

УДК 621.625.032

Мельников Г.И. к.т.н. доцент,
Бенгард А.О. аспирант,

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Выпуск двигателей внутреннего сгорания (ДВС) невозможен без работ по регулировке, испытанию, а также проверке эксплуатационных характеристик двигателей. Для выполнения данных работ, машиностроительное предприятие расходует топливо, среднегодовой объем которого, может составлять до 140 тонн в год [1].

При этом энергия, производимая ДВС, во время проведения данных работ в течение продолжительного периода практически не использовалась. Так как испытания проходили на устаревших испытательных стендах, в которых нагрузкой для ДВС служило давление воды, протекающее через тормозное устройство в стендах с гидро-тормозом или сопротивление нагрузочного реостата, в стендах, где в виде тормозного устройства используется электрическая машина постоянного или переменного тока [2].

В сложившейся экономической ситуации, возможность эффективно использовать механическую энергию выработанную двигателями внутреннего сгорания, позволит более эффективно расходовать топливо, а также снизить финансовые затраты на оплату счетов за электроэнергию, при условии дальнейшего преобразования механической энергии вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания в электрическую энергию [3].

Для решения задачи более эффективного использования топлива при испытаниях, была поставлена задача, смоделировать работу испытательных стендов с электро-тормозами на базе генератора постоянного тока (ГПТ) и асинхронного генератора (АГ) с короткозамкнутым и фазным роторами.

Решением данной задачи является создание математических моделей испытательных стендов с использованием библиотеки `simpowersystem` в программном комплексе `Matlab` и проведение экспериментов на каждой из моделей. Со структурой математических моделей испытательных стендов можно ознакомиться в исследованиях посвященных данной тематике [4-6].

Для экспериментального моделирования работы испытательных стендов, была использована методика, описанная в ГОСТ 14846-81 [7]. Данная методика регламентирует работу испытываемого двигателя внутреннего сгорания в двух режимах, режим холодной и горячей обкатки.

В режиме холодной обкатки ДВС работает без подачи топлива. Это нужно для притирки всех трущихся деталей и выявления дефектов сборки. В экспериментальном моделировании данный этап работы не производился.

В режиме горячей обкатки ДВС работает с подачей топлива и открытой на максимум дроссельной заслонкой, под нагрузкой которую создаёт электро-тормоз, выработанную в данном режиме энергию в сеть передаёт инвертор напряжения. Нагрузка ДВС происходит этапами от 25 до 100% развиваемого момента.

Каждый этап работы ДВС длится 45 минут после чего на 5 минут ДВС переводят в режим холостого хода. Суммарное время работы ДВС под нагрузкой во время испытания составляет 3 часа, полное время испытания равно 3 часа 50 минут.

Во время моделирования работы стендов, были получены следующие энергетические характеристики, передачи мощности от ДВС в сеть предприятия. Результаты моделирования показаны в таблице 1.

Таблиця 1 Енергетические показатели испытательных стендов.

Момент на валу ДВС, %	Стенд на базе ГПТ и ИН		Стенд на базе АГ с короткозамкнутым ротором и ИН		Стенд на базе АГ с фазным ротором и ИН	
	Мощность на ГПТ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт	Мощность на АГ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт	Мощность на АГ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт
25	40.62	40.38	47.12	46,5	42,12	41,98
50	77.29	75.6	76,5	75,5	76,3	74,3
75	100.5	96.15	96,79	95,4	101	98,1
100	110.8	106.5	108,67	104,2	109,67	105,3

Во время моделирования также были рассчитаны потери энергии, которые составляют от 0.3 до 4.5 кВт в зависимости от вида тормозного устройства.

Таблиця 2. Потери энергии во время моделирования работы испытательных стендов.

Момент на валу ДВС, %	Потери в стенд на базе ГПТ и ИН, кВт	Потери в стенд на базе АГ с короткозамкнутым ротором и ИН, кВт	Потери в стенд на базе АГ с фазным ротором и ИН, кВт
25	0,3	1,06	0,14
50	1,69	1	2
75	3,85	1,39	2,9
100	4,3	4,47	4,37

Вывод: В исследовании были созданы и проанализированы, результаты работы математических моделей испытательных стендов. В процессе моделирования работы были получены, энергетические характеристики преобразования механической энергии вырабатываемой во время испытания ДВС в электрическую энергию. Также был получен уровень потерь энергии при работе стендов. Из чего следует, что стенд с электро-тормоза на базе АГ с короткозамкнутым ротором является наиболее энергоэффективным во время испытания ДВС. Но в тоже время в стенде с АГ приходится использовать два инвертора напряжения. Один для возбуждения АГ, а второй для передачи энергии в сеть предприятия. Стоимость данной установки из-за двух инверторов напряжения может быть выше, чем стоимость установки с ГПТ и инвертором напряжения. Поэтому в дальнейшем исследовании целесообразно рассмотреть данные установки как устройства позволяющие улучшить показатели качества электрической энергии.

Список использованных источников:

- 1 Коротков, А.О. Рекуперация энергии во время испытаний двигателей внутреннего сгорания / Коротков А.О., Мельников Г.И. // Международная научная конференция MicroCAD : Секция №10 - Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології - НТУ "ХПИ", 2013.
- 2 Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. И.Я. Райков. - Москва «Высшая школа» 1975г. С 3-11
- 3 Мельников Г. И. Способы построения энергосберегающих электромеханических стендов для испытания двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Энергетика: надёжность и энергоэффективность. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2014. – № 24. – С. 56-62.
- 4 Мельников Г. И. Исследование энергосберегающего электромеханического стенда на базе машины постоянного тока для испытаний двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков, А. В. Семиков // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Энергетика: надёжность и энергоэффективность. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2014. – № 56 (1098). – С. 106-117.
- 5 Мельников Г. И. Исследование энергосберегающего электромеханического стенда на базе асинхронной машины для испытаний двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков, А. В. Семиков // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПИ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – № 3 (1175). – С. 66-73.
- 6 Коротков А. О. Построение и моделирование энергосберегающего стенда на базе асинхронного генератора для испытаний двигателей внутреннего сгорания / А. О. Коротков, А. В. Семиков, Г. И. Мельников // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПИ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of National Technical University "KhPI" : coll. of sci. papers. Ser. : New solutions in modern technologies. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – № 18 (1190). – С. 39-44.
- 7 ГОСТ 14846-81 Двигатели внутреннего сгорания, методы стендовых испытаний. Изд-во стандартов, 1981.