 1. Rajkov I.Ja. *Ispytanija dvigatelej vnutrennego sgoranija*. Moskva «Vysshaja shkola» 1975. 2. Todarev V.V., Poguljaev M.N., Doroshenko I.V., Jenergoberegajushhie jelektromehaniicheskie stendy dlja ispytanija dvigatelej vnutrennego sgoranija i transmissij sel'skhozajstvennoj tehniky. *Vestnik Gomeľ'skogo gos. tehn. univiersiteta im P.O. Suhogo*. 2007. No 4. 80-84 Print. 3. Hvatov S.V., Titov V.G. *Asinhronno-ventil'nye nagruzhajushhie ustrojstva*. Moskva. Energoatomizdat 1986.

Надійшла (received) 10.11.2013