ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИХРЕВОГО УСТРОЙСТВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ И СОСТАВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Мухаметбаев А. PhD, Транспортный университет
alisher.muhametbaev@gmail.com
Мирзаев Б.Н., к.т.н., доцент, Транспортный университет,
Эл. почта: mbn19545555@gmail.com; mbn195477@gmail .com
Исматов Ж., д.т.н., профессор, Ташкентский Государственный Технический университет им. И.Каримова

Ташкентский государственный технический университет, 100095, ул. Университетская, 2, г. Ташкент, Узбекистан

Снижение токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания является одной из ключевых задач современной транспортной энергетики. Традиционные методы снижения выбросов основаны на применении каталитических нейтрализаторов, систем рециркуляции отработавших газов, сажевых фильтров и систем селективного каталитического восстановления. Однако эффективность таких решений зависит от температурного режима, состава смеси, качества топлива, состояния двигателя и характеристик системы выпуска.

Наряду с химическими методами очистки важную роль играют гидродинамические факторы. Поток отработавших газов является высокотемпературной многокомпонентной средой, в которой протекают процессы переноса массы, тепла и импульса. Изменение структуры потока способно влиять на интенсивность перемешивания, локальные температурные максимумы, время пребывания газов в реакционной зоне и условия догорания остаточных компонентов топлива.

Вихревые и завихряющие устройства применяются в различных областях техники для интенсификации перемешивания, повышения теплообмена и стабилизации течения. В применении к выпускной системе двигателя научный интерес представляет вопрос: может ли относительно простое геометрическое устройство изменить структуру выхлопного потока настолько, чтобы это отразилось на измеряемых концентрациях вредных компонентов и параметрах работы двигателя? Целью настоящей работы является комплексная оценка влияния вихревого устройства (далее завихритель Z-01) на состав отработавших газов и эксплуатационные показатели двигателя по результатам экспериментальных испытаний. В работе рассматриваются не только HC и NOx, но также CO, CO2, PM, расход топлива, мощность и крутящий момент.

В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния вихревого устройства на состав отработавших газов и параметры двигателя.

Установлено снижение NOx на 97.5%, CO2 на 92.2%, снижение расхода топлива на 4.8% при увеличении мощности и момента.

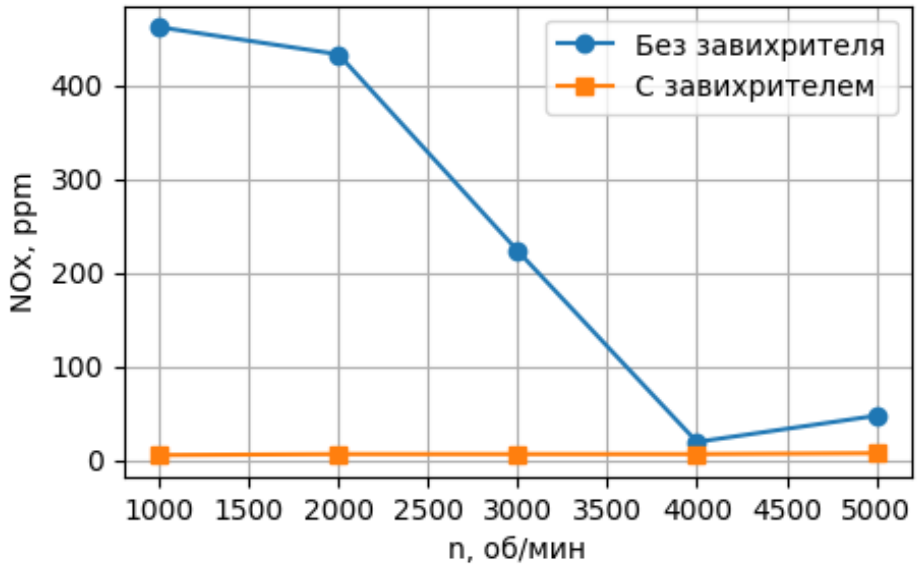


Рисунок 1 – Изменение концентрации NOx в зависимости от частоты вращения двигателя.

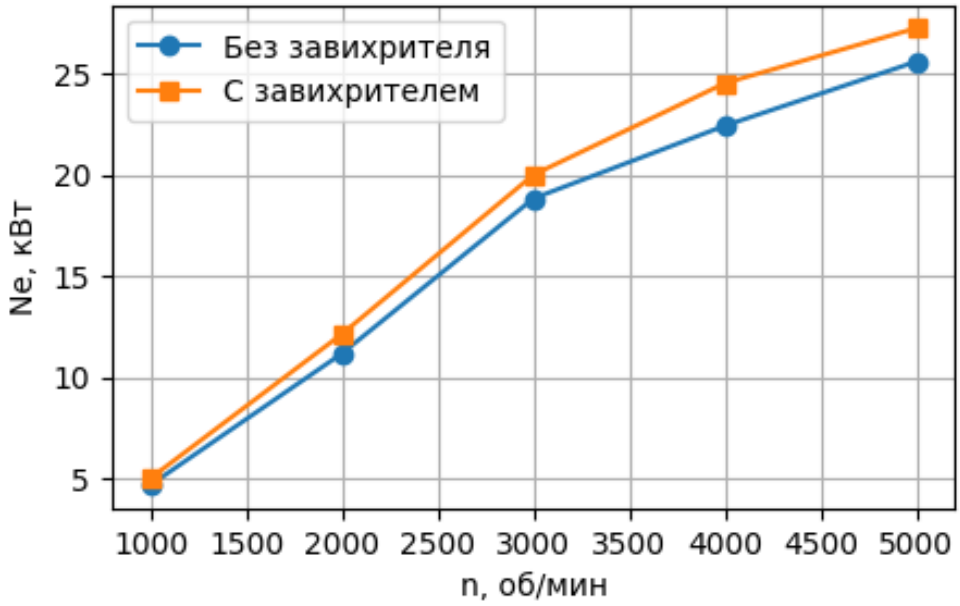


Рисунок 2 – Изменение эффективной мощности двигателя.

И увеличение мощности двигателя также выявлено при испытании завихрителя Z-01.

Рассматривается влияние турбулентности и структуры потока на процессы образования выбросов ДВС. Гидродинамическое воздействие может существенно изменить параметры выхлопа.
Испытания проводились при 1000–5000 об/мин. Измерялись NOx, HC, CO, CO2, расход топлива, мощность и момент.
NOx: 236.8 → 6.0 ppm (−97.5%). CO2: −92.2%. HC: стабилизация. CO: без изменений. Расход: −4.8%. Мощность: +7.5%. Момент: +9.7%.
Снижение NOx связано с уменьшением температурных максимумов. Стабилизация HC объясняется улучшением перемешивания. CO не изменяется из-за кинетических ограничений.
Устройство снижает NOx, стабилизирует HC и повышает эффективность двигателя. Эффект обусловлен турбулентностью и перераспределением температур.

Литература:

1. Кадыров С.М. Повышение экологических характеристик бензиновых двигателей. Автореферат диссертации, Ташкент, 2018.
2. Исматов Дж. Анализ процессов смесеобразования и выбросов ДВС. Ташкентский государственный транспортный университет, 2020.
3. Мирзаев Б. Оптимизация процессов сгорания в ДВС. Ташкент, 2019.
4. Ахмаджанов Р. Методы снижения токсичности отработавших газов. Ташкент, 2017.
6. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill, 1988. DOI: 10.1036/007028637X.
7. Turns S.R. An Introduction to Combustion: Concepts and Applications. McGraw-Hill, 2012. DOI: 10.1036/0073380199.
8. Pope S.B. Turbulent Flows. Cambridge University Press, 2000. DOI: 10.1017/CBO9780511840531.
9. Miller J.A., Bowman C.T. Mechanism and modeling of nitrogen chemistry in combustion. Progress in Energy and Combustion Science, 1989. DOI: 10.1016/0360-1285(89)90017-8.
10. Syred N., Beer J.M. Combustion in swirling flows: A review. Combustion and Flame, 1974. DOI: 10.1016/0010-2180(74)90057-1.
11. Johnson T.V. Review of diesel emissions and control. International Journal of Engine Research, 2009. DOI: 10.1243/14680874JER04009.
12. Glarborg P., Miller J.A., Ruscic B., Klippenstein S.J. Modeling nitrogen chemistry in combustion. Progress in Energy and Combustion Science, 2018. DOI: 10.1016/j.pecs.2018.01.002.
13. Glassman I., Yetter R.A., Glumac N.G. Combustion. Academic Press, 2014.
14. Lefebvre A.H., Ballal D.R. Gas Turbine Combustion: Alternative Fuels and Emissions. CRC Press, 2010. DOI: 10.1201/9781420086058.
15. Gupta A.K., Lilley D.G., Syred N. Swirl Flows. Abacus Press, 1984.

16. Zhong H. et al. Effects of a diesel particulate filter on emission characteristics. Energy & Fuels, 2017. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.7b00590.

17. Anetor L. et al. Computational analysis of the extended Zeldovich mechanism. Arabian Journal for Science and Engineering, 2014. DOI: 10.1007/s13369-014-1398-7.