

Колесников М.А., Сабируллов К.С., Набиуллина И.М., студенты кафедры «Теплотехники и энергетического машиностроения», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ  
УДК 004.942, ORCID: 0009-0002-8184-942X, 0009-0003-8951-7574, 0009-0006-9302-1661

## ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПОТОКОВ В КАНАЛАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация:** Актуальность исследования создания цифровых двойников (ЦД) обусловлена необходимостью повышения эффективности и надежности дизельных двигателей, особенно в условиях сложных эксплуатационных факторов. В связи с этим, цель работы заключается в разработке наукоемких цифровых моделей базовых узлов и агрегатов авто-транспортных систем для создания прототипов новых технических решений и их виртуальных испытаний. Ведущим методом в исследовании является декомпозиция дизельных двигателей на системы и узлы, что позволило провести детальный анализ их работы с использованием численных моделей и программного обеспечения ANSYS Fluent и ANSYS CFX.

**Ключевые слова:** цифровые двойники, ANSYS CFX, система охлаждения, двигатель, система, конструкторская документация, газодинамика.

### Введение

Создание цифровых двойников (ЦД) — виртуальных моделей, отражающих физические объекты и процессы, стало важным направлением в автомобилестроении. Это позволяет оптимизировать проектирование и эксплуатацию дизельных двигателей, что актуально в условиях растущей конкуренции и экологических норм [1].

### Материалы и методы

Исследование основано на создании цифровых двойников дизельных двигателей, включая 6-цилиндровые модели мощностью 300-400 л.с. Основные системы, исследуемые в работе, включают систему охлаждения, смазки и впуска.

Цель работы — разработка цифровых моделей для виртуальных испытаний и анализа. Используя ANSYS Fluent, были созданы модели для изучения гидравлики и теплообмена в системах [2]. Например, цифровой двойник системы охлаждения выявил неравномерность распределения охлаждающей жидкости, что привело к установке байпаса для оптимизации.

### Результаты

Разработка цифровых двойников позволила выявить проблемы, такие как неравномерность охлаждения и газодинамическое сопротивление. Предложены решения, включая модернизацию конструкции системы впуска и установку байпаса в системе охлаждения. Это сокращает время на разработку новых продуктов и снижает затраты на натурные испытания [3].

### Заключение

Работа подтвердила эффективность цифровых двойников в оптимизации проектирования и повышении надежности дизельных двигателей. Применение ANSYS позволило выявить ключевые проблемы и предложить конструктивные изменения, что делает процесс разработки более эффективным. Перспективы использования ЦД в автомобилестроении открывают новые горизонты для улучшения производительности и устойчивости к экологическим требованиям [4][5].

### Список литературы

1. Grieves, M.W. Digital Twins: Past, Present, and Future . In The Digital Twin. Edrs.: N. Crespi, A.T. Drobot, R. Minerva. – Springer, 2023 - P.97-121.

2. Grieves, M. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. / M. Grieves, J. Vickers - In *Transdisciplinary Perspectives and Complex Systems: New Findings and Approaches*. Edrs: F.J.Kahlen, S.Flumerfelt, A. Alves. – Springer, 2017 – p.85-113.
3. J. Wang, L. Zhang, and Y. Liu. "Simulation and Modeling of Diesel Engines." *Energies*, vol. 12, no. 3, 2019.
4. S. J. Lee and H. S. Kim. "Impact of Digital Twins on Manufacturing." *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering Research*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2020.
5. R. S. Rajput and P. K. Singh. "Virtual Prototyping of Diesel Engines." *Springer Series in Advanced Manufacturing*, Springer, 2018.