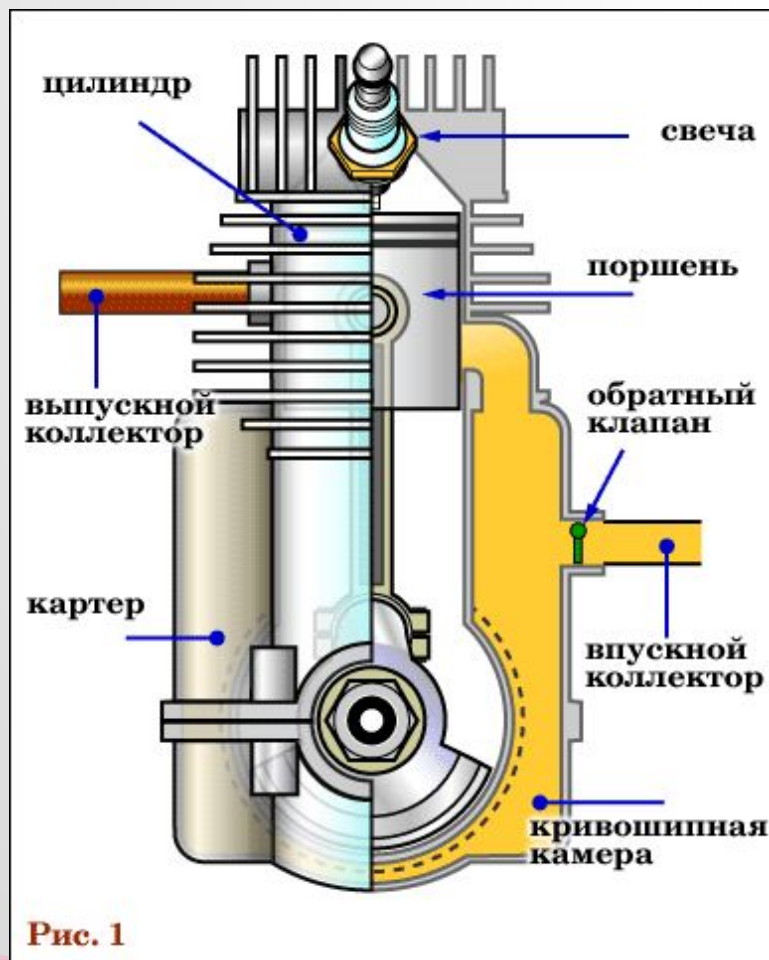


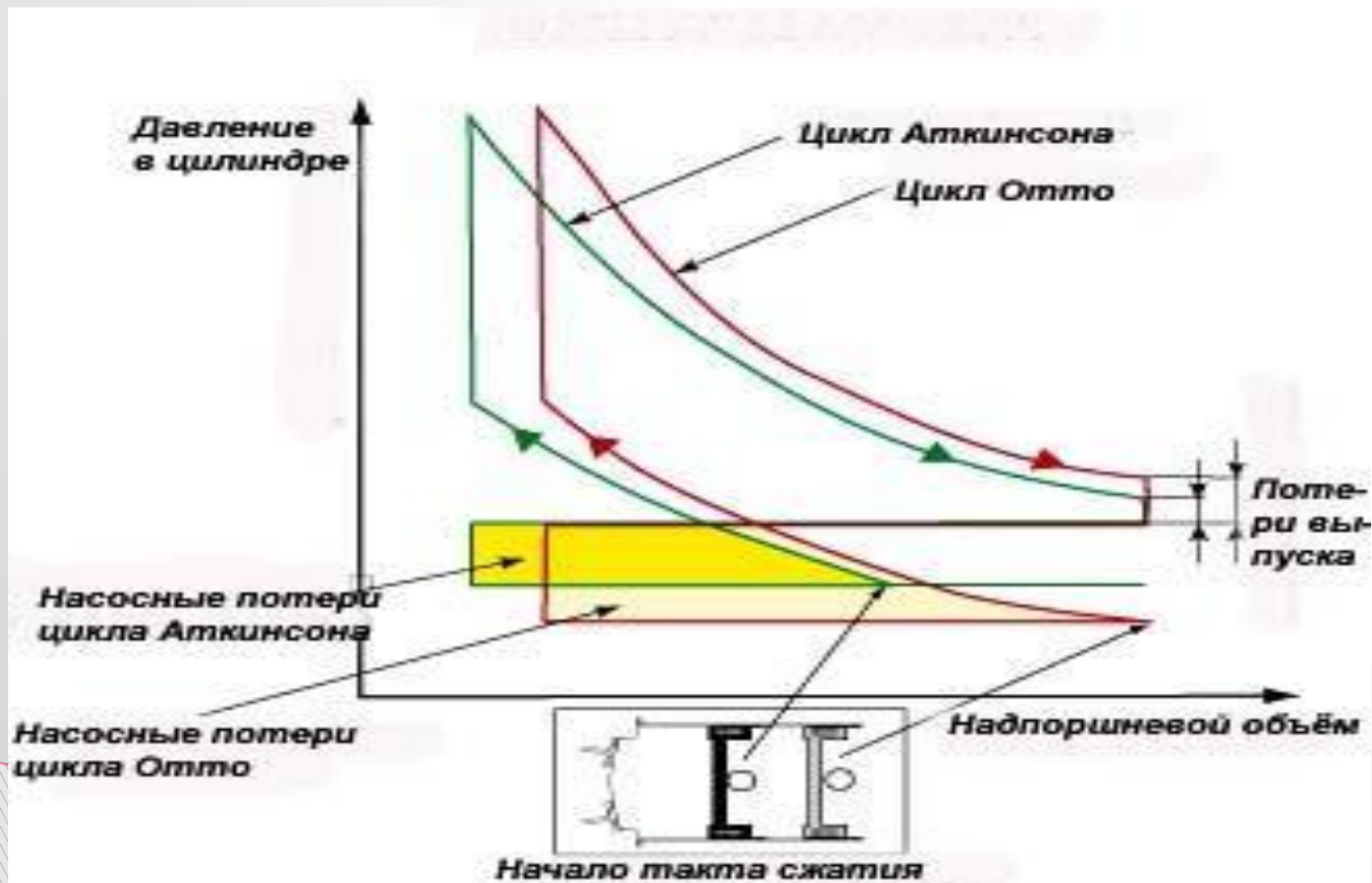
Поршневые ДВС с циклом «Аткинсона-Миллера»

Классический ДВС



Классический четырехтактный мотор был изобретен в далеком 1876 году одним немецким инженером по имени Николаус Отто, цикл работы такого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) прост: впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск.

Индикаторная диаграмма цикла Отто и Аткинсона.



Цикл Аткинсона

Британский инженер Джеймс Аткинсон еще до войны придумал свой цикл, который немного отличается от цикла Отто — его индикаторная диаграмма отмечена зеленым цветом. В чем же отличие? Во-первых, объем камеры сгорания такого мотора (при том же рабочем объеме) меньше, и соответственно, выше степень сжатия. Поэтому самая верхняя точка на индикаторной диаграмме располагается левее, в области меньшего надпоршневого объема. И степень расширения (то же самое, что и степень сжатия, только наоборот) тоже больше — а значит, мы эффективнее, на большем ходе поршня используем энергию отработавших газов и имеем меньшие потери выпуска (это отражено меньшей ступенькой справа).

Дальше все то же самое — идут такты выпуска и впуска.

Цикл Аткинсона

Теперь, если бы все происходило в соответствии с циклом Отто и впускной клапан закрылся бы в НМТ то кривая сжатия прошла бы вверх, и давление в конце такта оказалось бы чрезмерным — ведь степень сжатия здесь больше! После искры последовала бы не вспышка смеси, а детонационный взрыв — и двигатель, не проработав и часа, почил бы взрыв. Но не таков был британский инженер Джеймс Аткинсон! Он решил продлить фазу впуска — поршень доходит до НМТ и идет вверх, а впускной клапан меж тем остается открытым примерно до половины полного хода поршня. Часть свежей горючей смеси при этом выталкивается обратно во впускной коллектор, что повышает там давление — вернее, уменьшает разрежение. Это позволяет на малых и средних нагрузках больше открывать дроссельную заслонку. Вот почему линия впуска на диаграмме цикла Аткинсона проходит выше, и насосные потери двигателя оказываются ниже, чем в цикле Отто.

Цикл «Аткинсона»

Так что такт сжатия, когда закрывается впускной клапан, начинается при меньшем надпоршневом объеме, что и иллюстрирует зеленая линия сжатия, начинающаяся с половины нижней горизонтальной линии впуска. Казалось бы, чего проще: сделать повыше степень сжатия, измени профиль впускных кулачков, и дело в шляпе — двигатель с циклом Аткинсона готов! Но дело в том, что для достижения хороших динамических показателей во всем рабочем диапазоне оборотов двигателя надо компенсировать выталкивание горючей смеси во время продленного впускного цикла, применяя наддув, в данном случае — механический нагнетатель. А его привод отбирает у мотора львиную долю той энергии, что удастся отыграть на насосных и выпускных потерях. Применение цикла Аткинсона на безнаддувном двигателе гибрида Toyota Prius стало возможным благодаря тому, что он работает в облегченном режиме.

Цикл «Миллера»

Цикл Миллера — термодинамический цикл используемый в четырёхтактных ДВС. Цикл Миллера был предложен в 1947 году американским инженером Ральфом Миллером как способ совмещения достоинств двигателя Анткинсона с более простым поршневым механизмом двигателя Отто.

Цикл «Миллера»

Вместо того, чтобы сделать такт сжатия механически более коротким, чем такт рабочего хода (как в классическом двигателе Аткинсона, где поршень движется вверх быстрее, чем вниз), Миллер придумал сократить такт сжатия за счет такта впуска, сохраняя движение поршня вверх и вниз одинаковым по скорости (как в классическом двигателе Отто).

Цикл «Миллера»

Для этого Миллер предложил два разных подхода:

1. закрывать впускной клапан существенно раньше окончания такта впуска (или открывать позже начала этого такта),
2. закрывать его существенно позже окончания этого такта.

Цикл «Миллера»

Первый подход у двигателей носит условное название «укороченного впуска», а второй — «укороченного сжатия». Оба этих подхода дают одно и то же: снижение фактической степени сжатия рабочей смеси относительно геометрической, при сохранении неизменной степени расширения (то есть такт рабочего хода остается таким же, как в двигателе Отто, а такт сжатия как бы сокращается — как у Аткинсона, только сокращается не по времени, а по степени сжатия смеси)

Второй подход «Миллера»

Такой подход несколько более выгоден с точки зрения потерь на сжатие, и поэтому именно он практически реализован в серийных автомобильных моторах Mazda «Miller Cycle». В таком моторе впускной клапан не закрывается с окончанием такта впуска, а остается открытым в течение первой части такта сжатия. Хотя на такте впуска топливно-воздушной смесью был заполнен весь объем цилиндра, **часть смеси вытесняется обратно во впускной коллектор** через открытый впускной клапан, когда поршень движется вверх на такте сжатия.

Второй подход «Миллера»

Сжатие смеси фактически начинается позже, когда впускной клапан наконец закрывается, и смесь оказывается запертой в цилиндре. Таким образом смесь в двигателе Миллера сжимается меньше, чем должна была бы сжиматься в двигателе Отто такой же механической геометрии. Это позволяет увеличить геометрическую степень сжатия (и, соответственно, степень расширения!) выше пределов, обуславливаемых детонационными свойствами топлива — приведя фактическое сжатие к допустимым значениям за счет вышеописанного «укорочения цикла сжатия».

Второй подход «Миллера»

Иначе при той же **фактической** степени сжатия (ограниченной топливом) мотор Миллера имеет значительно большую степень расширения, чем мотор Отто. Это дает возможность более полно использовать энергию расширяющихся в цилиндре газов, что, собственно, и повышает тепловую эффективность мотора, обеспечивает высокую экономичность двигателя и так далее.

Обобщение.

При работе по этим циклам благодаря тому, что степень расширения оказывается выше, чем степень сжатия, еще и снижается термонагруженность двигателя. Поэтому циклы Миллера и Аткинсона называют циклами с высокой степенью расширения или циклами с внутренним охлаждением.

Заключение

Если внимательно присмотреться к циклу – как Аткинсона, так и Миллера, можно заметить, что в обоих присутствует дополнительный пятый такт. Он имеет свои собственные характеристики и не является, по сути, ни тактом впуска, ни тактом сжатия, а промежуточным самостоятельным тактом между ними. Поэтому двигатели, работающие по принципу Аткинсона или Миллера называют пятитактными.