

УДК 621.436

Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин, Н.И. Григорьев
ФГБОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЯ ПОТОКА В ВЫПУСКНОМ КАНАЛЕ ПОРШНЕВОГО ДВС

Существует значительный резерв роста энергетических и экономических показателей двигателей за счет улучшения газодинамических характеристик газоздушных трактов, в частности за счет модернизации выпускных каналов ДВС [1–2]. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию динамики процесса выпуска применительно к двигателю размерности 8,2/7,1.

С этой целью была разработана и изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой

натурную модель одноцилиндрового двигателя без поршневой части. Подробное описание особенности функционирования установки, конфигурации выпускного тракта, а также датчиков и методов измерения представлено в [3].

Исследования проводились в выпускном канале в разных контрольных сечениях при различных частотах вращения n коленчатого вала (от 600 до 3000 мин⁻¹) при разных постоянных избыточных давлениях на выпуске без использования глушителя шума. Температура

воздуха в подающей магистрали составляла 22–24 °С. Среднее избыточное давление p_b в камере перед выпускным клапаном регулировалось в диапазоне 0,5–2,0 бар.

Совмещенные зависимости (для контрольного сечения на расстоянии 140 мм от входа в канал) скорости w_x и давления p_x от угла поворота φ при разных частотах вращения n представлены на рис. 1.

Было установлено, что пульсации скорости потока воздуха наиболее выражены при низких частотах вращения коленчатого вала при всех значениях избыточного давления. Следует отметить, что обратный эффект наблюдался в процессе впуска в поршневом ДВС [4], где динамика процесса, напротив, усложнялась по мере увеличения частоты вращения коленчатого вала.

Примечательно, что и после закрытия выпускного клапана наблюдаются значительные колебания как скорости потока воздуха, так и давления. На этом основании следует полагать, что движение потока воздуха в выпускном тракте не прекращается, и это явление особенно характерно для высоких частот вращения коленчатого вала. Аналогичные эффекты наблюдались и для процесса впуска [4], где скорость потока воздуха после закрытия впускного клапана также не становилась равной нулю.

Наличие пульсации давления после закрытия выпускного клапана, по-видимому, объясняется тем, что после его закрытия в выпускном тракте вблизи клапанного узла возникает область разрежения, которая заставляет поток вернуться обратно с последующим отражением от закрытого клапана и т. д. Этот процесс движения аксиальной волны будет происходить до тех пор, пока

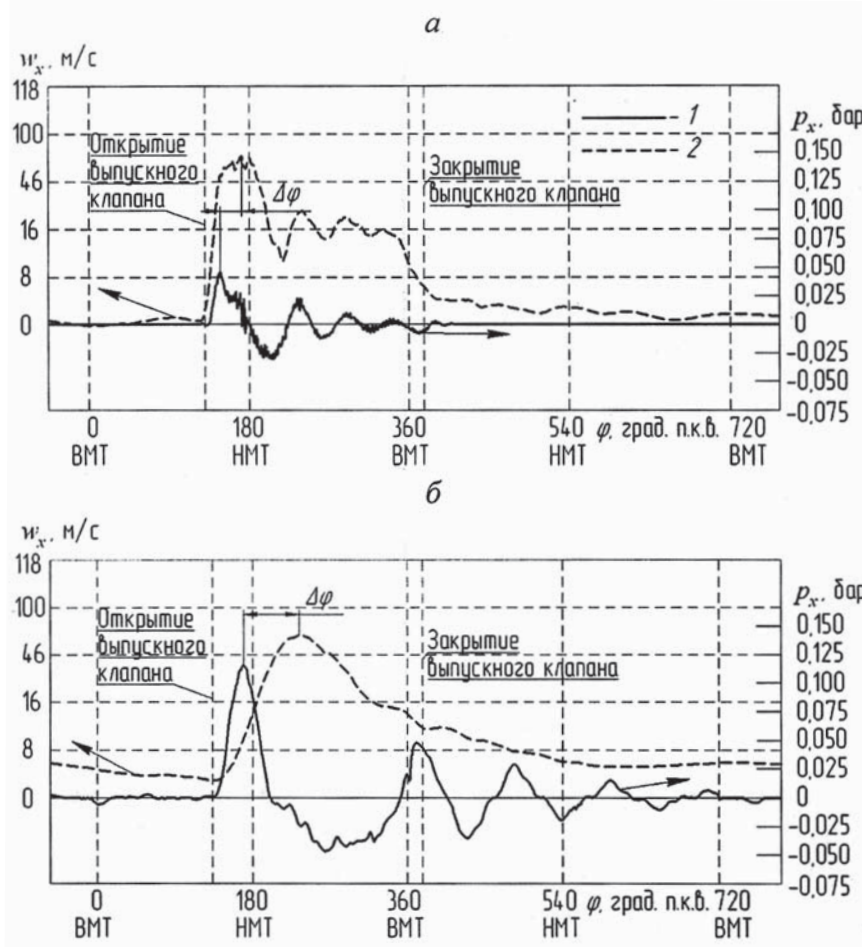


Рис. 1. Зависимости давления p_x (1) и скорости потока воздуха w_x (2) от угла поворота коленчатого вала φ в выпускном канале при избыточном давлении $p_b = 2,0$ бар при разных частотах вращения коленчатого вала: $a - n = 600$ мин⁻¹; $б - 3000$ мин⁻¹

не будет израсходована энергия потока. Диссипативный процесс при малых оборотах коленчатого вала, когда промежутки времени между тактами достаточно велики, успевает развиваться в полной мере, и поэтому выпуск происходит практически в условиях прямого движения. При высоких оборотах диссипация не успевает завершиться, и вплоть до следующего такта выпуска сохраняется упомянутый колебательный процесс [5].

Обращает на себя внимание запаздывание прохождения максимума w_x по отношению к пику p_x на величину $\Delta\varphi$ (см. рис. 1), что характерно для всех режимов и контрольных сечений. При этом в нашем случае запаздывание находилось в диапазоне от 1,7 до 5 мс с тенденцией роста по мере увеличения n .

Нормированные амплитудно-частотные спектры пульсаций давления потока S_{p_x} в выпускном канале (рис. 2) указывают на линейный характер пульсаций: при всех значениях числа оборотов коленчатого

вала значимые частоты спектра являются примерно кратными возмущающей частоте – частоте открытия выпускного клапана

Проведенные «холодные» продувки показали необходимость дальнейшего исследования процесса выпуска именно в динамике, учитывая его колебательный характер. Следует предположить, что ослабление обратных токов в выпускном канале может привести к лучшей очистке цилиндра от отработавших

газов. Необходимо также уточнить другие факторы, которые существенно влияют на эффективность процесса выпуска, и на основании полной картины явления разработать способы совершенствования данного процесса желательно с минимальными конструктивными изменениями выпускной системы. При этом в качестве отдельного вопроса возникает задача согласования характеристик впускного и выпускного трактов в динамике.

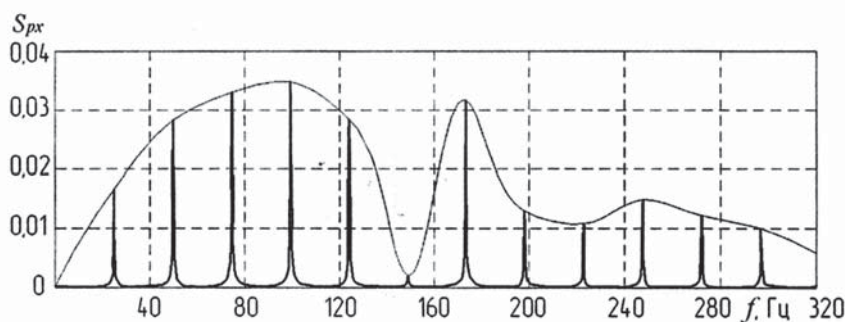


Рис. 2. Собственные спектры пульсаций давления потока p_x в выпускном канале ($L_2 = 140$ мм) при $p_b = 2,0$ бар и для $n = 3000$ мин⁻¹

Библиографический список

1. Драганов Б.Х., Круглов М.Г., Обухова В.С. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1987. 175 с.
2. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малолитражных грузовиков / А.Д. Блинов, П.А. Голубев, Ю.Е. Драган [и др.]; под ред. В.С. Папонова и А.М. Минеева. М.: НИЦ «Инженер», 2000. 332 с.
3. Об изменении газодинамики процесса выпуска в поршневых ДВС при установке глушителя / Л. В. Плотников, Б. П. Жилкин, А. В. Крестовских, Д. Л. Падаляк // Вестн. акад. воен. наук. 2011. № 2. С. 267–270.
4. Экспериментальное исследование газодинамических процессов в системе впуска поршневого ДВС / Б.П. Жилкин, Л.В. Плотников, С.А. Корж, И.Д. Ларионов // Двигателестроение. 2009. № 1. С. 24–27.
5. Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. Двигатели внутреннего сгорания: учебник. В 3 т. Т.1: Теория рабочих процессов. М.: Высш. шк., 1995. 368 с.

УДК 629.113.012.82/83

С.Н. Подболотов, В.Е. Ролле, А.Г. Семенов

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,
г. Санкт-Петербург

РАСЧЕТНАЯ МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЕМОГО АМОРТИЗАТОРА

Ужесточение требований к комфортности и надежности подвески автотранспортных средств побуждает к теоретическим и экспериментальным исследованиям в этом направлении. Современный виток развития ходовых частей характеризуется широким внедрением пнев-

матических и гидропневматических подвесок, а также более современных управляемых амортизаторов. Принцип управления амортизатора заключается в изменении сечения дроссельных отверстий в зависимости от условий движения. Возможность управления, в том числе

в автоматическом режиме, позволяет существенно увеличить диапазон работы амортизатора. Такая система серийно выпускается, например, на автомобилях *BMW X5*, *Volkswagen Golf*. В частности, существует система *CDC (Continuous Damping Control)* – система непрерывного