

Корогодский Владимир Анатольевич, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, korohodskiy@ukr.net, Воропаев Евгений Петрович, начальник отдела перспективных разработок и расчетов УВТ ОКБ ОАО «Мотор Сич».

РЕЗУЛЬТАТЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГАЗООБМЕНА В ДВУХТАКТНОМ ДВИГАТЕЛЕ С ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ И ВНЕШНЕМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИИ

Моделирование рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является общепризнанным способом при разработке и доводке конструктивных особенностей двигателя. Применение надежных методов расчета позволяет существенно сократить трудоемкий и дорогостоящий эксперимент, заменить его исследованиями на физических и математических моделях с использованием методов компьютерной оптимизации, что в настоящее время является актуальным и оправданным.

Применение 3D – мерных газодинамических моделей при проектировании ДВС позволяет получить местные значения параметров, векторов скорости и концентрацию газовых составляющих рабочего тела, а также оценить их тенденцию изменения в полостях двигателя по времени. При этом данные расчета позволяют близко к реальным условиям оценить местный характер протекания процессов газообмена, смесеобразования и сгорания в ДВС, что является продуктивным инструментом для оптимизации конструктивных особенностей и определения рациональных регулировочных параметров двигателя.

Перспективно и актуально применение 3D – мерных газодинамических моделей при доводке процессов газообмена в бензиновых двухтактных двигателях с искровым зажиганием и кривошипно-камерной продувкой.

Использование программы, основанной на методе крупных частиц (МКЧ) для решения задач трехмерной газовой динамики в двухтактном двигателе, позволяет моделировать многофазные газодинамические течения, при этом в программе также учитывается теплообмен между рабочим телом и стенками рабочих полостей ДВС.

Согласование соответствующих газодинамических течений рабочего тела в полостях двухтактного двигателя от впускного до выпускного тракта способствует повышению очистки цилиндра от отработавших газов и наполнению его свежим зарядом, что влияет на технико-экономические показатели двигателя.

Результаты расчета при 3-D моделировании процессов газообмена представлены визуализацией полей скорости рабочего тела в цилиндре и выпускной системе (рис. 1), в продувочных каналах и цилиндре (рис. 2).

Полученные результаты расчета при 3-D моделировании на основе МКЧ и экспериментальные данные на режимах внешней скоростной характеристики двухтактного двигателя ДН-4 с карбюраторной системой питания сравниваются по значениям показателей газообмена.

Расчетные значения коэффициента избытка продувочного воздуха φ_0 находятся в диапазоне от 0,7 до 0,482, максимальное отличие от экспериментальных данных до 7,8 % наблюдается при минимальной частоте вращения коленчатого вала ($n = 1931 \text{ мин}^{-1}$), с повышением частоты вращения до максимальных значений ($n = 4993 \text{ мин}^{-1}$) отличие сокращается до 2,4 %.

При повышении частоты вращения коленчатого вала результаты расчета коэффициента наполнения η_v изменяются от 0,56 до 0,425 и в среднем отличаются от экспериментальных данных на 1,8 %.

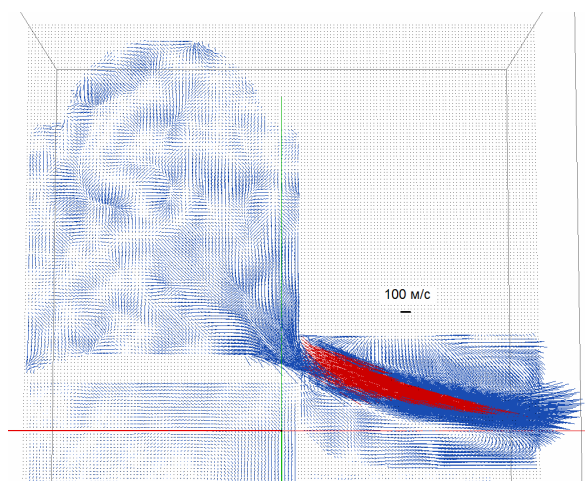


Рисунок 1 – Поле скоростей рабочего тела в цилиндре и выпускной системе при газообмене

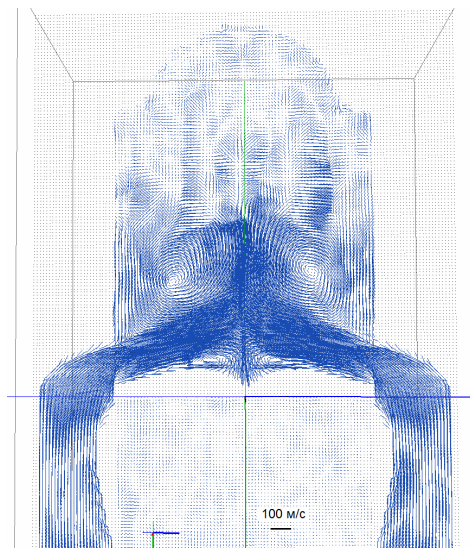


Рисунок 2 – Поле скоростей рабочего тела в продувочных каналах и цилиндре при газообмене

Значения коэффициента утечки продувочного воздуха ν , определенные при расчете, снижаются от 0,283 до 0,22, причем при минимальной частоте вращения коленчатого вала уровень экспериментальных значений ν ниже на 7%, а при максимальной частоте вращения – на 13,6 % выше.

Результаты расчета коэффициента остаточных газов γ при 3-D моделировании процессов газообмена с повышением частоты вращения коленчатого вала изменяются от 0,178 до 0,297, максимальное расхождение значений на 4,38 % с экспериментальными данными наблюдается при максимальной частоте вращения.

Расчетное значение $\gamma = 0,163$ на режиме максимальной нагрузки при $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$ в результате 3-D моделирования на основе МКЧ отличается от данных эксперимента ($\gamma = 0,166$) на 1,81 %.

Снижение значений показателей газообмена: φ_0 , η_v и ν с повышением частоты вращения коленчатого вала согласуется с повышением уровня остатков продуктов сгорания в цилиндре двигателя и повышением значений коэффициента остаточных газов γ , что объясняется сокращением времени на протекание процессов газообмена.