**Мотор автомобиля и окружающая среда**

Блудова Г.И., учитель физики, Циба Л.В., учитель химии

Интегрированный урок по физике и химии в 10 классе.

После изучения в 10 классе тем по физике “Принцип действия тепловых двигателей; КПД тепловых двигателей. Охрана окружающей среды” и по химии “Природные источники углеводородов и их переработка” провожу интегрированный урок в форме урока-конференции.

Цель урока – стремление привлечь максимальное число учащихся к живой творческой работе, так как материал интересный, объемный, связан с жизнью и доступен для учащихся.

Задачи урока : повторение и систематизация знаний о принципах действия двигателей внутреннего сгорания (ДВС), видах топлива и физико-химических процессах в природе; развитие способностей учащихся анализировать ситуации, связанные с охраной атмосферы; формирование умения работать с дополнительной литературой. Воспитание бережного и разумного отношения к окружающей среде; умение работать коллективно.

Наглядные пособия : модель ДВС, грамзапись песни “Автомобили” (музыка В. Матецкого, слова М. Шаброва), таблицы, сделанные учениками.

Плакат: “Или люди сделают так, чтобы в воздухе стало меньше дыма, или дым сделает так, что на Земле станет меньше людей”.

Л. Дж. Баттан.

Стенд. “Все мы, ныне живущие, в ответе за природу перед потомками”

Диафильмы и видеозаписи:

“Применение ДВС”, “Влияние свинца выхлопных газов на здоровье человека”, “Фотохимический смог”, “Кислотные дожди”, “Новости из экологической программы”.

Оборудование для демонстрации экспериментов.

“Принцип действия двигателя внутреннего сгорания на водороде”, “Действие кислот на мел, известняк и мрамор”, “Определение pH в снеговой воде”.

**План урока-конференции.**

Двигатели внутреннего сгорания: карбюраторный, дизельный. Их устройство и принцип работы.

Топливо и его виды.

Загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта, их влияние на здоровье человека.

Мероприятия по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта; нейтрализаторы, дизельные двигатели, альтернативные виды топлива, электромобили, управление городским автотранспортом.

**Вступительное слово учителя:**

Сегодня на нашем уроке речь пойдет о моторе автомобиля и о городской экологии. Какие физические задачи встают перед конструкторами автомобильных двигателей, чтобы они не загрязняли городской воздух ? О моторе мечтали давно. Не надо быть специалистом, чтобы понимать: Эх, побольше бы мощности самосвалу, изготовленному на Московском автомобильном заводе. Да не ему одному – сколько километров дорог выиграла бы страна, на сколько ускорилась бы перевозка грузов. Этот дизель давно ждали на Ярославском моторном заводе. Необычно раздвинулись границы творчества молодых инженеров, техников, рабочих. И в эти новые горизонты вошли проблемы, которые казалось бы, выходят за рамки основной профессии. Каков он, мотор, с точки зрения экономики горючего? Каков он, мотор, в условиях окружающей нас природной среды. Не всегда такое мировоззрение актуально, иногда упомянутые соображения “можно сбросить со счетов”. Но не лишено практического интереса следующее рассуждение. Каковы потери горючего, если их подсчитать в масштабах станы ? Сколько двигателей, работая ежедневно, “обогащают” наш воздух вредными примесями ? В пользу этого рассуждения работает арифметика.

Предоставляется слово инженеру-конструктору :

Рассмотрим физические явления в работе автомобильных двигателей, исходя из этих двух требований: экономия горючего; охрана окружающей Среды. Двигатель с искровым воспламенением иногда называют двигателем Отто.

Идея четырехтактного двигателя принадлежит французу Альфонсу Бо де Роша. Сконструировал первый действующий образец немецкий инженер Николаус Отто. Он изобрел его в 1885 году.

Четырехтактный цикл Отто состоит из следующих тактов:

Такт впуска, во время которого поршень в цилиндре опускается и через открытый впускной клапан втягивает внутрь горючую смесь.

Такт сжатия, во время которого при поднятии поршня и сжатии горючей смеси закрыты и впускной и выпускной клапаны.

Так как сжатие очень быстрое, его можно считать почти адиабатным, следовательно, растет и температура, и давление.

Рабочий такт, во время которого горючий газ, возникший в результате горения, вызванного искрой на исходе такта сжатия с большим давлением действует на поршень и толкает его вниз. При этом совершается работа над коленчатым валом.

Такт выхлопа, в ходе которого поршень выталкивает наружу продукты сгорания через открытый выпускной клапан.

Итак, перечислим ключевые этапы цикла Отто:

адиабатное сжатие;

изохорный подвод тепла;

адиабатное расширение;

изохорный отвод тепла.

КПД двигателя определяется как отношение результирующей работы к затраченному количеству теплоты, т.е. количеству теплоты, выделенному при сгорании топлива.

Отношение объема цилиндра в тот момент, когда поршень находится в нижней мертвой точке, к объему при верхнем положении поршня известно как степень сжатия.

Расчет показывает, что КПД двигателя, работающего на основе цикла Отто, с ростом степени сжатия увеличивается.

Однако, повышать степень сжатия все же не так просто. Малая масса, компактность, сравнительно высокий КПД (25-30%) обусловили широкое применение в автомобилях, мотоциклах, моторных лодках, применяются двигатели в бензопилах.

В это время ученик - оператор демонстрирует кадры из диафильма “Применение ДВС”.

Но есть и недостатки: работают на дорогом высококачественном топливе, довольно сложны по конструкции, имеют большую скорость вращения вала двигателя, их выхлопные газы загрязняют атмосферу.

Предоставляется слово второму инженеру-конструктору.

Почти двадцать пять лет спустя после того, как Отто построил первый удачный образец двигателя с искровым воспламенением, его соотечественник Рудольф Дизель получил патент на двигатель, основанный на цикле сжатия–воспламенения. Р. Дизель задался целью построить двигатель , способный сжигать угольную пыль. Хотя в этом он не преуспел, его двигатель значительно менее разборчив по отношению к сорту горючего, чем двигатель Отто. Двигатель Дизеля может сжигать низкосортную нефть, имеющую высокую температуру кипения, и совершать большую работу на единицу израсходованного горючего . Хотя сегодня некоторые легковые автомобили и оснащены двигателями Дизеля, большинству людей они знакомы лишь как шумные и дымные моторы грузовиков, автобусов и железнодорожных локомотивов. Основное функциональное различие двигателей Дизеля и Отто состоит в том, каким образом происходит воспламенение.

В двигателе Отто смесь бензина с воздухом сжимается, а затем воспламеняется искрой.

В двигателе Дизеля адиабатно сжимается чистый воздух, причем степень сжатия здесь примерно в 2 раза больше, чем в двигателе Отто. Температура сжатого воздуха к исходу такта настолько велика, что при впрыскивании топливная смесь загорается самопроизвольно. При одинаковой степени сжатия двигатель Отто имеет больший КПД, чем двигатель Дизеля. Тогда почему же двигатели Дизеля все-таки привлекают внимание ? Дело в том, что в них достигаются большие степени сжатия, а значит и больше рабочий КПД. Самым привлекательным в двигателе Дизеля является пониженный расход горючего.

Несмотря на относительную массивность и медлительность, двигатели Дизеля постепенно вытесняют двигатели Отто, даже в легковых автомобилях. Дизельные двигатели устанавливают на речных и морских теплоходах, на дизель электроходах, на тепловозах, на электростанциях небольшой мощности.

Химик-технолог – подчеркнем, что КПД двигателя, работающего на основе цикла Отто, с ростом степени сжатия увеличивается, однако большие степени сжатия неизбежно сопровождаются высокими температурными, а последние независимо от способа их получения дают нежелательный побочный эффект. При высоких температурах в выхлопных газах повышается концентрация оксида азота.

Смешиваясь с окружающим воздухом NO окисляется до NO2. Это едкий газ, который и придает смогу коричневый оттенок. Загрязнение оксидом азота становится все серьезней в результате попыток снизить количество другого поллютанта (загрязняющего воздух компонента автомобильного выхлопа).

Дело в том, что выхлопные углеводороды окисляются и образуют вредные раздражители. Чтобы уменьшить примесь углеводородов в выхлопе, двигатели приспособили к использованию обедненных смесей топлива. Избыток кислорода при этом гарантировал полное сгорание бензина. Однако тогда лишний кислород оказывается способным к реакции с азотом, составляющим 80% атмосферного воздуха, впускаемого в двигатель. В результате по мере уменьшения углеводородной компоненты выхлопа автомобилей росла концентрация оксидов азота.

Производители автомобилей пытаются найти компромиссное решение: понизить степень сжатия в своих двигателях и ввести вторичное использование некоторого количества выхлопных газов в качестве добавки к поступающей воздушно-топливной смеси. Достигнуты снижение пиковых температур и ослабление потока оксидов азота.

Химик-технолог

Работа двигателей зависит от видов топлива, которые получают из нефти (схема переработки нефти).

\*\*\*\*

Карбюраторные двигатели работают на ее легкой фракции–бензине. Смеси углеводородов состава С5 – С12. Смесь некоторых углеводородов бензина с воздухом воспламеняется от сотрясения. Удар взрывной волны о поршень происходит преждевременно.

Такое взрывное сгорание бензина называют детонацией, оно приводит к перегреву и преждевременному износу двигателя. Детонационную стойкость бензина определяют октановым числом. Чем больше октановое число, тем выше стойкость бензина к детонации. Этим определяются его марки – А-72; А-76; А-96; АИ-93 и т.д.

Демонстрируются виды топлива. Если октановое число бензина равно 96, то это означает, что он допускает такое же сжатие своих паров в цилиндре без детонации, как смесь из 96% изооктана ( CH3–CH(CH3)–CH2–C(CH3)2–CH3) и 4% иптона (H3C–(CH3)4–CH3). Бензин прямой перегонки нефти представляет собой смесь углеводородов в основном нормального строения, поэтому у него невысокое октановое число (50-65). Такой бензин непригоден для непосредственного использования. Его детонационную стойкость повышают при процессах изомеризации, реформинга или добавлением антидетонатора, например, тетраэтилсвинца. Pb(C2H5)4 при горении этилированного бензина образуются частицы свинца и оксида свинца, которые замедляют определенные стадии горения бензина и поэтому препятствуют детонации.

**Эколог - ученик.**

Большой вред окружающей среде наносят вещества, содержащиеся в выхлопных газах (СО, СО2, SO2, NОx, Сх,, Ну и др.). Некоторые специалисты считают , что один автомобиль выделяет 1000-1200 вредных компонентов, большая часть из них – очень таксичны.

Состав отработанных газов бензиновых двигателей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Концентрация, % | Токсичность | Предельно - допустимая концентрация, мг/м3 |
| N2 | 74-77 | нетоксичный | отсутствует |
| H2O | 3,0-5,5 | нетоксичный | отсутствует |
| O2 | 0,2-5,0 | нетоксичный | отсутствует |
| CO2 | 0,5-12,0 | нетоксичный | отсутствует |
| CO | 0,2-5,0 | токсичный | 20 |
| NO | 0-0,8 | токсичный | 5 |
| SO2 | 0,02-0,1 | токсичный | 10 |

Коварным газом является монооксид углерода, или угарный газ (СО). Отравление им происходит через дыхательные пути. В легких угарный газ соединяется с гемоглобином в крови в 200-300 раз быстрее, чем кислород. При сильном отравлении человек может погибнуть от кислородного голодания. Зарегистрированы случаи, когда, попадая в район интенсивного автомобильного движения, люди теряли сознание в следствие локального отравления угарным газом. Он снижает также активность ферментов печени, сердца, мозга, повышает уровень сахара в крови.

Большие количества выбрасываемого углекислого газа ведут к образованию парникового эффекта, т.к. он задерживает тепловое (инфракрасное) излучение Земли. Это может привести к повышению температуры земной поверхности, которая вызовет таяние льдов и поднятие уровня Мирового океана на 50 метров.

Выбросы сернистого газа (SO2) и оксидов азота способствует возникновению заболеваний дыхательных путей. Кроме того, соединение азота неблагоприятно действует на кровь и кровеносные сосуды. Считается, что оксиды азота в 10 раз опаснее, чем оксид углерода. Они являются причиной возникновения в воздухе нитрозоаминов – сильных канцерогенов.

Содержащиеся в выбросах автомобилей углекислый и сернистый газы и оксиды азота, растворяясь в дождевой воде, образуют кислоты:

CO2+ H2O↔ H2CO3,

SO2+ H2O ↔ H2SO3,

2 NO2+H2O↔ HNO3+HN2

Кислотные дожди вызывают коррозию металлов, разрушают строительные материалы, содержащие карбонат кальция, приводят к образованию “каменного рака” архитектурных изделий.

Действие кислот на мел, мрамор и известняк

CaCO + H2SO4 → CaSO + CO2↑ + H2O,

CaCO + 2 HNO3 → Ca(NO3)2 + CO2 +H2O.

При сжигании топлива образуются и твердые выбросы (сажа). Попадая в поверхностные воды она способствует повышению их щелочной реакции. В саже содержится и канцерогенное вещество – бензопирен.

Еще одним компонентом автомобильного выхлопа является свинец. Применение тетраэтилсвинца для получения этилированного бензина приводит к тому, что в атмосферу выбрасывается ежегодно около 200 тыс. т. свинца. Свинец – один из наиболее токсичных элементов по международной классификации. В организме человека задерживается 30-40% попавшего свинца, он вызывает заболевание крови, нарушение функции почек, нервные расстройства, отрицательно влияет на синтез белка и наследственность организма.

Врач. Согласно гипотезе инженера К. Арсеньева причиной акселерации является увеличение в атмосфере углекислого газа. По антропологическим исследованиям скелетов воинов Полтавской битвы он установил, что рост солдат в XVIII в. был на 10 см меньше, чем у современных призывников. Результаты исследования показали, что акселерации больше подвержены дети в городах, чем на селе. У городских детей из-за загрязненности воздуха усиливаются дыхательные процессы, начинается быстрый рост грудной клетки, что приводит к ускорению развития всего организма в целом. Это способствует акселерации.

В то же время повышенное содержание углекислого газа приводит к более быстрому прекращению роста человека за счет образования карбоната кальция. Так, если в 1900 году процесс роста человека заканчивался к 26 годам, то сейчас к 18-19. Поскольку в крупных городах основным поставщиком CO2 является автотранспорт, то видимо, акселерация вызвана ростом автомобильного парка.

Конструктор. Примером строжайшего контроля экологии воздуха является катализатор. В России разрабатываются катализаторы, которые снижают уровень оксида углерода (II) в отработанных газах на 80%, углеводородов на 70 %, оксидов азота – на 50%. В целом токсичность выброса уменьшается в 10 раз.

Лучшим катализатором является платина, но этот дорогой и дефицитный материал не может широко применяться.

Поэтому в нейтрализаторах российского производства используется медь или палладий на оксиде алюминия. Эти нейтрализаторы применяются на автомобилях с бензиновыми и дизельными двигателями.

Сотрудник ЦНИИАТ. Возрастающий интерес к дизельному двигателю связан не только с проблемой удешевления эксплуатации автомобилей, но и в основном с тем, что использование дизельных двигателей уменьшает загрязнение окружающей Среды. В дизельном топливе нет свинцовых присадок, а выброс таких вредных веществ, как оксиды углерода и углеводороды, на 50-90% ниже.

Состав отработанных газов автомобильных двигателей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Компонент | Количество отработанных газов двигателей, % | |
|  | дизельного | карбюраторного |
| Оксид углерода(II), СО | 0,2 | 6 |
| Оксиды азота, NO | 0,35 | 0,46 |
| Углеводороды, СхНу | 0,04 | 0,4 |
| Диоксид серы, SO2 | 0,04 | 0,007 |
| Сажа, С | 0,3 (мг/л) | 0,05 (мг/л) |

У нас в стране использовали газ только для автомобилей с карбюраторными двигателями, а не дизельными.

Решение нашли специалисты нашего Центрального Научно-исследовательского института автомобильного транспорта.

В продуктах сгорания газодизельной смеси токсичных веществ в два-три раза меньше, а это очень существенно для городов.

Химик-технолог.

Хочу добавить, что в последнее время стали использовать в качестве топлива этиловый спирт, который при сгорании образует только углекислый газ и воду:

C2H5OH+ 3O2→2CO2+3H2O

Возможно получение этанола из растений, которые для своего роста используют углекислый газ и воду.

Это не ведет к загрязнению окружающей среды. Машины на спирте, биогазе уже имеются в различных государствах, но больше всего их в Бразилии. Наиболее экологически чистым видом топлива является водород. Водород не ядовит и при сгорании образует только воду, экологически чистое вещество. При сгорании 1 моль водорода выделяется в три раза больше тепла, чем при сгорании такого же количества бензина. При сжигании атомарного водорода выделяется энергия в 8 раз больше, чем при сжигании бензина. Трудности состоят в промышленном разложении воды. Водород – топливо будущего:

2 Н2+О2→2 H2O

“Везде пути открыты водороду,

Горючим стать имеет все права,

Не гибла бы от дыма вся природа,

Зеленая прекрасная трава.”

Скоро ли электромобили появятся на наших дорогах?

Конструктор.

О простоте и надежности электромобиля инженеры наслышаны достаточно давно. Родословную электромобиля можно повести с 1837 года, когда англичанин Роберт Девидсон построил самобегущую коляску, приводимую в движение электродвигателями, получавшими от гальванических элементов. Это был обычный конный экипаж, но двигался он без конной тяги вполне исправно.

В США в конце прошлого столетия их производили до 2000 в год. Но с изобретением бензинового двигателя в 1885 г. немецким инженером Дайлером быстро наступил закат этих колясок. Сейчас, похоже, инженеры решили все поставить на свои места. Свидетельство тому – тот “Жигуленок”, который был построен в Тольятти.

Преимущества электромобиля:

Экологически чист.

Исключается использование нефти. Нефть – основной продукт для получения бензина, принадлежит к невозобновляемым источникам сырья. И сжигать ее, как заметил еще Д.И. Менделеев, все равно, что “топить печь ассигнациями”.

Легкость замены аккумуляторов. Конструкторы могут сегодня предоставить энергоемкие источники питания: натриево-серные, никель-кадмиевые и другие типы аккумуляторов, которые позволяют преодолевать до 700 км, развивая скорость свыше 100 км/ч. Поддоны с аккумуляторными батареями меняются за 10-15 минут.

Представим себе мысленно, что в следующем году все мы пересядем на электромобили. Выполнимо ли это?

Нет! Для их производства надо создать целую отрасль промышленности. Если все автомобили перевести на электротягу, на планете не хватит электричества для зарядки аккумуляторов. Значит, надо построить новые электростанции. Ведь сегодня большую часть энергии (до 80%) вырабатывают ТЭС, сжигающие уголь, мазут и вырабатывающие в атмосферу немало вредных веществ. Так что экологически чистый электромобиль будет отнюдь не таким чистым. Поэтому специалисты сегодня проверяют разные варианты: “Жигули”, “Уазики”, “Рафики” с надписью “электро” на борту есть во многих городах.

Сотрудник ГАИ. Снижению вредных выбросов автомобилей способствуют:

Равномерное движение машин на улицах, ликвидация заторов, сокращение задержек транспорта на перекрестках. Большую роль в этом играет светофор. Благодаря светофору автомобили меньше простаивают на перекрестках, вхолостую расходуя горючее и загрязняя воздух отработанными газами.

Предельная скорость движения в городе установлена не 80, не 50, а 60 км/ч т.к. при этой скорости происходит минимум вредных выбросов. При увеличении или уменьшении скорости движения выброс возрастает более чем в двое.

Важен вывод из городской черты грузовых транзитных потоков.

В некоторых районах России есть микрорайоны, куда въезд автотранспорта предельно ограничен и где люди ходят только пешком. Жаль, но в нашем городе таких микрорайонов нет.

Каждый водитель должен знать, что причины “дымления” автомобилей следующие: неисправность двигателя, неотлаженность систем питания и зажигания.

Если все автомобильные двигатели будут правильно отрегулированы, то выброс вредных веществ в атмосферу уменьшиться в три-пять раз. Нежелание лишний час покопаться в двигателе приводит к тому, что автомобиль неделями, а то и месяцами “развозит” по улицам ядовитый чад.

Плохо накачанные шины не только быстрее изнашиваются, но и увеличивают сопротивление движению, а значит, сжигается больше горючего.

Неумелое поведение водителя за рулем: неправильный выбор скорости движения, резкие разгоны и торможения, превышение установленной скорости, увеличение частоты вращения на холостом ходу – все это приводит к загрязнению атмосферы. Значит, нужна разъяснительная работа среди водителей.

Для контроля за техническим состоянием автомобиля есть диагностические станции “ВАЗ - сервис”, “ГАЗ - сервис” и др. Такие диагностические станции должны иметь транспортные предприятия, но в наше время это многим не по карману.

Учитель. Наша конференция показала, что при развитии автотранспорта нужны знания как по физике, так и по химии. Базируясь на них, можно разработать мероприятия по снижению токсичности автотранспорта на региональном, государственном и международном уровнях. В частности, они нужны для выполнения стандартов Единой комиссии ООН по экологии автотранспорта, которые наша страна обязалась выполнять по Женевскому соглашению 1986г. В заключение хочу сказать, что каждый из нас в ответе за чистоту на нашей планете.

“ О люди Берегите Землю!

Неповторимую среди планет!

Планета у нас одна, это наш дом,

И ее судьба небезразлична для всех людей.”

( С. А. Радкевич)

Благодарю всех за внимание. Урок окончен.

**Список литературы**

Физика и Химия. А.А. Воротников – 1995г.

Физика – 10. А. А. Пинского. Просвещение – 1995г.

Физика – 10. Т. Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. Просвещение – 1990г.

Хрестоматия по физике. Б.И. Спасский. Просвещение – 1990г.

Занимательные опыты по физике. Л.А. Горелов. Просвещение – 1985г.

Физика и творчество в твоей профессии. Т.Е. Гнедина. Просвещение – 1988г.

Химия 10-11. А.И. Артеменко, И.В. Типунова. Просвещение – 1993г.

Химия защищает природу. А.В. Очкин, Г.Н. Фадеев. Просвещение – 1984г.

Приложение к газете “Первое сентября” – 1997г.

Природа и человек. Ю.В. Новиков. Просвещение – 1991г.