

РЕГРЕССОР ДЛЯ ОСРЕДНЁННЫХ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ ВО ВПУСКНЫХ КАНАЛАХ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Стефановский Алексей Борисович

канд. техн. наук, доцент, Мелитопольский государственный университет имени А. С. Макаренко, РФ, г. Мелитополь

A REGRESSOR FOR THE AVERAGE PRESSURE DROP IN AUTOMOTIVE DIESEL ENGINE INTAKE DUCTS

Alexei Stefanovsky

*Candidate of Science, Associate Professor, Melitopol State University, Russia,
Melitopol*

Аннотация. В виде регрессии приведённых осреднённых потерь давления во впускных каналах дизелей (далее сокращённо – потерь) на отношение площади сечения этих каналов к 0,001 номинальной частоты вращения коленчатого вала обобщены опубликованные рядом авторов сведения об осреднённых потерях давления среды в этих каналах, имевших различную форму. Данная регрессия описана двумя степенными функциями, соответствующими подгруппам дизелей с нормальными и повышенными потерями, и выявлен верхний предел потерь, близкий к $0,017 \text{ м}^2/\text{с}^2$.

Abstract. Evidence on the average pressure drop for medium in the diesel engine intake ducts of different shape, which was published by several authors, is generalized in form of the regression of the reduced average pressure drop against ratio of the duct cross-section area and one thousandth of the rated crankshaft rotation speed. The regression is presented in form of two power functions corresponding sub-groups of diesel engines which indicate normal and elevated levels of the pressure drop. It is found that the upper limit of the reduced average pressure drop is near $0.017 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Ключевые слова: дизель; впускной канал; потеря давления; площадь поперечного сечения; регрессия.

Keywords: diesel engine; intake duct; pressure drop; cross-section area; regression.

В величине осреднённых потерь давления (ОПД) заряда при впуске Δp_{α} , значение которых принимается перед началом расчёта параметров рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания, значительную часть составляют ОПД $\Delta p_{\text{впк}}$ среды, движущейся во впускных каналах (ВК) и периодически поступающей в цилиндры мимо подвижных впускных клапанов. Указанные потери влияют на уровень коэффициента наполнения цилиндров двигателя.

На основе сведений [1, с. 8-24; 2, с. 87-97; 3, с. 44-50], относящихся к ВК различных автотракторных дизелей, вычислены значения $\Delta p_{\text{впк}}$, которые изменяются от 5 до 17 кПа (см. таблицу 1). Также в работах [4, с. 92-100; 5, с. 33-34; 6, с. 86] приведена информация о ПД при впуске воздуха в цилиндры тракторных дизелей Д-20, СМД-60 (без наддува, с тремя вариантами впускных клапанов), Д-130 и турбопоршневого дизеля, аналогичного дизелю 12ЧН 18/20.

Совокупность всех этих данных представлена в виде графика (рис. 1) частных зависимостей между переменными: зависимой (отношением ОПД среды в ВК дизеля к плотности этой среды $\Delta p_{\text{впк}}/\rho_k$) и независимой X (отношением осреднённой площади сечения ВК $F_{\text{впк}}$ к $0,001$ номинальной частоты вращения n_n коленчатого вала дизеля).

Введением плотности среды ρ_k (при отсутствии наддува она равна $1,0 \dots 1,2 \text{ кг/м}^3$, при наличии $1,5 \dots 1,7 \text{ кг/м}^3$) в знаменатель зависимой переменной было учтено влияние на неё фактора наддува. Структура независимой переменной – регрессора объясняется тем, что при увеличении площади сечения ВК $F_{\text{впк}}$ и снижении n_n (или при увеличении их отношения) можно ожидать, что ОПД $\Delta p_{\text{впк}}$ уменьшатся.

В изображённой на рис. 1 совокупности точек выявлены подгруппы, для которых методом наименьших квадратов были подобраны числовые параметры степенных функций, описывающих частные регрессионные зависимости (РЗ). Сплошная пологая линия без позиции соответствует первоначальному варианту РЗ в виде $13,5X^{-0,35}$. Линия 1 соответствует РЗ $12X^{-0,33}$, около которой группируется основная часть точек для дизелей с нормальным сопротивлением ВК (для Д-20 – условная оценка его минимальной величины).

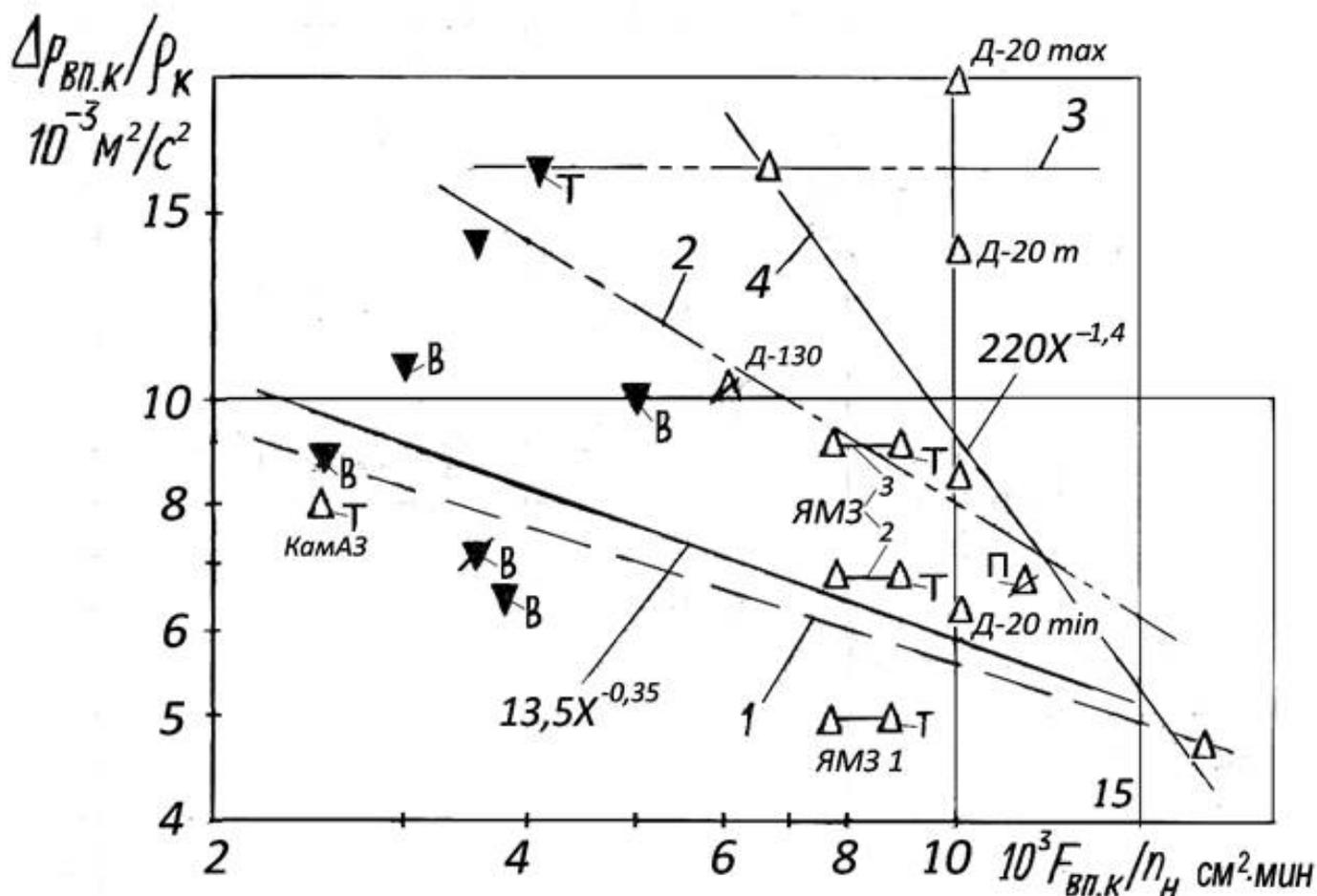
Таблица 1

Значения осреднённых потерь давления среды во впускных каналах различных дизелей

Значения $\Delta p_{\text{впк}}$, кПа	Условия опыта или моделирования
5; 6,6	Продувка ВК 1-цилиндрового дизеля ЯМЗ (диаметр камеры сгорания 80 и 90 мм)
6,5...17	Продувка ВК семи дизелей иностранного производства (диаметр цилиндра 114 мм, относительный диаметр камеры сгорания 0,38...0,66) [1, с. 20-24].
5...6	Продувка тангенциального ВК дизеля ЯМЗ-740 (номинальный режим, повышенный) [2, с. 96].
около 9	Тангенциальный ВК дизеля ЯМЗ-238 (номинальный режим, оптимальная интенсивность продувки цилиндра) [2, с. 89]; моделирование впуска для дизеля КамАЗ-740 [3, с. 4].

Линия 2 соответствует РЗ $32X^{-0,60}$, около которой находятся точки для дизелей с повышенным сопротивлением ВК (для ЯМЗ точка №3 соответствует плоскому поршню [1, с. 17]; точка П – результат из работы [6, с. 86]). Средняя относительная погрешность вычисления зависимой переменной с помощью последних двух формул близка к 13% и 10%, соответственно. Верхний предел зависимой переменной в среднем близок к $0,017 \text{ м}^2/\text{с}^2$ (линия 3). Конструкция (форма) ВК не оказывает существенного влияния на отнесение точек к подгруппам.

РЗ для линии 4 соответствует влиянию площади проходного сечения впускного клапана (в головке цилиндра дизеля СМД-60 с отключённым турбо-компрессором) на зависимую переменную при $n_n = 2100 \text{ 1/мин}$. Это влияние резче, чем отражённое предыдущими РЗ, характеризующими не один, а несколько дизелей при различных значениях n_n . Точки Д, около которых проведена линия 4, также относятся и к трём подгруппам, для которых получены РЗ линий 1 и 2 и найден усреднённый верхний предел зависимой переменной.



Обозначения: впускной канал В - винтовой, Т - тангенциальный; дизель ▼ иностранный, Δ отечественный, ▼ Δ с наддувом.

Рисунок 1. Частные зависимости для регрессии приведённых осреднённых потерь давления во впускных каналах дизелей на отношение средней площади их поперечного сечения к $0,001\pi$:

1 - для большинства дизелей; 2 - для дизелей с повышенным газодинамическим сопротивлением ВК; 3 - верхний предел; 4 - для дизеля СМД-60 (без наддува, с тремя вариантами впускных клапанов).

Исследованный интервал изменения регрессора - примерно от 2,5 до 17 см²мин. Согласно линии 4, на ОПД в ВК существенно влияет площадь проходного сечения (ППС) впускного клапана, которая для исследованного дизеля СМД-60 принимала значения 0,105; 0,16 и 0,24...0,27 площади поперечного сечения цилиндра [4, с. 92-95]. (При этом среднее давление насосных потерь и коэффициент наполнения сильнее изменялись, когда относительная ППС впускного клапана изменялась от 0,105 до 0,16, чем при дальнейшем увеличении до 0,27.)

Полученные частные РЗ могут использоваться при учебном проектировании систем впуска дизелей и приближённом расчёте давления заряда в цилиндре дизеля при впуске. Числовые параметры этих зависимостей могут в дальнейшем быть уточнены, если будет расширен массив сведений об ОПД в ВК дизелей.

Список литературы:

1. Хачиян А. С., Гальговский В. Р., Никитин С. Е. Доводка рабочего процесса автомобильных дизелей. М.: Машиностроение, 1976. 104 с.
2. Влияние процессов топливоподачи и впуска на экономические показатели и дымность выпускных газов транспортного дизеля с непосредственным впрыском топлива / В. Р. Гальговский, И. Ф. Каракулина, И. К. Скрипкин, Я. Б. Письман // Теплонапряженность поршневых двигателей : Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Ярославский политехнич. ин-т. Ярославль, 1978. С. 87-97.
3. Хачиян А. С., Синявский В. В. Расчет и анализ действительного цикла дизеля : Методические указания по курсу «Теория рабочих процессов ДВС» / Моск. автомобильно-дор. ин-т (Гос. технич. ун-т). М., 2004. 52 с.
4. Дьяченко В. Г. Газообмен в двигателях внутреннего сгорания: Учеб. пособие / Харьковский политехнич. ин-т имени В. И. Ленина. К.: УМК ВО, 1989. 103 с.
5. Шуваев С. М. О целесообразности применения четырёхклапанных головок цилиндров в дизелях с наддувом // Проблемы создания и использования двигателей с высоким наддувом (тез. докл.)/ Всесоюз. научно-техн. конф., июнь 1979. Харьков, 1979. С. 33-34.
6. Портнов Д.А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия. Теория, рабочий процесс и характеристики. М.: Машгиз, 1963. 640 с.