

**ПРИХОДЬКОВ К.В., к.т.н., доцент, ВолгГТУ, г. Волгоград**  
**ОСИН В.В., студент, ВолгГТУ, г. Волгоград**

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ БОКОВОГО ЭЛЕКТРОДА СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДВС С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ**

*В данной статье рассматривается актуальность темы исследования. В работе описана экспериментальная установка с двигателем VAZ-11194, так же описывается система индицирования двигателя. Описывается эксперимент по поиску оптимального угла поворота бокового электрода свечи зажигания. Проведен анализ полученных данных, после чего построены графики часового расхода топлива и уровня выбросов, в зависимости от угла поворота электрода.*

**Ключевые слова:** влияние, свеча зажигания, боковой электрод, ДВС, эксплуатационные параметры.

**PRIHODKOV K.V., Ph.D., Assistant Profess, Volgograd STU, Volgograd**  
**OSIN V.V., Student, Volgograd STU, Volgograd**

## **THE INFLUENCE OF POSITION SPARK PLUG'S SIDE ELECTRODE ON PERFORMANCE PARAMETERS OF ICE WITH SPARK IGNITION**

*This article is considered the relevance of the researching topic. In the article is describe experimental outfit with engine VAZ-11194, as well as indicating engine system. An experiment described searching for optimal angle for rotation spark plug's side electrode. The analysis of the obtained data was carried out, whereupon graphics of hour fuel consumption and emission level were plotted, depending from rotation angle of the side electrode.*

**Key words:** influence, spark plug, side electrode, internal combustion engine, operational parameters.

Автомобиль в настоящее время стал, чуть ли не основным средством транспорта для подавляющего большинства человечества. Но он же, к сожалению, и главный глобальный загрязнитель окружающей среды. Поэтому большинство ученых и практиков сходятся на том, что, с одной стороны, отказаться от него невозможно, а с другой – необходимо предпринимать меры по снижению токсичности его отработавших газов. И прежде всего – уменьшению количества содержащихся в них моно- и диоксидов углерода, а также оксидов азота и несгоревших углеводородов.

Исследователи, занимающиеся данной проблемой, не считают ее неразрешимой. Более того, они предлагают как минимум четыре направления работ, которые позволят сделать автомобильную энергетику экологически чистой: усовершенствование конструкции ДВС, применение альтернативных топлив, автомобили с комбинированной энергетической установкой, повышение экологической безопасности автотранспортных средств - совершенствование автомобиля.[4]

Одним из перспективных способов повышения экологичности ДВС является осуществление так называемого «бедного» сгорания смеси, но резкому повышению «бедного» сгорания служит возникающая не идентичность рабочего процесса.[5, 6]

Неидентичность протекания процесса сгорания в последовательных циклах является характерной особенностью работы ДВС легкого топлива с искровым зажиганием. На любом стационарном режиме работы такого двигателя сравнение индикаторных диаграмм, снятых в последовательных рабочих циклах, показывает, что кривые изменения давления в цилиндре при сгорании не совпадают друг с другом. В последовательных циклах в результате неидентичности протекания процессов сгорания оказываются различными значения максимального давления и индикаторной работы.

Накопленные к настоящему времени экспериментальные данные не позволяют однозначно ранжировать факторы, перечисленные в таблице, однако большинство исследователей все же выделяют роль турбулентности и состава топливовоздушной смеси.

Турбулентное движение заряда в камере сгорания рассматривается во многих работах как определяющая причина неидентичного протекания процессов воспламенения и сгорания, а, следовательно, и МЦН, в целом.

Наряду с турбулентностью, влияние на уровень МЦН оказывают также средняя скорость и направление движения заряда в камере сгорания, в особенности вблизи электродов свечи зажигания, причем направление потока оказывает более существенное действие, чем величина скорости. Существенное влияние на уровень МЦН оказывает забалластиванность топливоздушная смеси остаточными газами. По общему мнению, увеличение содержания остаточных газов вызывает снижение скорости сгорания и увеличение МЦН.

В работе Шумского С.Н. [1] показано, что влияние на стабильность зажигания и предел эффективного обеднения параметров искрового разряда сильно зависит от условий в камере сгорания. В бедных смесях сильно проявляется эффект от влияния на уровень МЦН величины межэлектродного зазора и количества электродов свечи зажигания.

Ранние исследования результаты которых приведены в работе [7], были проанализированы и на их основании были произведены новые испытания с усовершенствованным испытательным стендом.

Испытательный стенд с двигателем ВАЗ-11194 был оснащен всеми измерительными системами, необходимыми для снятия стандартных характеристик двигателя, а также специализированным оборудованием, позволяющим получать данные для определения статистик распределений цикловых значений пробивных напряжений и частоты вращения коленчатого вала. Схема испытательного стенда приведена на рисунке 1.

Регулирование нагрузочного режима двигателя осуществлялось электрическим тормозом постоянного тока мощностью 60 кВт при  $n_{max} = 6000 \text{ мин}^{-1}$  (электрический тормоз MS-2218-4 производства фирмы Tesla).

Электрическая машина постоянного тока нагружающего устройства могла работать в режиме электродвигателя, что позволяло осуществлять запуск двигателя и, при необходимости, его прокрутку. Конструкция муфты, соединяющей поршневой двигатель с электрическим тормозом, позволяла легко отсоединять последний при работе поршневого двигателя на холостом ходу.

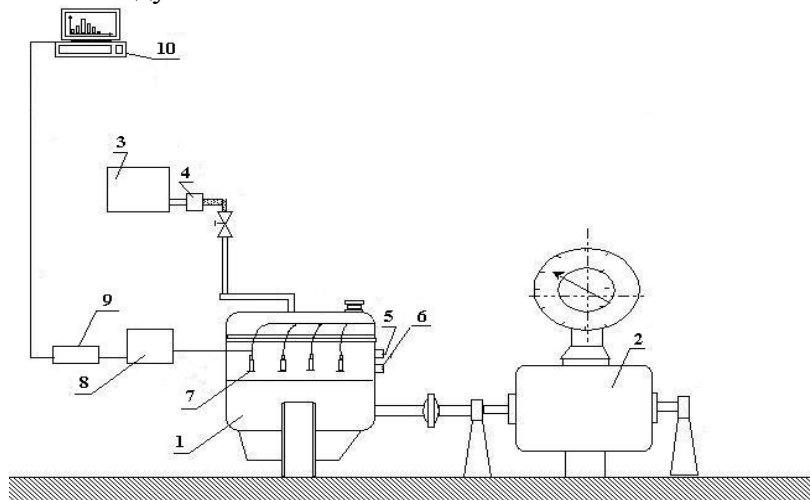


Рисунок 1 – Схема испытательного стенда:

- 1 – Двигатель ВАЗ-11194, 2 – балансирующая машина, 3 – топливный бак, 4 – электромагнитный клапан, 5 – датчик начала отсчета, 6 – Датчик угловых импульсов, 7 – датчик свечи, 8 – блок усиления и преобразования сигнала, 9 – АЦП, 10 – Компьютер



Рисунок 2 – Пьезоэлектрический датчик

Для определения расхода топлива и расхода воздуха использовался ELM адаптер, который подключался к двигателю через диагностический разъем OBDII.

Достоинства использования данного адаптера, это получение в режиме реального времени значения с датчиков: обороты двигателя, нагрузка двигателя, температура охлаждающей жидкости, состояние топливной системы, скорость движения автомобиля, краткосрочный расход топлива, долгосрочный расход топлива, абсолютное давление воздуха, опережение зажигания, температура всасываемого воздуха, массовый расход воздуха, положение дроссельной заслонки, лямбда-зонд, давление топлива.

Для измерения и регистрации процессов в распоряжении находилось оборудование фирмы Kistler: пьезоэлектрический датчик, интегрированный в свечу зажигания, блоки усиления и преобразования сигнала с датчиков, датчик определения угла поворота коленчатого вала.

Для анализа отдельных показателей, характеризующих рабочий процесс двигателя, необходимо иметь индикаторную диаграмму. Для ее получения применяют специальный прибор, называемый индикатором, с помощью которого записывают изменения давления по углу поворота коленчатого вала (координаты  $p - \varphi$ ) или ходу поршня (координаты  $p - V$ ). Применяемые для индицирования двигателя индикаторы можно разделить на две группы: одни индикаторы регистрируют процессы в виде диаграммы только за один цикл (одноцикловые диаграммы), другие – за ряд последовательных циклов (многоцикловые диаграммы). Осреднение многоцикловых диаграмм позволяет анализировать средние значения параметров за множество циклов.

Для индицирования работы двигателя, использовался аналого-цифровой преобразователь, подключенный к компьютеру. На компьютере установлено программное обеспечение «PowerGraph». Данное программное обеспечение предназначено для регистрации, обработки и хранения аналоговых сигналов.

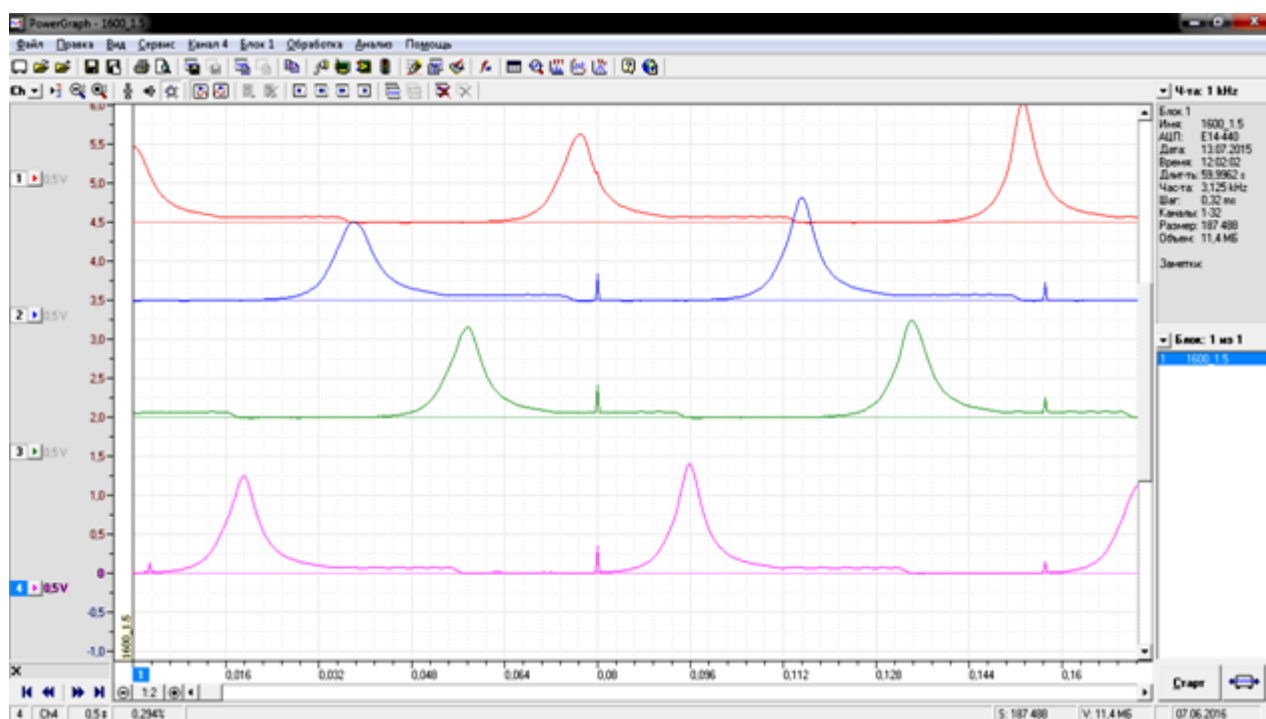


Рисунок 3 – Окно программы с примером записи индикаторной диаграммы,  $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ ,  $N_e=1.5 \text{ кВт}$

Было использовано 4 датчика свечи фирмы Kistler. Исходным положением было выбрано перпендикулярно оси продольного разреза двигателя. Для фиксации угла использовалась маркированная окружность (рис. 4) с нанесенной шкалой. Производилось

несколько экспериментов с различным расположением бокового электрода свечи зажигания: 0, 60, 120, 180, 260.



Рисунок 4 – Шкала, установленная на двигателе ВАЗ-11194

Все свечи были установлены на один угол и с использованием проставочных шайб одинаковой толщины. Момент затяжки контролировался динамометрическим ключом.

Среднее индикаторное давление определялось для 50 последовательных циклов. Среднее индикаторное давление представляет собой условное постоянно в пределах одного цикла давления, соответствующее полезной работе. Оно определялось как площадь диаграммы, которая в определенном масштабе изображает работу цикла. Разделив эту работу на объем, описанный поршнем, определяется среднее индикаторное давление. [3]

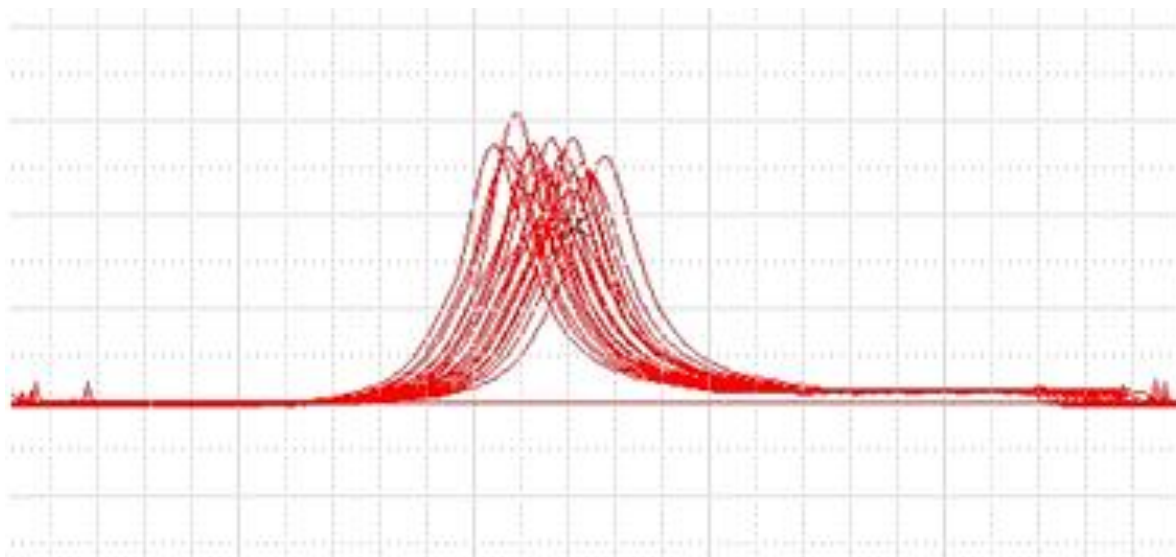


Рисунок 5 – Последовательные циклы

Неидентичность рабочего процесса наглядно продемонстрирована на рисунке 5, где изображены 20 последовательных циклов работы двигателя.

Ориентация свечи зажигания может оказывать влияние на характер протекания рабочего процесса, в частности на его стабильность, вследствие чего, оказывает влияние на двигатель в целом. Для проверки этой гипотезы были сняты и обработаны индикаторные серии диаграмм в последовательных циклах.

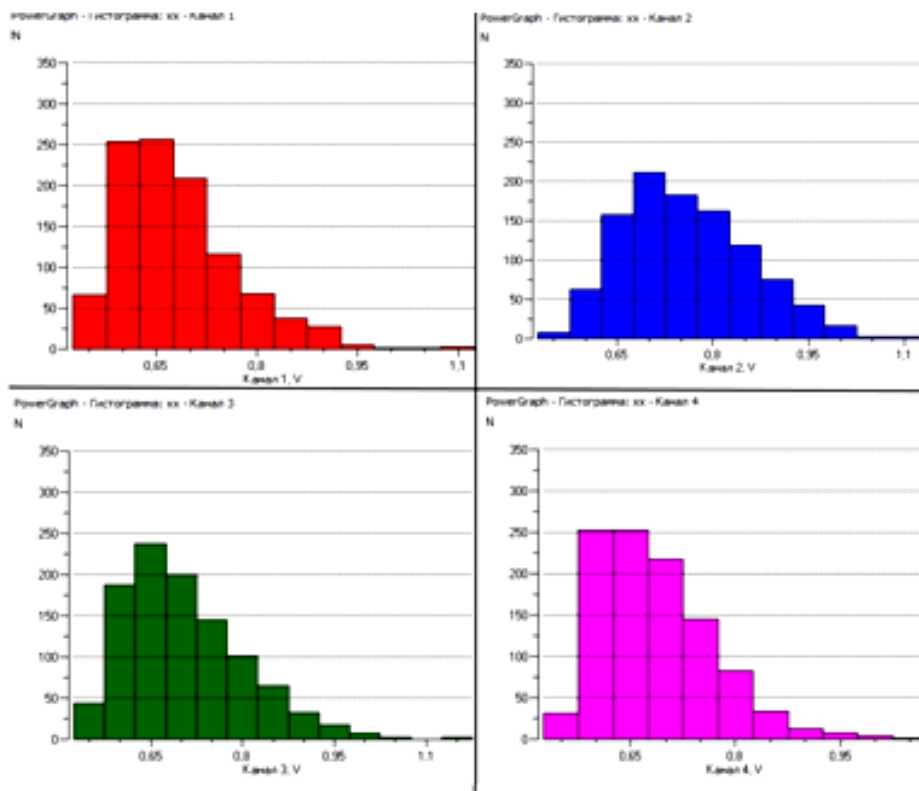


Рисунок 6 – Гистограммы распределения максимального давления в каждом цилиндре, при установке бокового электрода на угол 60,  $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ ,  $N= 1,5 \text{ кВт}$

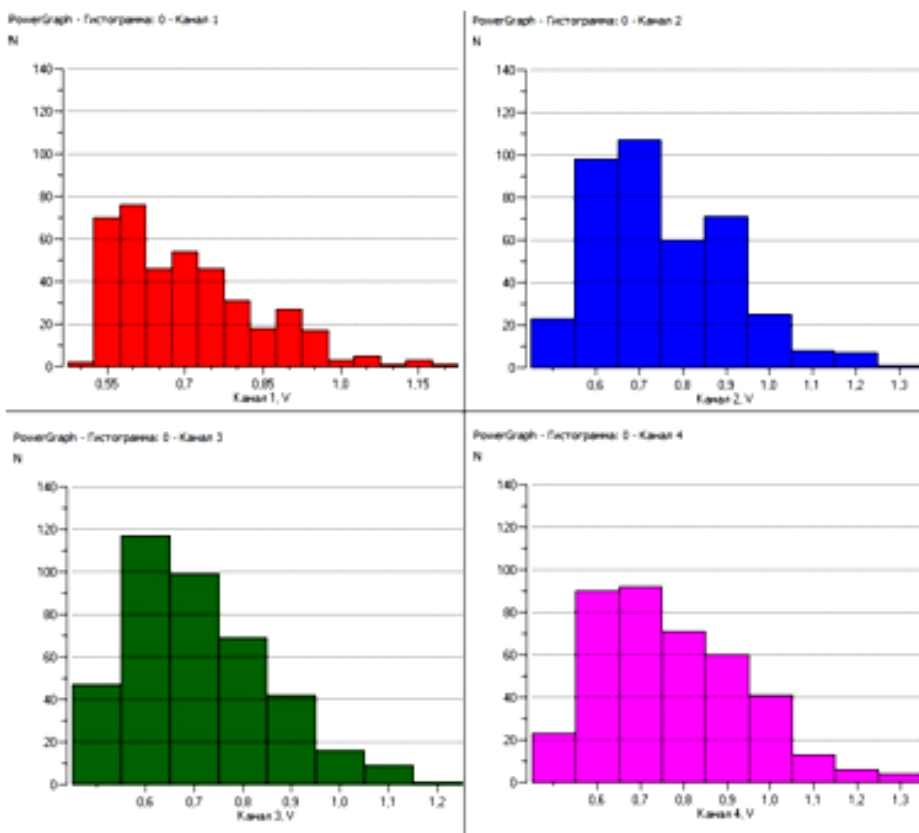


Рисунок 7 – Гистограммы распределения максимального давления в каждом цилиндре, при установке бокового электрода на угол 260,  $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ ,  $N= 1,5 \text{ кВт}$

На рисунке 6 и рисунке 7 приведено распределение максимального давления при установке бокового электрода на углы 60 и 260, проанализировав данные гистограммы, можно сказать, что при угле 60 разброс значений меньше, это говорит об оптимальности данного цикла работы.

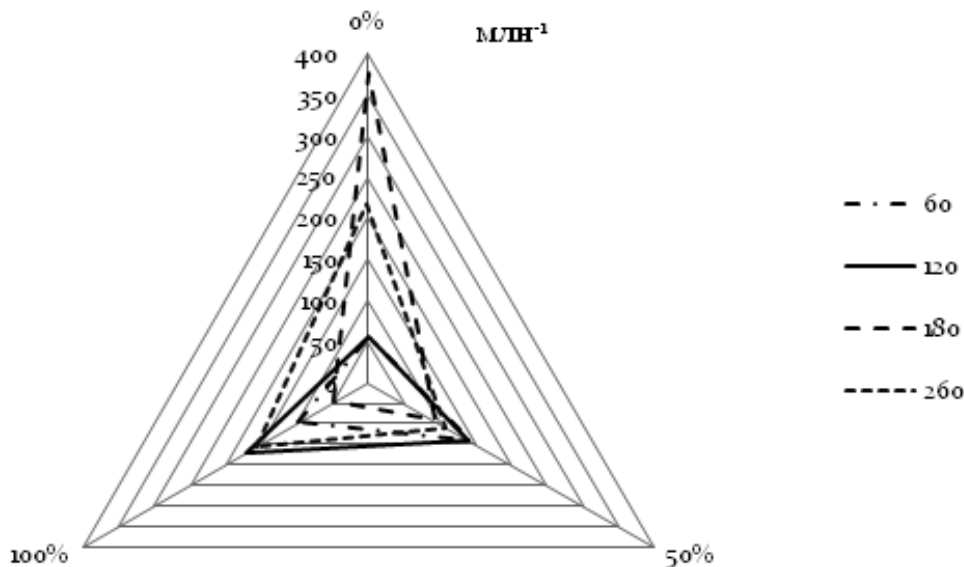


Рисунок 8 – Лепестковая диаграммы выбросов СН, в зависимости от угла установки бокового электрода свечи зажигания

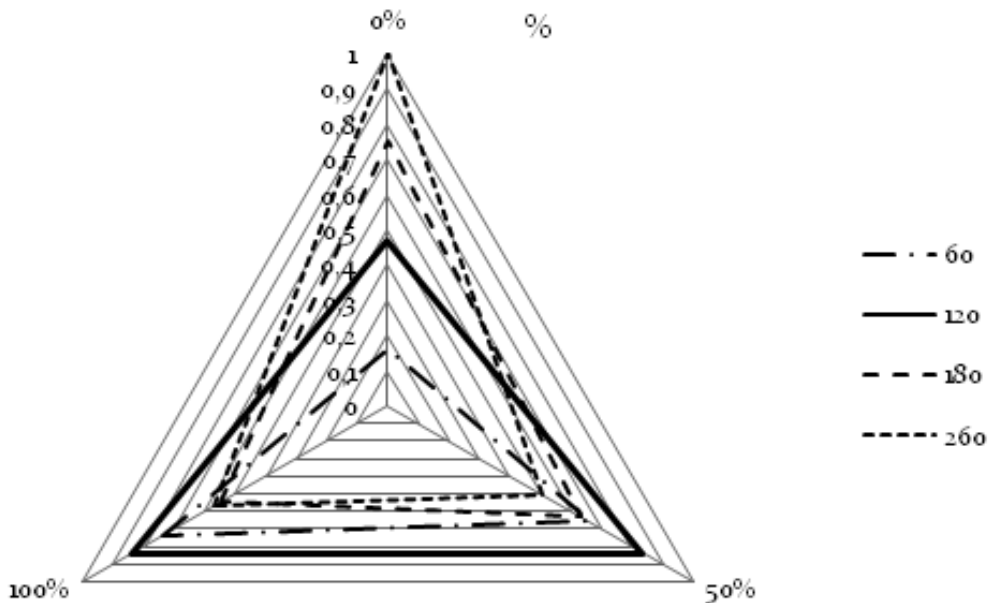


Рисунок 9 – Лепестковая диаграммы выбросов СН, в зависимости от угла установки бокового электрода свечи зажигания

Проанализировав диаграммы, приведенные на рисунке 8 и рисунке 9 видно, что при установке бокового на угол 60, происходит снижение выбросов на 25-30% по сравнению с другими измерениями, на основании чего можно сказать, что данный угол является оптимальным.

График на рисунке 10. построен на основе данных полученных в процессе эксперимента, при установке бокового электрода на разные углы.

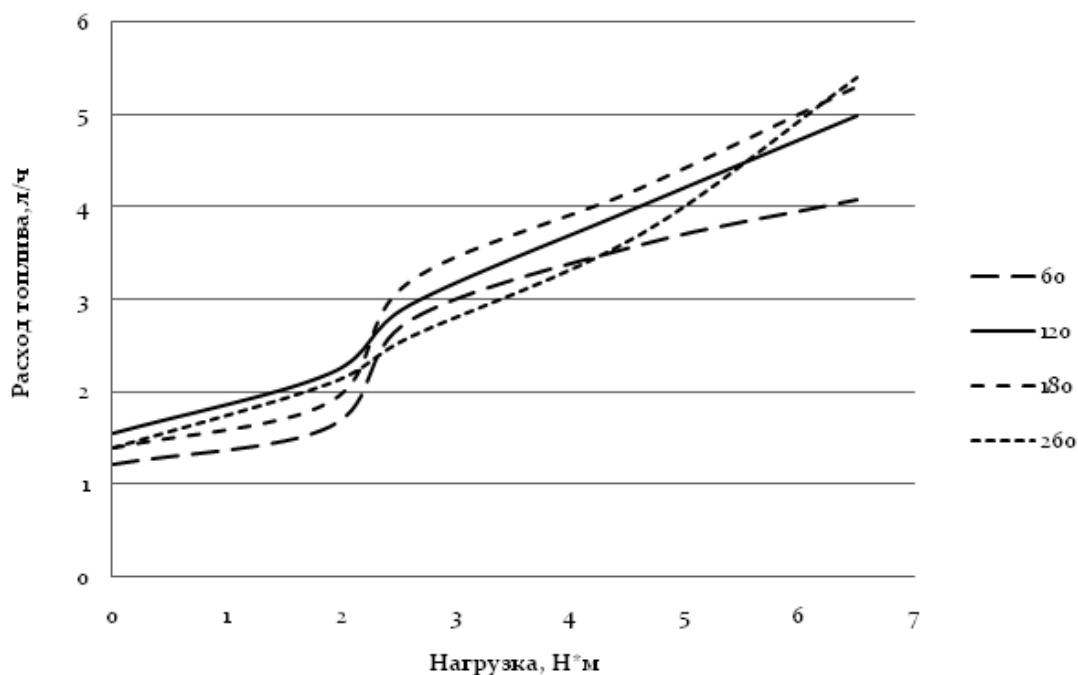


Рисунок 10 – График зависимости часового расхода топлива от нагрузки двигателя

Из графика, приведенного на рисунке 10 видно, что угол равный 60, наиболее оптимальный, так как расход топлива снижается примерно на 25% в сравнении с другими углами установки бокового электрода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шумский, С. Н. Форсирование начальной фазы сгорания в ДВС за счет воздействия на процесс искрового воспламенения топливовоздушных смесей : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / С. Н. Шумский – Волгоград, 1987. –254 с.
2. Федянов, Е.А. Межцикловая неидентичность рабочего процесса в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным зажиганием: монография./ Е.А. Федянов. - Волгоград: 2014. – 114с.
3. Индикаторная диаграмма, динамика тепловыделения и рабочий цикл быстроходного поршневого двигателя / Б. С. Стечкин [и др.]; под ред. Б. С. Стечкина. – Москва : Изд-во АН СССР, 1960. – 199с.
4. Автомобильная энергетика: современные направления и перспективы развития/ В.В. Карницкий [и др.] // Автомобильная промышленность. - 2006. - №6.– С 6-9.
5. Современные направления совершенствования двигателей внутреннего сгорания в условиях технического прогресса и топливно-энергетического кризиса. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/1-116220.html> (дата обращения: 25.03.2016).
6. Бедная смесь. Детонационное горение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.carstructure.ru/?page\\_i-d=39](http://www.carstructure.ru/?page_i-d=39) (дата обращения: 25.03.2016).