



The History of Land Transport

Has been issued since 2015.
E-ISSN 2413-760X
2018. 4(1). Issued once a year

EDITORIAL BOARD

Terentev Aleksei – Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation (Editor-in-Chief)

Mamadaliyev Anvar – International Network Center for Fundamental and Applied Research, Washington, USA

Taran Konstantin – International Network Center for Fundamental and Applied Research, Washington, USA

Filkin Nikolay – Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

Makarov Konstantin – Sochi State University, Sochi, Russian Federation

Sarfo Jacob – KAD International, Effiduase-Koforidua, Eastern Region, Ghana

Tsvetkov Viktor – Research and Project Development Institute of Information Systems, Automation and Communication on Railway Transport, Moscow, Russian Federation

Journal is indexed by: **MIAR** (Spain), **OAJI** (USA)

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska str., Bratislava – Nove Mesto, Slovak Republic, 831 04
Release date 15.09.18.
Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal38.com/>
E-mail: sochio03@rambler.ru
Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing House Researcher s.r.o. Order № HLT-4.

© The History of Land Transport, 2018

The History of Land Transport

2018

Is.

1

C O N T E N T S

Articles and Statements

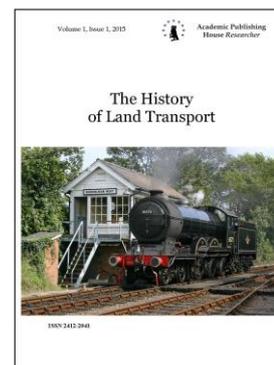
Optimization of the Working Process and Gas Exchange in Diesel Internal Combustion Engines N.A. Ehlakov, B.Ya. Bendersky	3
Greenland Ground Transportation: Personal and Corporate T.M. Khusyainov	11
Forecasting of Passenger Transportation by Public Transport in Russian Federation on the Basis of Mathematical Multi-Factor Models M.N. Mihaleva, V.A. Chekulaeva	18
Reducing the Level of Engine Oil Reflux into the Crankcase Ventilation System of a V-engine I.A. Ponomarev, K.A. Kopylov	26
Fault Analysis of the Basic Design of Pumps S.Yu. Ushiyarov, A.N. Terent'ev	32

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-760X
2018, 4(1): 3-10

DOI: 10.13187/hlt.2018.1.3
www.ejournal38.com



Articles and Statements

Optimization of the Working Process and Gas Exchange in Diesel Internal Combustion Engines

Nikita A. Ehlakov ^{a, *}, Boris Ya. Bendersky ^a

^a Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov (Kalashnikov ISTU), Russian Federation

Abstract

Modeling complete of gas-dynamic processes proceeding in the intake manifold of a diesel engine, using COMSOL Multiphysics modeling software package, includes all of its stages: from creating geometry, determining gas properties and describing physical phenomena, to customizing the solution and the post-processing process. The mathematical model is a model of an ideal compressible gas, described by a system consisting of four equations: the equation of state of an ideal gas, continuity, momentum and energy conservation. The working substance in the intake process is air, in this case has been the ideal gas. At $t = 0$ are set for the whole calculation area: temperature, pressure and velocity. As a result, were obtained graphs of changes in velocity and pressure on the surface of receivers of various geometries.

Keywords: receiver intake manifold, engine cylinder, filling process, COMSOL Multiphysics package.

1. Введение

Известно, что около 80 % всей мировой энергии производится поршневыми двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В зависимости от региона суммарная мощность поршневых ДВС превышает совокупную мощность тепловых электрических станций в 5-10 раз. Поэтому совершенствование рабочих процессов, отработка систем и элементов конструкций ДВС с целью повышения их технико-экономических показателей очень важна.

На данный момент двигателестроение достигло такого уровня развития, что улучшение любого показателя поршневого ДВС даже на несколько десятых процента является серьезным достижением для специалистов. Чтобы получить небольшой прирост технико-экономических показателей необходимо принять такую геометрию двигателя, которая бы в полной мере отвечала конкретному рабочему циклу, являясь оптимальной с точки зрения эксплуатационной надёжности для данного уровня механических и тепловых нагрузок. Параметры систем наддува и газообмена, организация индикаторного процесса также должны быть оптимальными в смысле обеспечения максимальной экономичности двигателя при тех же ограничениях по тепловой и механической напряжённости.

* Corresponding author
E-mail addresses: orange18nik@gmail.com (N.A. Ehlakov)

Одно из важнейших направлений в данной области, а также цель исследования – это оптимизация рабочего процесса, газообмена, путём определения рациональных геометрических параметров ресивера впускного коллектора и формы впускного канала, с помощью моделирования протекающих в них рабочих процессов.

2. Материалы и методы

Для впускных систем поршневых ДВС существует основная задача, от успешного решения которой зависит получение эффективного рабочего процесса: конструктивное исполнение впускной системы с заданными газодинамическими и теплообменными характеристиками (Кулешов, 2011).

Говоря о процессах в газо-воздушных трактах, очень важную роль играет движение воздуха во впускном коллекторе двигателя. Он влияет на наполнение цилиндров двигателя, а именно на то, чтобы рабочая смесь прямолинейно и равномерно делилась по цилиндрам. Повышение наполнения цилиндра путём модернизации впускного тракта приведет к увеличению давления конца впуска, улучшенному смесеобразованию, росту технико-экономических показателей работы двигателя и снижению токсичности отработавших газов (Круглов, 1988).

Основные требования, предъявляемые к впускному тракту, заключаются в обеспечении минимального сопротивления на впуске и равномерном распределении горючей смеси по цилиндрам двигателя.

Ресивер является одной из важнейших частей в системе впуска двигателя. Туда воздух поступает по впускному трубопроводу, и уже в ресивере поток разделяется по цилиндрам двигателя. Из этого следует, что ресивер играет важную роль в процессе наполнения.

В этой статье анализируется движение потока в ресивере впускного коллектора на примере дизельного двигателя при частоте вращения коленчатого вала $n=2000$ мин⁻¹.

Данная исследовательская задача решалась путем моделирования протекающих во впускном коллекторе дизельного двигателя газодинамических процессов, с использованием программного комплекса для моделирования COMSOL Multiphysics, включающая в себя все его этапы: от создания геометрии, определения свойств газа и описания физических явлений, до настройки решения и процесса постобработки.

Математическая модель – модель идеального сжимаемого газа, описывается системой, состоящей из четырех уравнений:

- Уравнение состояния идеального газа

$$p = \rho RT ;$$

- Уравнение неразрывности

$$\rho \nabla \cdot (\mathbf{v}) = 0$$

- Уравнение сохранения импульса

$$\nabla \cdot \left[-p + \mu \left(\nabla \mathbf{v} + (\nabla \mathbf{v})^T \right) \right] = F$$

- Уравнение энергии

$$\rho \cdot \frac{\partial e}{\partial t} + (\nabla \mathbf{v}) e + p \nabla \cdot \mathbf{v} = \phi - \nabla \cdot \mathbf{q}$$

Где: e – плотность внутренней энергии, \mathbf{q} – ускорение свободного падения, p – давление, ρ – плотность, R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура, \mathbf{v} – вектор скорости, ∇ – оператор набла, p – импульс, F – сила.

Рабочим веществом в процессе впуска является воздух, в данном случае рассматривается идеальный газ. При $t = 0$ задаются для всей расчетной области: температура, давление и скорость.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Конструкция обычного ресивера впускного коллектора имеет свои недостатки – в ближний цилиндр к дроссельной заслонке воздух поступает быстрее, и в больших количествах, а в остальные цилиндры по мере их удаления от дросселя (Шароглазов, 2010). Это чётко видно на [Рисунке 1](#). Если допустить, что открыты все впускные клапана и скорость на входе равна 30 м/с, то видно как перед попаданием в первый цилиндр, поток воздуха разделяется на две части. Первая часть двигается в узкий канал перед цилиндром с большой скоростью, вторая по инерции начинает двигаться по ресиверу в сторону остальных открытых цилиндров, но уже с более низкой интенсивностью. Доходя до четвертого цилиндра, скорость потока уже близка к нулю.

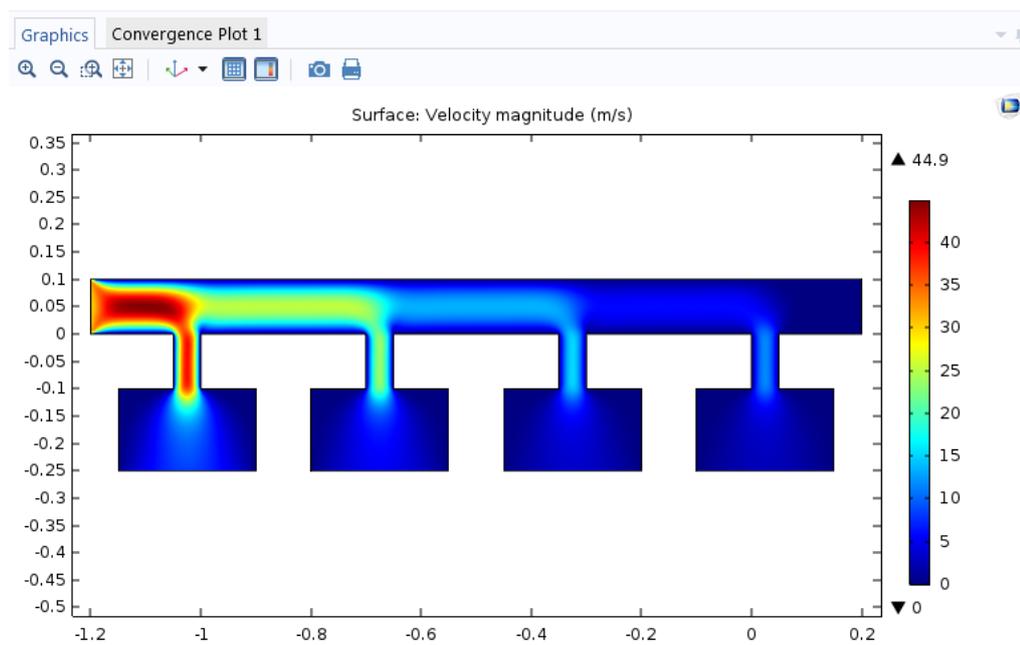


Рис. 1. Изменение скорости потока по поверхности ресивера, когда открыты все впускные клапана

На [Рисунке 2](#), показано изменение давления по поверхности ресивера. На входе давление близкое к атмосферному, если смотреть далее по поверхности ресивера, оно начинает равномерно падать, минимум достигает до 50000 Па. Также давление уменьшается, когда поток воздуха двигается по узким каналам, которые ведут к цилиндрам двигателя.

Когда закрыт впускной канал, давление во впускном коллекторе равно атмосферному. На такте впуска воздух поступает в цилиндр через ограниченное отверстие, поэтому во впускном коллекторе возникает разрежение, когда абсолютное давление ниже атмосферного. Впускной клапан закрывается, давление снова возрастает. Пульсации давления от разных цилиндров накладываются друг на друга, и во впускном коллекторе возникает среднее давление, которое ниже атмосферного. Для улучшения процесса газообмена стараются увеличить давление на входе и снизить сопротивление воздушному потоку на впуске (Плотников и др., 2015).

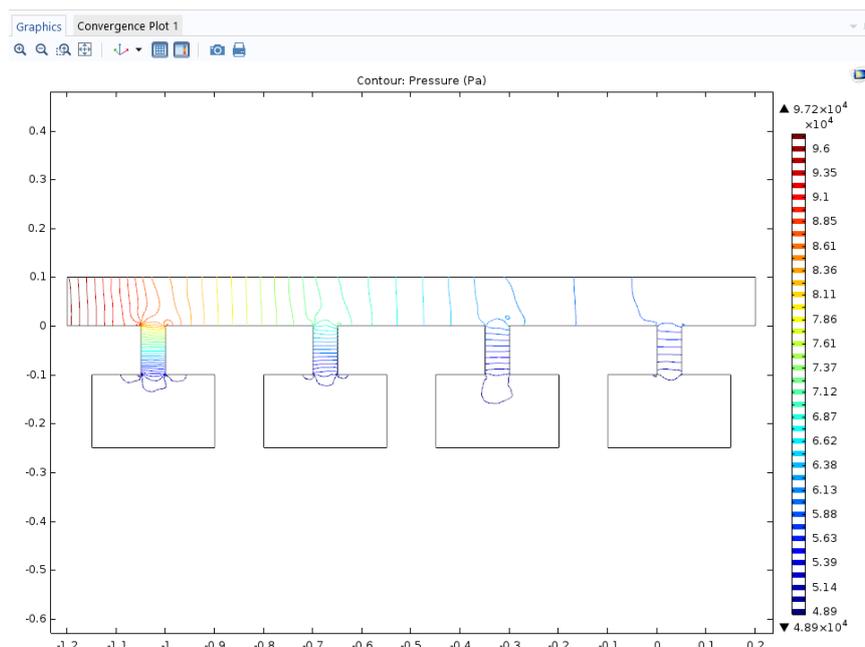


Рис. 2. Изменение давления по поверхности ресивера, когда открыты все клапана

Далее были сравнены ресиверы восьмицилиндровых V-образных двигателей с разным расположением впускного отверстия, при заданном поле скоростей от 0 до 30 м/с, и давление на выходе равным 50000 Па.

У первого ресивера, как и ожидалось, наполнение ближних к впускному отверстию цилиндров происходит с большей скоростью. Когда открыты все впускные клапана, то пятый цилиндр получит больше всех свежего заряда. Скорость на входе в цилиндр будет примерно 20 м/с. Давление по поверхности меняется от большего к меньшему. Так, например, у входного отверстие оно равно 98000 Па, а на дальних границах от входа, уже значительно меньше атмосферного, 55000 Па.

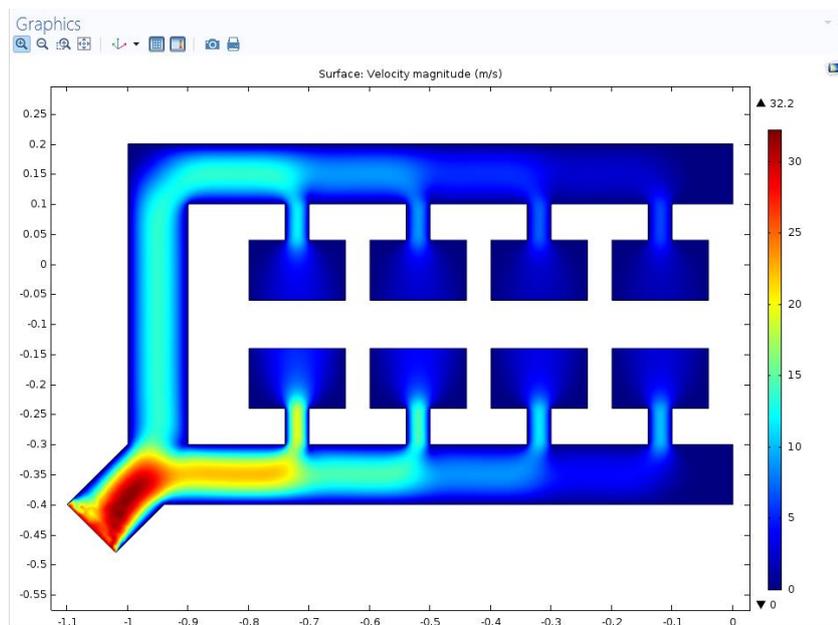


Рис. 3. Изменение скорости в ресивере восьмицилиндрового V-образного двигателя

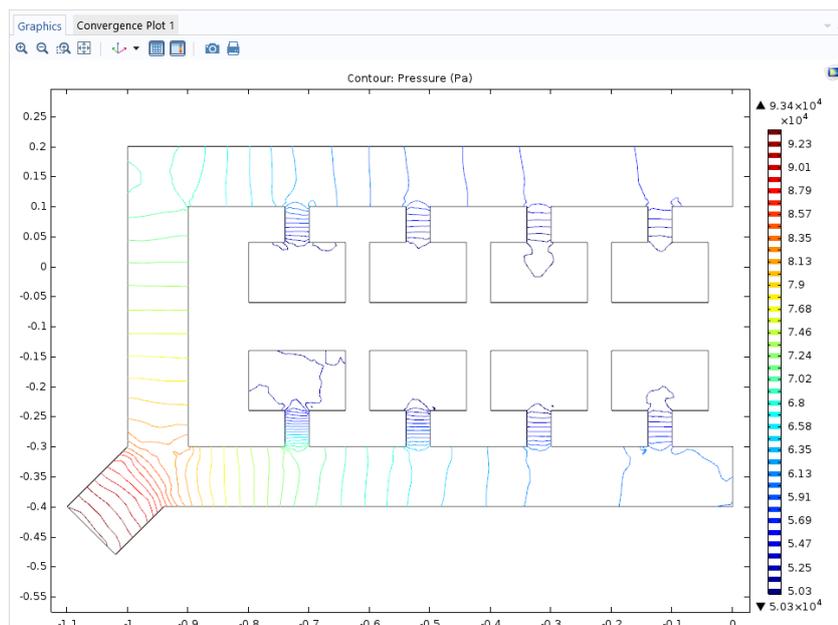


Рис. 4. Изменение давления в ресивере восьмицилиндрового V-образного двигателя

В ресивере с измененным расположением впускного отверстия наблюдается падение скорости при входе в цилиндр, так как потоку воздуха приходится делиться на две части, одна из которых начинает движение в сторону первого цилиндра, а другая к пятому. Скорость на входе к этим цилиндрам равна 15 м/с. Изменение давления происходит примерно также как и у первого ресивера. На входе оно примерно равно атмосферному, по впускному каналу, двигаясь к цилиндру, меняется равномерно от 80000 Па до 6500 Па.

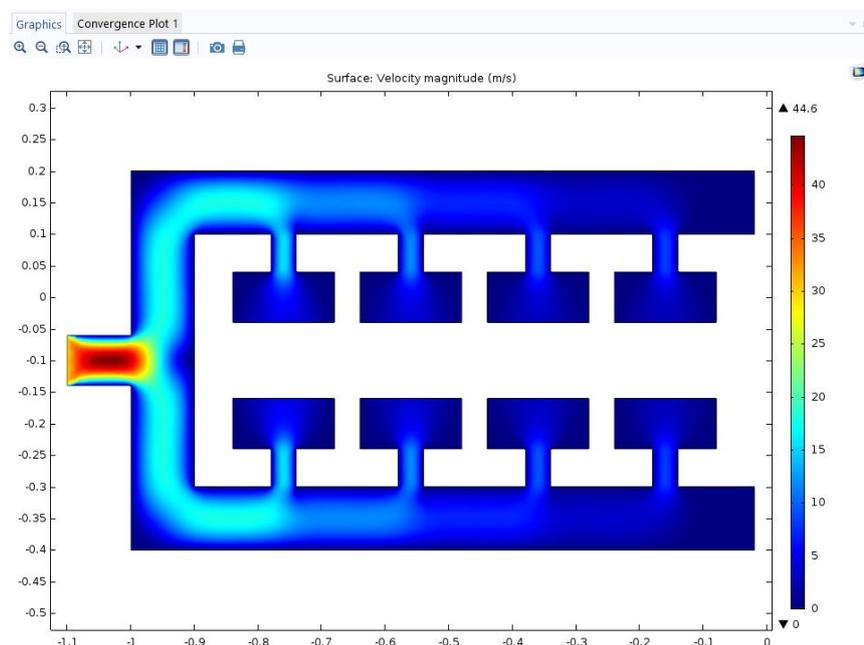


Рис. 5. Изменение скорости в ресивере с симметричной компоновкой

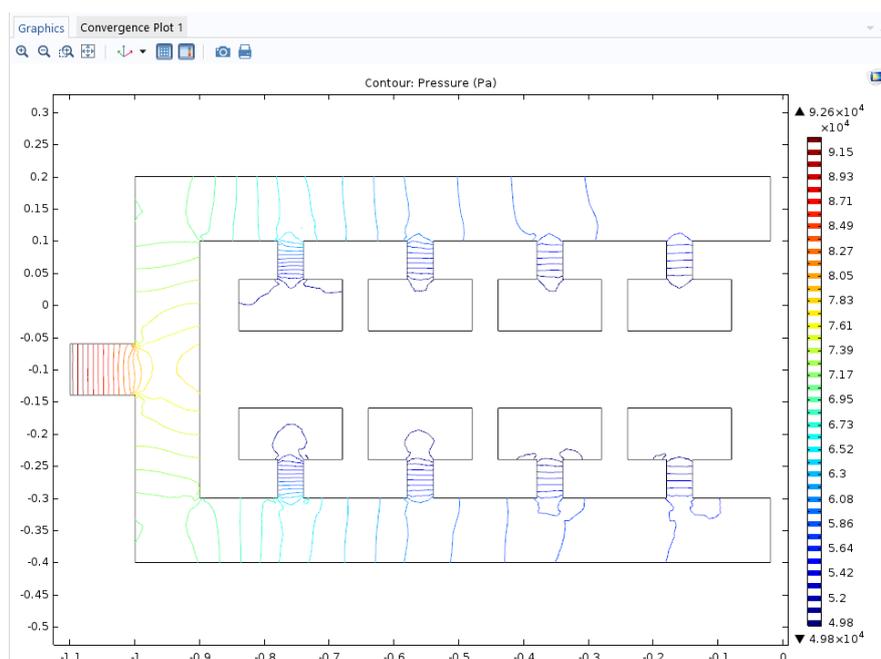


Рис. 6. Изменение давления по поверхности ресивера с симметричной компоновкой

Симметричная компоновка коллектора и патрубков желательна, как для спортивных моторов, так и для уличного использования, поскольку она облегчает равномерное распределение воздуха между цилиндрами (Плотников и др., 2015).

Иновации в этой области

В настоящее время становятся популярными системы изменения геометрии впускного коллектора. Они являются одними из самых востребованных технологий повышения мощности двигателя, экономии топлива, снижения токсичности отработавших газов (Swapmotor).

Впускной коллектор переменной длины применяется в атмосферных бензиновых и дизельных двигателях для обеспечения лучшего наполнения камеры сгорания воздухом на всем диапазоне оборотов двигателя. На низких оборотах двигателя требуется достижение максимального крутящего момента как можно быстрее, для чего используется длинный впускной коллектор. Высокие обороты выводят двигатель на максимальную мощность при коротком впускном коллекторе. Импульсные движения во впускном коллекторе, безусловно, помогают его работе, но процесс запускается только в диапазоне определенных частот колебаний. Длина импульса пропорциональна длине трубы коллектора. Регулирование длины впускного коллектора (переключение с одной длины на другую) производится с помощью клапана, входящего в состав системы управления двигателем. Электронный блок управления двигателем контролирует число оборотов и подает сигнал на клапан для включения «малого» либо «большого» круга подачи смеси.

Впускной коллектор переменного сечения применяется как на бензиновых, так и на дизельных двигателях, в т.ч. оборудованных наддувом. При уменьшении поперечного сечения каналов впускного коллектора достигается увеличение скорости воздушного потока, лучшее смесеобразование и соответственно обеспечивается полное сгорание топливно-воздушной смеси, снижение токсичности отработавших газов. В системе впускной канал к каждому цилиндру разделен на два канала (отдельный канал на каждый впускной клапан), один из которых перекрыт заслонкой. Привод заслонки осуществляет вакуумный регулятор или электродвигатель, являющийся исполнительным устройством системы управления двигателем. При частичной нагрузке заслонки закрыты, топливно-воздушная смесь (двигатели с распределенным впрыском) или воздух (двигатели с непосредственным впрыском) поступает в камеру сгорания каждого из цилиндров по одному каналу. Создаются завихрения, которые обеспечивают лучшее смесеобразование. При полной нагрузке

заслонки впускного коллектора открываются, увеличивается подача воздуха (топливно-воздушной смеси) в камеры сгорания и соответственно повышается мощность двигателя (Znaniavto).

4. Заключение

Поток воздуха или рабочей смеси в коллекторе неравномерен в силу его формы. Если коллектор несимметричный, то наибольшее количество воздуха или топливно-воздушной смеси будет попадать в первый цилиндр, а в каждый следующий все меньше. У симметричного также есть недостаток: там наибольшее количество воздуха попадает в средние цилиндры. В обоих случаях цилиндры работают неравномерно на смеси различного качества. Как следствие – падает мощность двигателя. Также на процесс наполнения цилиндра двигателя свежим зарядом оказывают влияние, как конструктивные особенности впускной системы, так и параметры определяющие характер движения заряда. Следовательно, этот анализ дает следующие направления по совершенствованию газообмена в ДВС:

- для увеличения наполнения свежим зарядом необходимо изменить диаметр клапанов;
- изменить геометрию впускного канала и ресивера впускного коллектора, а также подобрать оптимальную длину трубопровода.

Литература

Круглов, 1988 – Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания. Учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». М.: Машиностроение, 1988. 360 с.: ил.

Кулешов, 2011 – Кулешов А.С. Развитие методов расчета и оптимизации рабочих процессов ДВС. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2011. 235 с.

Плотников и др., 2015 – Плотников Л.В., Жилкин Б.П., Бродов Ю.М. Моделирование и экспериментальные исследования процессов газообмена в поршневых двигателях внутреннего сгорания // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2015. № 5/6. С. 75–83.

Плотников, Жилкин, 2009 – Плотников Л.В., Жилкин Б.П. Динамические характеристики газодинамики и теплоотдачи во впускном тракте поршневого ДВС // *Двигателестроение*. 2009. № 2. С. 55–56.

Шароглазов, 2010 – Шароглазов Б.А., Клементьев В.В., Фарафонов М.Ф. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов. Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания / под ред. Засл. Деят. Науки РФ Б. А. Шароглазова. Челябинск: ЮУрГУ, 2010. 382 с.

Swapmotor – Swapmotor [Электронный ресурс]. URL: <https://swapmotor.ru> (дата обращения: 30.11.2018).

Znaniavto – Znaniavto [Электронный ресурс]. URL: <http://znaniavto.ru> (дата обращения: 30.11.2018).

References

Kruglov, 1988 – Kruglov, M.G., Mednov, A.A. (1988). Gazovaya dinamika kombinirovannykh dvigatelei vnutrennego sgoraniya. [Gas dynamics of combined internal combustion engines]. Ucheb. posobie dlya studentov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Dvigateli vnutrennego sgoraniya». M.: Mashinostroenie, 360 p.: il. [in Russian]

Kuleshov, 2011 – Kuleshov, A.S. (2011). Razvitie metodov rascheta i optimizatsii rabochikh protsessov DVS [Development of methods for calculating and optimizing workflows of the internal combustion engine]. Moskovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet im. N.E. Baumana, 235 p. [in Russian]

Plotnikov i dr., 2015 – Plotnikov, L.V., Zhilkin, B.P., Brodov, Yu.M. (2015). Modelirovanie i eksperimental'nye issledovaniya protsessov gazoobmena v porshnevnykh dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya [Modeling and experimental studies of gas exchange processes in piston internal

combustion engines]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy energetiki*. № 5/6. pp. 75–83. [in Russian]

[Plotnikov, Zhilkin, 2009](#) – Plotnikov, L.V., Zhilkin, B.P. (2009). Dinamicheskie kharakteristiki gazodinamiki i teplootdachi vo vpusknom trakte porshneвого DVS [Dynamic characteristics of gas dynamics and heat transfer in the intake tract of a piston engine]. *Dvigatelsestroenie*. № 2. pp. 55–56. [in Russian]

[Sharoglazov, 2010](#) – Sharoglazov, B.A., Klement'ev, V.V., Farafontov, M.F. (2010). Dvigateli vnutrennego sgoraniya: teoriya, modelirovanie i raschet protsessov [Internal combustion engines: theory, modeling and calculation processes]. Uchebnik po kursu «Teoriya rabochikh protsessov i modelirovanie protsessov v dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya / pod red. Zasl. Deyat. Nauki RF B. A. Sharoglazova. Chelyabinsk: YuUrGU, 382 p. [in Russian]

[Swapmotor](#) – Swapmotor [Elektronnyi resurs]. URL: <https://swapmotor.ru> (data obrashcheniya: 30.11.2018).

[Znanieavto](#) – Znanieavto [Elektronnyi resurs]. URL: <http://znanieavto.ru> (data obrashcheniya: 30.11.2018).

Оптимизация рабочего процесса и газообмена в дизельных двигателях внутреннего сгорания

Никита Александрович Ехлаков ^{a, *}, Борис Яковлевич Бендерский ^a

^a Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», Российская Федерация

Аннотация. Выполнено моделирование газодинамических процессов протекающих во впускном коллекторе дизельного двигателя, с использованием программного комплекса для моделирования COMSOL Multiphysics, включающая в себя все его этапы: от создания геометрии, определения свойств газа и описания физических явлений, до настройки решения и процесса постобработки. Математическая модель – модель идеального сжимаемого газа, описывается системой, состоящей из четырех уравнений: уравнение состояния идеального газа, неразрывности, сохранения импульса и энергии. Рабочим веществом в процессе впуска является воздух, в данном случае рассматривался идеальный газ. При $t=0$ задаются для всей расчетной области: температура, давление и скорость. В результате получены графики изменения скорости и давления по поверхности ресиверов с разной геометрией.

Ключевые слова: ресивер впускного коллектора, цилиндр двигателя, процесс наполнения, пакет COMSOL Multiphysics.

* Корреспондирующий автор

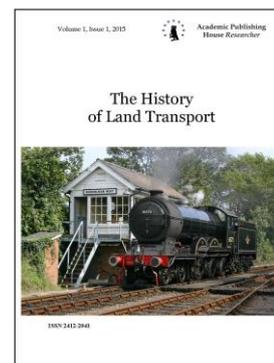
Адреса электронной почты: orange18nik@gmail.com (Н.А. Ехлаков)

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-760X
2018, 4(1): 11-17

DOI: 10.13187/hlt.2018.1.11
www.ejournal38.com



Greenland Ground Transportation: Personal and Corporate

Timur M. Khusyainov ^{a, *}

^aNational Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

The object of this study is the transport system of Greenland. The author makes an attempt to land transport statistics analysis on the island as of 2016. In this study, we consider the land transport, which was registered in 2016, its composition - different types of ground transportation, and the form of ownership – private or corporate. Special attention is paid to the relative abundance of land transport in the various localities, and the allocation of localities with the highest number of vehicles. The main method of research is the statistical analysis of the data StatBank Greenland, as well as consideration of the legislation of Denmark and regional regulatory legal acts of Greenland. Having considered regional transport system in Greenland, we focused our attention on the road. Here are the basic types of vehicles and their number, as a general, and depending on the form of ownership, as well as their location. Special attention was paid to the taxation of land transport on the island.

Keywords: transport, Greenland, transport system, land transport, import, cars, trucks, road system, transport tax, island of Greenland.

1. Введение

Гренландия является самым большим островом в мире, примерно в 50 раз больше, чем остальная часть Дании (Goldbach, Winther-Jensen, 1988). С площадью более 2 миллионов квадратных километров и постоянным населением около 50 тыс. человек, остров имеет плотность населения 0,028 жителей на квадратный километр. Свободной ото льда часть страны, однако, остаётся в общей сложности менее 400 тыс. квадратных километров, то есть около 15 % территории; это становится причиной увеличения плотности населения и, как следствие, сосредоточение объектов хозяйства.

В условиях современного мира, транспорт становится системой "кровообращения", которая соединяет все прочие функции города: экономическую, правоохранительную, социальную и т.д. (Вучик, 2012). В условиях Арктического региона (к которому относится Гренландия), где расстояние от одного населенного пункта до другого составляет несколько десятков километров, транспорт выполняет важнейшую функцию. С учетом особенностей расселения на острове, удаленности населенных пунктов друг от друга и уровня их заселенности, а также располагающиеся в них производства зависит то, насколько они могут быть автономны. При этом далеко не в каждом из подобных поселений есть все необходимые социальные, государственные и экстренные службы, требуется доставка продовольствия, топлива и прочих важных для существования человека запасов, таким

* Corresponding author
E-mail addresses: timur@khusyainov.ru (Т.М. Khusyainov)

образом, транспортная система обеспечивает жизнь жителей острова и функционирование хозяйства.

2. Материалы и методы

1. Основным источником при написании данной работы стали статистические данные статистической службы Гренландии ([StatBank Greenland](#)), а также современные исследования в области социологии и права.

2. В ходе нашего исследования были использованы такие методы как статистический анализ, системный и сравнительный анализ данных. Выбор методов был сделан на основе принципов научной объективности, системности, и обусловлен объектом, предметом, а также целью и задачами, поставленными в рамках данного исследования.

3. Результаты

Транспортную систему острова составляют наземный, водный и воздушный транспорт. Причем водный и воздушный более активно используются гренландцами в условиях бездорожья - на всей территории острова общая протяжённость всего дорожного покрытия составляет лишь 380 километров ([Statistisk Årbog](#)), из которых только 60 километров заасфальтировано. При этом, лишь два города соединены дорогой длиной в 4,5 км – Ивиттуут и Кангилиннгуит – остальные изолированы друг от друга. Все остальные в 17 населённых пунктах и вокруг них. Исторически основными способами передвижения были переправа на лодке вокруг побережья летом и передвижение на собачьих упряжках в зимнее время, особенно на севере и востоке острова.

В современных условиях к этому прибавился авиатранспорт, который соединяет разные концы острова, для чего было построено 18 аэропортов и аэродромов. Все рейсы выполняет государственная авиакомпания Air Greenland.

В рамках нашего исследования, мы рассмотрим наземный транспорт, который был зарегистрирован в 2016 году, его состав и форму собственности – личный или корпоративный (включая частные организации и государственные органы), а также территориальное расположение зарегистрированных средств.

По состоянию на 2016 год, на территорию Гренландии было ввезены наземные транспортные средства (за исключением железнодорожного или трамвайного подвижного состава) и запчасти к ним на общую сумму 80329479 датских крон ([Statbank Greenland](#)). При этом цены на транспорт в Гренландии растут на 1,5-3 % в год ([Рисунок 1](#)).

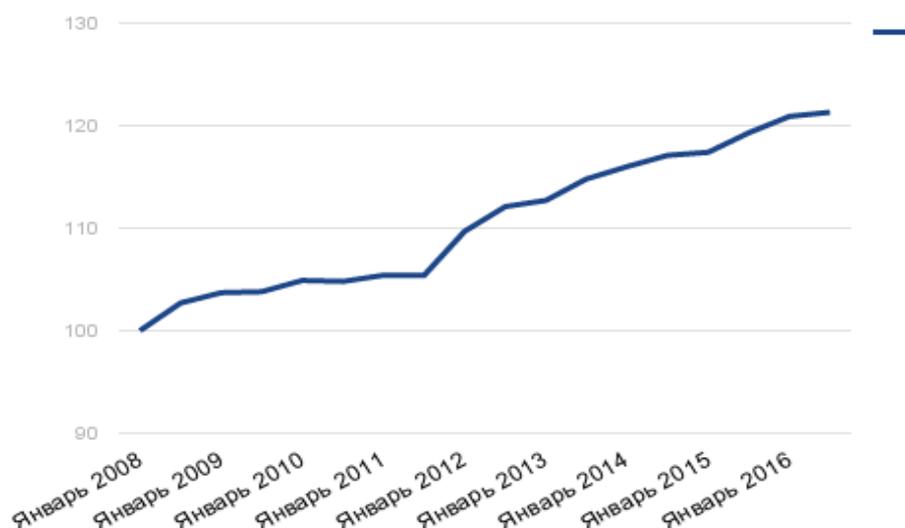


Рис. 1. Динамика роста цен на транспортные средства в Гренландии, %.

Рассматривая статистику владения транспортными средствами на территории Гренландии (Таблица 1), мы можем видеть, что всего, по состоянию на 2016 год, в Гренландии зарегистрировано 8078 транспортных средств, из которых 3644 находятся в личной собственности, а 4434 в собственности организаций и государственных органов (Statbank Greenland). База содержит статистические данные по таким категориям наземных транспортных средств как легковые автомобили, автомобили такси, автобусы, автомобили экстренных служб, снегоходы и квадроциклы, грузовые автомобили и прицепы, строительная техника, мотоциклы и другое.

Таблица 1. Статистика владения транспортными средствами на территории Гренландии

Вид транспорта	В частном владении	В корпоративном и государственном владении	Всего
Легковые автомобили	2408	1778	4186
Автомобили такси	0	189	189
Автобусы	1	75	76
Автомобили экстренных служб	0	164	164
Грузовики и фургоны	113	1202	1315
Мотоциклы	2	0	2
Строительная техника	12	571	583
Прицепы	27	133	160
Снегоходы	990	189	1179
Квадроциклы	87	120	187
Другое	4	13	17
	3644	4434	8078

Наиболее популярны среди жителей острова – легковые автомобили, при этом ими владеет всего лишь 4,83 % населения. Затем идут снегоходы, которые есть только у 2 % населения.

Как и прежде, традиционным наземным средством передвижения в Гренландии являются собачьи упряжки, которые не потеряли своей актуальности и сейчас. По состоянию на 2011 год на острове Гренландия было зарегистрировано 15756 ездовых собак. Более свежей статистики, по состоянию на январь 2017 размещено не было.

Рассматривая структуру транспорта, принадлежащего юридическим лицам, нельзя не отметить, что именно им принадлежат все автомобили такси, а также, что естественно, автомобили экстренных служб. Компаниям и государственным органам принадлежит практически вся строительная техника (133 единицы против 12 у частных лиц), большая часть грузовиков и фургонов (1202 против 113) и прицепов (133 против 27), а также автобусы (лишь один из 76 принадлежит частному лицу). Вероятнее всего все автобусы, а также

автомобили экстренных служб принадлежат государственным органам и используются для обеспечения населения общественным транспортом и своевременной помощью в случае чрезвычайной ситуации. В городе Нуук, существует муниципальная пассажирская компания “Nuup Bussii”, которой принадлежит большинство автобусов Нуука (Nuup Bussii). В других городах, система общественного транспорта не развита и представлена лишь такси (Taxies).

Как мы видим, большая часть транспортных средств пригодных для ведения коммерческой деятельности (грузовики, фургоны, строительная техника) на острове принадлежит юридическим лицам. Таким образом, можно сделать вывод о низкой предпринимательской и хозяйственной активности частных лиц, с использованием подобной техники.

Кроме того, во владении юридических лиц находятся личные автомобили (1778 единиц), снегоходы (189 единиц) и квадроциклы (120 единиц). По количеству этих видов транспортных средств личный транспорт преобладает над корпоративным.

При этом, по статистике на каждую организацию в Гренландии приходится 1,1 транспортное средство. При этом естественно, будут те юридические лица, которые не имеют необходимости владеть наземным транспортом и будут те, чья деятельность невозможна без их использования, как например использование строительной техники для предприятий данной отрасли.

Важным фактором при приобретении наземного транспортного средства является не только экономическая или хозяйственная необходимость, но и климатические, и географические условия. Так, для небольших населённых пунктов, где нет дорог, большее значение приобретают снегоходы и квадроциклы.

4. Обсуждение

Как демонстрируют статистические данные, наибольшее число наземного транспорта находится в городе Нуук (Nuuk) – столица Гренландии, как самоуправляемой территории. Здесь находится более половины всего наземного транспорта 4479 единиц из 8078. Около трети всех квадроциклов (30,92 %), половина автобусов (51,32 %), более половины всей строительной техники (68,44 %), личных автомобилей (64 %) и грузовых автомобилей (58,7 %), около половины автомобилей такси (46 %). Кроме того, в Нууке находится $\frac{2}{3}$ прицепов и около половины автомобилей аварийных служб (58 %). Остальные распределены по другим населённым пунктам, вследствие чего есть практически в каждом, что позволяет обеспечивать безопасность жизни жителей Гренландии.

Далее, по численности транспортных средств, после Нуук идут города Сисимиут (Sisimiut) и Илулиссат (Ilulissat). Все три этих города расположены на западном побережье Гренландии. Эти три города Гренландии имеют самое высокое число жителей, а общее число жителей этих городов составляет 45 % от всего населения Гренландии (по состоянию на 1 января 2016 г.). Здесь же расположены самые протяжённые дороги на острове: Нуук (79,5 км), Сисимиут (50,3 км) и Илулиссат (35,8 км) (Statistisk Årbog). Единственный вид наземной техники, который преобладает в другом городе – 474 единицы в Сисимиут, что в 2 раза больше, чем в Нуук (227 единиц). В этих же городах расположены крупные порты и аэропорты, а также центры рыбного хозяйства и промышленные объекты. Таким образом, они выполняют важную роль в импорте и экспорте товаров, что требует большого количества вспомогательной техники для транспортировки. Кроме того, эти города являются и туристическими центрами. В свете высокой экономической активности, именно они требуют более динамичного развития, строительства новых объектов, что объясняет высокое количество строительной техники здесь.

Высокая плотность населения (по сравнению с другими населёнными пунктами Гренландии) и площадь требуют формирования системы общественного транспорта, особенно в контексте низкого количества личного. Таким образом, возникает потребность в автобусах и формировании муниципальных транспортных компаний.

Отметим, что на всем острове только 2 мотоцикла, которые находятся в городах Какортук (Qaqortoq) и Нарсак (Narsaq), данный вид транспорта непопулярен в Гренландии, т.к. в условиях бездорожья мало эффективен и опасен. Важно, что достаточно большое количество снегоходов находится в некрупных населённых пунктах, где наличие дорожного покрытия менее вероятно, чем в больших городах. Таким образом, жители этих городов получают возможность быстро и относительно безопасно преодолевать большие расстояния.

В контексте защиты экологии на территории Гренландии существует система налогообложения наземных транспортных средств. Основной для регулирования системы транспортного налогообложения служит Закон № 3 от 16 июня 1987 года “Налог на автотранспортные средства” (Landstingslov nr. 3 af 16. juni 1987 om afgift af motorkøretøjer) (Landstingslov, 1987), последняя редакция которого была осуществлена в 2013 году (Inatsisartutlov, 2012). В рамках данной поправки Ландстинг устанавливает, что до 1 января 2018 года все транспортные средства, которые в качестве топлива используют водород или аккумуляторные батареи, не облагаются пошлинами на ввоз. Таким образом, правительство острова поощряет ввоз более экологичных транспортных средств.

Для расчета ежегодного транспортного налога используется информация о весе транспортного средства, в соответствии с поправками от 3 декабря 2012 года (Inatsisartutlov, 2012), владельцы механических транспортных средств, чей вес менее 1000 кг должны уплатить 6554 датские кроны, при весе от 1001 до 1200 килограмм – 10049 датских крон, при весе от 1201 до 1500 килограмм – 10747 датских крон, при весе от 1501 до 1800 килограмм – 15231 датскую крону, при весе от 1800 килограмм – 17575 датских крон. Владельцы мотоциклов уплачивают единый налог в размере 3540 датских крон в год.

Налог уплачивается два раза в год в апреле и октябре. При этом от уплаты налогов освобождаются автомобили экстренных служб, транспортные средства принадлежащие дипломатическим и консульским представительствам. Кроме того, правительство может санкционировать освобождение от налогов транспортные средства принадлежащие лицам с инвалидностью, катафалки, а также автобусам.

Представленная система транспортных налогов может быть рассмотрена в контексте доходов населения острова, что вероятно позволит сделать выводы о том, какую часть подобные налоговые выплаты могут составлять от бюджета жителя Гренландии.

5. Заключение

Как мы увидели в ходе анализа, лишь небольшая часть населения владеет личным наземным транспортом, при этом мы не исключаем владение водным и воздушным, которые в условиях климата и специфики заселения острова могут быть более эффективными, т.к. между большинством населенных пунктов не существует дорог, а, значит, использование наземных транспортных средств может быть ограничено территорией населённых пунктов. Другая причина малого распространения личного наземного транспорта может крыться в его дороговизне, т.к. доставка по морю и пошлины на ввоз увеличивают стоимость транспортного средства.

Более половины всего наземного транспорта сосредоточена лишь в трёх городах Гренландии: Нуук (Nuuk), Сисимиут (Sisimiut) и Илулиссат (Ilulissat). В этих населённых пунктах сосредоточено 45 % населения острова, здесь находятся крупные промышленные объекты, центры рыбного хозяйства и туризма, а также аэропорты и порты, обслуживание которых требует большого количества различной наземной техники, поэтому именно в этих трёх городах самое протяжённое дорожное покрытие. По прежнему сохраняют своё значение такие традиционные транспортные средства как собачьи упряжки, которые несмотря на все достижения науки и техники продолжают активно использоваться жителями региона. Другим важным дополнением в транспортной системе Гренландии выступает водный и воздушный транспорт, которые соединяют разные населённые пункты острова.

Исследование зарубежного опыта организации транспортной системы Арктического региона может быть важным шагом при анализе и трансформации российской транспортной системы в регионах Крайнего Севера.

Литература

[Вучик, 2012](#) – Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. М.: Территория будущего, 2012.

[Goldbach, Winther-Jensen, 1988](#) – *Goldbach I., Winther-Jensen T.* Greenland: Society and Education // *Comparative Education*. 1988. Vol. 24. № 2. Special Number (11): Education and Minority Groups. pp. 257-266. [Electronic resource]. URL: <http://www.jstor.org/stable/3099080>

[Inatsisartutlov, 2012](#) – Inatsisartutlov nr. 10 af 3. december 2012 om ændring af landstingslov om afgift af motorkøretøjer (Opdeling af vægtklasse). [Electronic resource]. URL: <http://lovgivning.gl/lov?rid={67Bo8CFE-F39A-432F-AoAD-5704B637EE20}>

[Landstingslov, 1987](#) – Landstingslov nr. 3 af 16. juni 1987 om afgift af motorkøretøjer. [Electronic resource]. URL: <http://lovgivning.gl/lov?rid=>

[Nuup Bussii](#) – Nuup Bussii A.S. [Electronic resource]. URL: <http://www.bus.gl/forside.html>

[Statbank Greenland](#) – Statbank Greenland

[Statistisk Årbog](#) – Statistisk Årbog, Grønlands Statistik. [Electronic resource]. URL: <http://www.stat.gl/sa/saD2016.pdf>

[Taxies](#) – Taxies // VirtualTourist. URL: <https://www.virtualtourist.com/1387-2361518/Greenland-Tips/taxies>

References

[Vuchik, 2012](#) – *Vuchik, V.R.* (2012). Transport v gorodakh, udobnykh dlya zhizni [Transport in cities convenient for life]. M.: Territoriya budushchego. [in Russian]

[Goldbach, Winther-Jensen, 1988](#) – *Goldbach I., Winther-Jensen T.* (1988). Greenland: Society and Education. *Comparative Education*. Vol. 24. № 2. Special Number (11): Education and Minority Groups. pp. 257-266. [Electronic resource]. URL: <http://www.jstor.org/stable/3099080>

[Inatsisartutlov, 2012](#) – Inatsisartutlov nr. 10 af 3. december 2012 om ændring af landstingslov om afgift af motorkøretøjer (Opdeling af vægtklasse). [Electronic resource]. URL: <http://lovgivning.gl/lov?rid={67Bo8CFE-F39A-432F-AoAD-5704B637EE20}>

[Landstingslov, 1987](#) – Landstingslov nr. 3 af 16. juni 1987 om afgift af motorkøretøjer. [Electronic resource]. URL: <http://lovgivning.gl/lov?rid=>

[Nuup Bussii](#) – Nuup Bussii A.S. [Electronic resource]. URL: <http://www.bus.gl/forside.html>

[Statbank Greenland](#) – Statbank Greenland

[Statistisk Årbog](#) – Statistisk Årbog, Grønlands Statistik. [Electronic resource]. URL: <http://www.stat.gl/sa/saD2016.pdf>

[Taxies](#) – Taxies // VirtualTourist. [Electronic resource]. URL: <https://www.virtualtourist.com/1387-2361518/Greenland-Tips/taxies>

Наземный транспорт Гренландии: личный и корпоративный

Тимур Маратович Хусяинов ^{а, *}

^а Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Российская Федерация

Объектом данного исследования является транспортная система Гренландии. Автор делает попытку анализа статистики наземного транспорта на острове по данным на 2016 г. В рамках этого исследования, мы рассматриваем наземный транспорт, который был зарегистрирован в 2016 году, его состав – различные виды наземного транспорта, и форму собственности – личный или корпоративный. Особое внимание в статье уделяется сравнению численности наземного транспорта в различных населённых пунктах, и выделение населённых пунктов с наивысшим числом транспортных средств. В качестве основного метода исследования выступает статистический анализ данных StatBank Greenland, а также рассмотрение законодательства Дании и региональных нормативно-

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: timur@husyainov.ru (Т.М. Хусяинов)

правовых актов Гренландии. Рассмотрев региональную транспортную систему Гренландии, мы сфокусировали своё внимание на наземном транспорте. При этом были определены основные виды транспортных средств и их количество, как общее, так и в зависимости от формы собственности, а также по месту их нахождению. Отдельное внимание было уделено налогообложению наземного транспорта на острове.

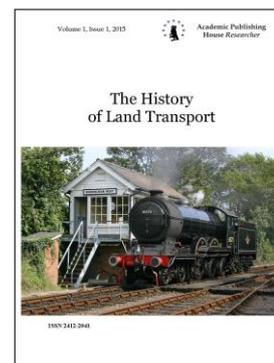
Ключевые слова: транспорт, Гренландия, Транспортная система, наземный транспорт, импорт, автомобили, грузовые автомобили, дорожная система, транспортный налог, остров Гренландия.

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-760X
2018, 4(1): 18-25

DOI: 10.13187/hlt.2018.1.18
www.ejournal38.com



Forecasting of Passenger Transportation by Public Transport in Russian Federation on the Basis of Mathematical Multi-Factor Models

Mariya N. Mihaleva ^a, Victoriya A. Chekulaeva ^a

^a Berezniki Branch of the Perm National Research Polytechnic University, Russian Federation

Abstract

It justifies urgency of the study of the dependence of the number of passengers transported by public transport of the Russian Federation on various factors. The type of model is chosen and a linear multi-factor model of the dependence of the number of passenger traffic on the length of roads, population, average income, diesel fuel prices, the number of air traffic and the dollar rate is built. The tendencies of development of all factors are defined, their forecasting is made. Based on the forecast of these factors, the forecast of the number of passenger traffic in the Russian Federation is obtained, the dependence of the forecast on the trends in the development of factors is determined. The regularities of changes in the number of passengers transported in the Russian Federation, depending on the population.

Keywords: transportation, public transport, modeling, linear-multifactor models (LMM), forecasting.

1. Введение

Перевозки пассажиров играют важную роль в работе транспорта. С каждым годом увеличивается протяженность дорог и количество автотранспорта. Регионы РФ за 2016 год потратили на содержание дорог более 700 миллиардов рублей ([Бюджет регионов РФ...](#)). В связи с этим приобретает актуальность вопрос о выявлении факторов, оказывающих влияние на количество перевозок пассажиров в России.

Тарифы на перевозки пассажиров являются важным рыночным индикатором пропорциональности развития спроса и предложения на рынке услуг пассажирского транспорта. Также от уровня тарифов зависит финансовая стабильность предприятий транспорта, их выживаемость в условиях жесткой конкуренции. В настоящее время в городах транспортный рынок представлен автобусными, троллейбусными, трамвайными сообщениями, метрополитеном и железнодорожным транспортом. Пассажирооборот транспорта общего пользования исторически был распределен почти равномерно между автомобильным, железнодорожным и воздушным транспортом – примерно 30 % каждый. Однако в последние годы тенденция изменилась. По данным 2013 г. в структуре пассажирооборота в России доля воздушного транспорта составила 41,7 %, железнодорожного – 25,6 % и автомобильного – 22 % ([Экономика и жизнь](#)).

Целью данной исследовательской работы является прогнозирование пассажирских перевозок, при котором следует учитывать динамику изменения макроэкономических показателей социально-экономического развития страны: численность и средние доходы населения, цены на дизельное топливо, протяженность дорог, количество авиаперевозок, курс доллара. Выбранные факторы могут влиять на количество перевезенных пассажиров.

2. Материалы и методы

Одним из методов исследования социально-экономических систем является построение моделей. Так, например, в статье (Турпищева, 2011) с помощью имитационной модели, используя программу Any Logic, были рассмотрены методы моделирования транспортных систем с целью обеспечения качества пассажирских перевозок и были рассмотрены методы моделирования транспортных систем с целью обеспечения качества пассажирских перевозок.

В основном, при моделировании систем используются:

- линейно-многочленные модели (ЛММ) – позволяют дать количественную оценку влияния различных факторов на критерий [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]

- модели в пространстве состояний (МПС) – позволяют применить к исходной модели широкий спектр стандартных процедур, включая оценивание и прогнозирование (Затонский, 2013).

- трендовые модели (ТрМ) – основная цель которых сделать прогноз о тенденции изучаемого процесса на предстоящий промежуток времени. Все трендовые модели подразделяются на те, которые подтверждают тренд и те, которые предупреждают о смене тренда (Иванова, Затонский, 2009).

- авторегрессионные модели (АвРМ) – являются исключительно полезными для описания некоторых встречающихся на практике временных рядов. В этих моделях текущее значение выражается как конечная линейная совокупность предыдущих значений (Копотева, Затонский, 2013).

Наиболее подходящими для задач прогнозирования считаются факторные модели: линейная многофакторная модель и модель в пространстве состояний. Прогнозирование по модели предполагает следующие действия: определение критерия, факторов, цели прогнозирования; формирование гипотез и принятие допущений; сбор необходимой информации; выбор модели; анализ модели; прогнозирование; проверка адекватности модели.

3. Результаты

Для построения прогнозной модели в качестве критерия выберем y – количество перевозок пассажиров транспортом общего пользования в РФ (млн. чел.). Факторы, влияющие на количество, были указаны выше, это: x_1 – протяженность дорог (тыс. км), x_2 – средние доходы населения (тыс. руб.), x_3 – цены на дизельное топливо (руб./литр), x_4 – численность населения (млн. чел), x_5 – количество авиаперевозок (млн. чел.), x_6 – курс доллара (руб./\$). Статические данные были взяты с сайта Росстата (Федеральная служба...), где находятся в открытом доступе (Таблица 1).

Таблица 1. Критерия и факторов

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
y	26,6	25,2	24,9	22,8	21,9	21,8	21,3	19,5	19,4	19	18,5
x_1	794,4	840,7	847,7	886,2	918,6	1020,5	1371,6	1489,9	1545,8	1575,1	1593,4
x_2	12,9	13,4	14,9	16,9	18,9	20,8	23,2	26	27,8	30,5	30,7
x_3	20,15	21,9	22,84	25	25,4	28,4	28,24	29	35,07	35,22	37,9
x_4	142,8	142,2	142	142	142,9	142,9	143,1	143,3	143,7	146,3	146,5
x_5	40	47	51	47	59	66	76	86	95	94	91
x_6	26,33	24,54	30	31,74	30,37	29,38	30,84	31,84	38,38	60,66	60,65

Проведем нормирование выше указанных критериев и факторов для того, чтобы исключить влияние размерности, по формуле:

$$\tilde{y}(t) = \frac{y(t) - \min_t(y(t))}{\max_t(y(t)) - \min_t(y(t))}$$

где $\min_t y(t)$ – это минимум из критерия y ; $\max_t y(t)$ – максимум из критериев.

Аналогичным образом нормируются факторы. В итоге получаем: $\langle \tilde{x}, \tilde{y} \rangle \in [0, 1]$. Тильду дальше не используем для краткости записи формул.

Проанализируем выбранные факторы на наличие у них взаимной корреляции (Таблица 2). В результате этого анализа из ЛММ исключаются факторы с высокой взаимной корреляцией. Корреляция рядов рассчитывается по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum((x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

где x_i – значения переменной x ; y_i – значения переменной y ; \bar{x} – среднее значение фактора x , рассчитывающееся по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

\bar{y} – среднее значение критерия y .

Таблица 2. Коэффициенты парной корреляция критерия и факторов

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1	0,97	0,92	0,83	0,98	0,74
x_2		1	0,97	0,83	0,98	0,82
x_3			1	0,76	0,94	0,85
x_4				1	0,77	0,96
x_5					1	0,73
x_6						1
y	-0,92	-0,97	-0,94	-0,71	-0,94	-0,73

Анализ парной корреляции факторов (Таблица 2) показал, что из числа выбранных можно исключить факторы «Цены на дизельное топливо (за литр в руб.)» (x_3) и «Количество человек на авиаперевозках (млн. чел)» (x_5), имеющие высокую корреляцию с x_1 (Протяженность дорог) и x_2 (Средние доходы населения). Несмотря на то, что факторы x_4 (Численность населения) и x_6 (Курс доллара) имеют высокую взаимную корреляцию (0,96), мы их оставляем, потому что они по своей природе не могут зависеть друг от друга, и высокая корреляция между ними случайна.

Построим линейную многофакторную модель (ЛММ) динамики количества перевезенных пассажиров в РФ вида:

$$y(t) = a_0 + \sum a_i \cdot x_i(t),$$

где: a_0 , – независимый коэффициент модели, a_i – коэффициент значимости i -го фактора на критерий $y(t)$, $x_i(t)$ – значение фактора.

В результате получили коэффициенты линейной многофакторной модели: $a_0 = 0,8840$, $a_1 = 0,4292$, $a_2 = -1,6470$, $a_4 = 0,3740$, $a_6 = -0,0041$. Квадратичная погрешность аппроксимации ЛММ $S = 0,0204$.

Из полученных коэффициентов следует, что фактор x_2 является наиболее значащим, т.к. средние доходы населения играют наиболее важную роль в формировании пассажиропотока. Отсюда следует, что рост доходов влияет на приобретение личных автомобилей, а курс доллара оказывает негативное влияние на данную модель, что вполне реально. Ведь чем больше курс доллара, тем выше стоимость пассажирских перевозок.

Основываясь на результатах ЛММ, можно сказать, что, действительно, при увеличении протяженности дорог (при росте фактора x_1) количество перевезенных пассажиров увеличивается. Та же зависимость наблюдается и при увеличении численности населения

(рост фактора x_4) ,что вполне разумно, т. к. при росте населения увеличивается и пассажирооборот.

Модель ЛММ неплохо аппроксимирует данные, и ее можно использовать для проведения прогноза.

Проверим возможность использования других распространенных моделей.

Построим авторегрессионные модели (АвРМ) 1-ого, 2-ого и 3-ого порядков. Модели имеют вид:

$$Y(t_i) = a + \sum_j^N a_j Y(t_{i-j}),$$

где a – независимый коэффициент, a_j – коэффициенты влияния i - j -го расчетного значения критерия системы, N – порядок.

Проведя расчеты, также при помощи *MS Excel* «поиск решения» получаем коэффициенты для моделей:

- 1-го порядка $a_0 = -0,0565$, $a_1 = 0,9032$ и квадратичную погрешность $S_1 = 0,0220$;
- 2-го порядка $a_0 = -0,0522$, $a_1 = 0,9108$, $a_2 = -0,0161$ и квадратичную погрешность $S_2 = 0,0218$;
- 3-го порядка $a_0 = -0,0391$, $a_1 = -0,8630$, $a_2 = 0,0726$, $a_3 = -0,0691$ и квадратичную погрешность $S_3 = 0,0197$.

Как видим, в результате данный вид модели хорошо аппроксимирует наши данные, это видно на (Рисунок 1). Погрешности аппроксимации $S_1 = 0,0220$, $S_2 = 0,0218$, $S_3 = 0,0197$ высокие, но АвРМ непригодна для использования в данной системе, т.к. нам для прогнозирования нужна факторная модель. На Рисунке 1 обозначения АвРМ1, АвРМ2 и АвРМ3 – соответствуют моделям 1-го, 2-го и 3-го порядков.

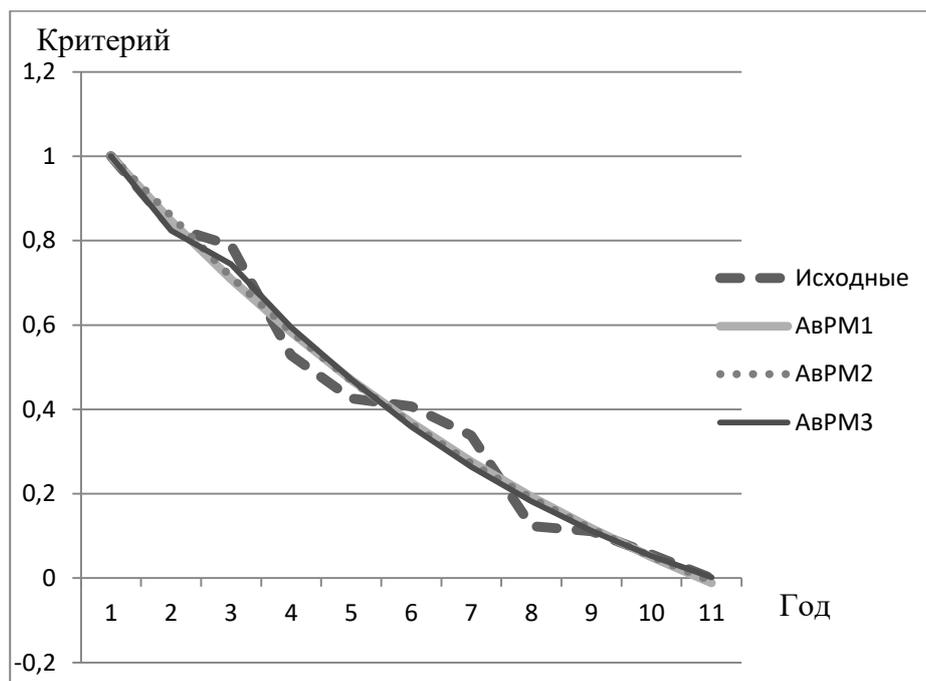


Рис. 1. Графики исходной и авторегрессионных моделей

Рассмотрим МПС – модель в пространстве состояний, которая имеет вид:

$$\begin{aligned} x'(n+1) &= a + b \cdot x'(n) \\ y(n) &= c + d \cdot x(n) \end{aligned}$$

где x' – вектор состояния, a – вектор функции перехода, b – матрица перехода, c и d – векторы функции выхода.

Аналогично всем моделям выше, найдем коэффициенты. Получена квадратичная погрешность аппроксимации $S = 0,0705$, показатель близок к линейной многофакторной модели, который неплохо аппроксимирует статистические данные. Далее нам придется определиться с выбором между МПС и ЛММ.

Поскольку целью данной работы является прогнозирование пассажирских перевозок, нас интересуют прогнозные свойства полученных моделей. Для проверки качества прогнозирования применим метод постпрогноза, широко применяемый на практике (Затонский, Копотева, 2013). Метод постпрогноза заключается в расчете при известных факторах реакции системы на протяжении нескольких лет. Увеличение интервала постпрогноза также позволяет определить горизонт прогнозирования.

Для ЛММ (линейной многофакторной модели) и МПС (модель в пространстве состояний), произведены расчеты постпрогнозов на 1, 2 и 3 года (Рисунки 2, 3).

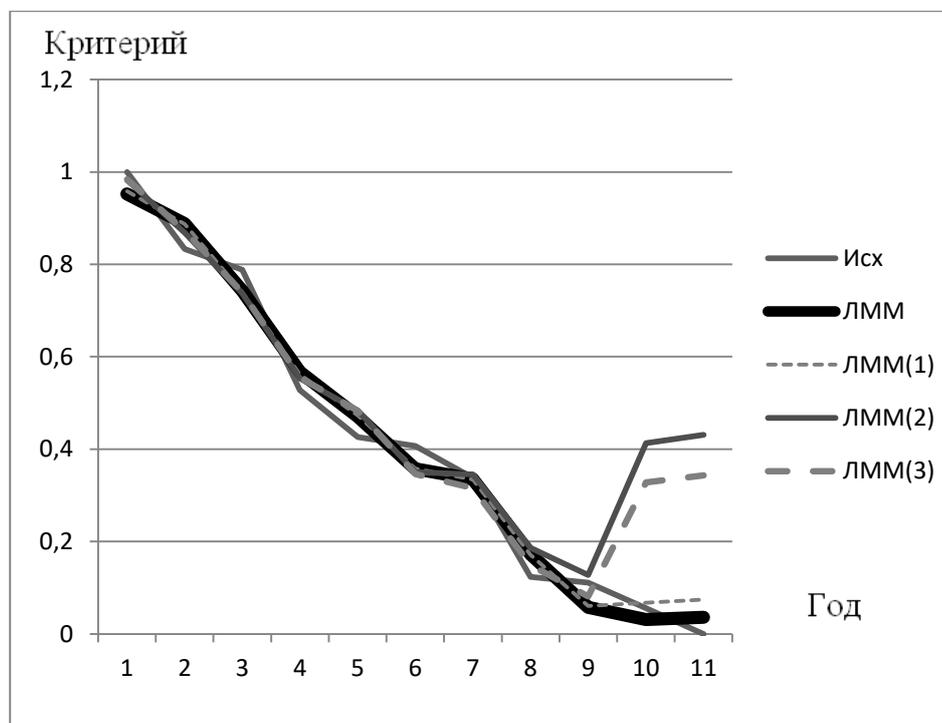


Рис. 2. Графики исходной модели, ЛММ и постпрогнозов ЛММ

На Рисунке 2 обозначения ЛММ(1), ЛММ(2) и ЛММ(3) соответствуют моделям постпрогноза на 1, 2 и 3 года.

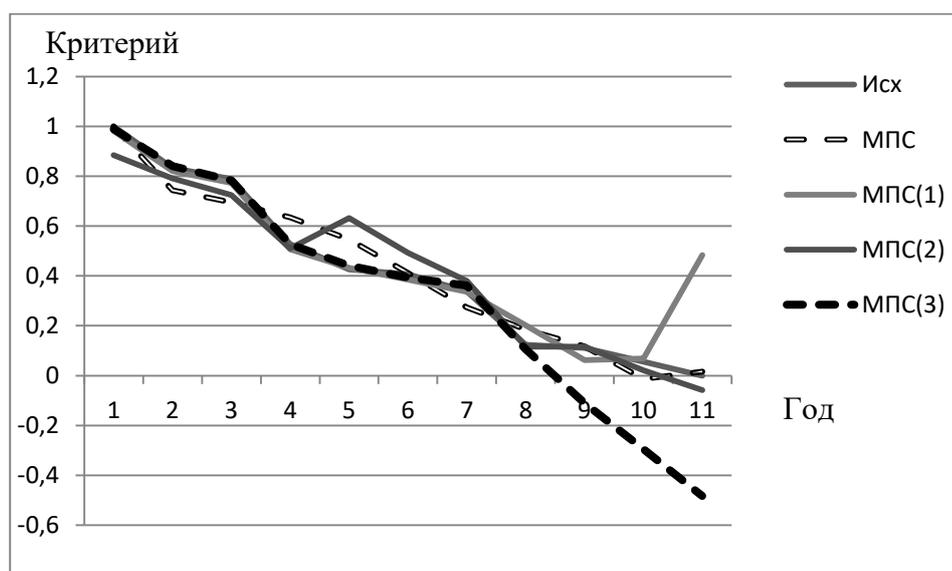


Рис. 3. Графики исходной модели, МПС и постпрогнозов МПС

На [Рисунке 3](#) обозначения МПС(1), МПС(2) и МПС(3) соответствуют моделям построения на 1, 2 и 3 года.

Получены следующие абсолютные погрешности построения по моделям в зависимости от интервала времени ([Таблица 3](#)).

Таблица 3. Абсолютная погрешность построения

	1 год	2 года	3 года
ЛММ	0,074	0,431	0,343
МПС	0,483	-0,058	-0,483

Стоит отметить, что погрешность построения на длительное время у МПС немного ниже, чем у ЛММ. Однако величина того же показателя при построении на 1 год оказывается в 6 раз больше. Следовательно, значения, спрогнозированные с помощью модели в пространстве состояний, будут в меньшей степени соответствовать реальным данным, в отличие от линейной многофакторной модели. ЛММ на короткий промежуток времени прогнозирует лучше, а на средний – с меньшей разницей, чем МПС за 1 год, в связи с чем мы и выбираем для дальнейших исследований линейную многофакторную модель.

Далее определим и будем изменять неуправляемые факторы, для исследования прогнозов развития системы. Выберем в качестве неуправляемых факторов x_4 (численность населения), x_6 (курс доллара), потому что мы не можем непосредственно повлиять на рост численности населения, а также на курс доллара.

Получим прогнозы развития системы на три года, изменяя на $\pm 5\%$ тенденцию развития неуправляемых факторов ([Таблица 4](#)).

Таблица 4. Изменение неуправляемых факторов

	$x_6-5\%$	x_6-0	$x_6+5\%$
$x_4-5\%$	-0,2584	-0,2585	-0,2586
x_4-0	-0,2481	-0,2482	-0,2483
$x_4+5\%$	-0,2378	-0,2379	-0,2380

Наихудшее сочетание неуправляемых факторов: $x_4-5\%$ и $x_6+5\%$, при этом прогноз оценки системы снижается до минимального.

Исследуем возможность лица, принимающего решения (ЛПР), по компенсации негативного влияния неуправляемых факторов путем изменения управляемых факторов x_1 (протяженность дорог) и x_2 (средние доходы населения). Факторы x_1 и x_2 являются управляемыми, потому что на них можно повлиять. Например, государство может увеличить или уменьшить пенсию или зарплату населения. Для управляемых факторов определили тенденцию развития, также как и у неуправляемых. Изменяя на ($\pm 5\%$) тенденцию развития фактора получили прогноз развития системы на 3 года ([Таблица 5](#)) вследствие решений ЛПР.

Таблица 5. Изменение управляемых факторов

	$x_2-5\%$	x_2-0	$x_2+5\%$
$x_1-5\%$	-0,1918	-0,2942	-0,3965
x_1-0	-0,1562	-0,2586	-0,3610
$x_1+5\%$	-0,1206	-0,2230	-0,3254

Наилучшим сочетанием управляемых факторов является: x_1+5 %, x_2-5 %, при которых значения критерия становится равно $-0,1206$, что в два раза больше, чем при прогнозе изменения неуправляемых факторов.

4. Заключение

Полученные результаты вполне адекватны. При снижении численности населения (x_4-5 %) и одновременно увеличении курса доллара (x_6+5 %), количество пассажироперевозок значительно уменьшится. Чем ниже численность населения, тем меньше количество перевозок, что вполне логично. Также чем выше курс доллара, тем дороже цены на топливо, отсюда следует, что и стоимость проезда будет больше. Возможно, не совсем адекватным результатом является зависимость между уменьшением средних доходов населения (x_2-5 %) и ростом количества перевезенных пассажиров, при единовременном увеличении протяженности дорог (x_1+5 %). Однако, чем меньше доходы у населения, тем чаще они начинают пользоваться транспортом общего пользования, т.к. обслуживание личного автомобиля обходится дороже, чем пользование услугами общественного транспорта. Т.к. цель данной работы заключалась в прогнозировании количества перевезенных пассажиров транспортом общего пользования с учетом влияния рассмотренных факторов, цель достигнута.

Литература

Бюджет регионов РФ... – Бюджет регионов РФ на строительство дорог на 2016 год [Электронный ресурс]. URL: <https://rueconomics.ru/221289-stalo-izvestno-skolko-regiony-rf-potratili-na-dorogi-v-2016-godu>

Затонский и др., 2012 – Затонский А.В., Сиротина Н.А., Янченко Т.В. Об аппроксимации факторов дифференциальной модели социально-экономической системы // *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*. 2012. № 11. С. 6.

Затонский, 2013 – Затонский А.В. Программные средства глобальной оптимизации систем автоматического регулирования. М.: ИЦ РИОР, 2013. 136 с.

Затонский, Копотева, 2013 – Затонский А.В., Копотева А.В. Методы принятия решения о приобретении конкурентоспособной инновационной продукции // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право*. 2013. № 3-4. С. 8-15.

Иванова, Затонский, 2009 – Иванова Е.В., Затонский А.В. Оценка и моделирование научно-исследовательской работы студентов как многоагентной системы // *Современные наукоемкие технологии*. 2009. № 7. С. 75-78.

Копотева, Затонский, 2013 – Копотева А.В., Затонский А.В. Регрессионный анализ издержек мировых производителей калийной продукции // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2013. № 11. С. 224-234.

Макаров, Митюков, 2000 – Макаров С.С., Митюков Н.В. Имитационное моделирование гидромеханических процессов в энергетических установках // *Газоструйные импульсные системы*. Ижевск: Ижевский государственный технический университет, Уральское отделение Российской академии наук, Институт прикладной механики, 2000. С. 214-224.

Турпищева, 2011 – Турпищева М.С. Разработка логистической модели пассажирских перевозок методами имитационного моделирования // *Вестник АГТУ*. 2011. № 2. С. 83-87.

Федеральная служба... – Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>

Экономика и жизнь – Экономика и жизнь. Снижение спроса на услуги пассажироперевозок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eg-online.ru/article/259951/>

References

Byudzhnet regionov RF... – Byudzhnet regionov RF na stroitel'stvo dorog na 2016 god [The budget of the regions of the Russian Federation for the construction of roads in 2016]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rueconomics.ru/221289-stalo-izvestno-skolko-regiony-rf-potratili-na-dorogi-v-2016-godu> [in Russian]

Экономика и жизнь – Экономика и жизнь. Snizhenie sprosa na uslugi passazhiroperevozok [Economy and life. Reducing the demand for passenger transportation services]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.eg-online.ru/article/259951/> [in Russian]

Federal'naya sluzhba... – Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service]. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.gks.ru/> [in Russian]

Ivanova, Zatonskii, 2009 – Ivanova, E.V., Zatonskii, A.V. (2009). Otsenka i modelirovanie nauchno-issledovatel'skoi raboty studentov kak mnogoagentnoi sistemy [Evaluation and modeling of research work of students as a multi-agent system]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. № 7. pp. 75-78. [in Russian]

Kopoteva, Zatonskii, 2013 – Kopoteva, A.V., Zatonskii, A.V. (2013). Regressionnyi analiz izderzhok mirovykh proizvoditelei kaliinoi produktsii [Regression analysis of costs of global potash producers]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*. № 11. pp. 224-234. [in Russian]

Makarov, Mityukov, 2000 – Makarov, S.S., Mityukov, N.V. (2000). Imitatsionnoe modelirovanie gidromekhanicheskikh protsessov v energeticheskikh ustanovkakh [Simulation modeling of hydromechanical processes in power plants]. *Gazostruinye impul'snye sistemy*. Izhevsk: Izhevskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, Ural'skoe otdelenie Rossiiskoi akademii nauk, Institut prikladnoi mekhaniki, pp. 214-224. [in Russian]

Turpishcheva, 2011 – Turpishcheva, M.S. (2011). Razrabotka logisticheskoi modeli passazhirsikh perevozok metodami imitatsionnogo modelirovaniya [Development of a logical model of passenger transportation using simulation methods]. *Vestnik AGTU*. № 2. pp. 83-87. [in Russian]

Zatonskii i dr., 2012 – Zatonskii, A.V., Sirotina, N.A., Yanchenko, T.V. (2012). Ob approksimatsii faktorov differentsial'noi modeli sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy [On approximation of the factors of the differential model of the socio-economic system]. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem (elektronnyi nauchnyi zhurnal)*. № 11. pp. 6. [in Russian]

Zatonskii, 2013 – Zatonskii, A.V. (2013). Programmnye sredstva global'noi optimizatsii sistem avtomaticheskogo regulirovaniya [Software tools for global optimization of automatic control systems]. M.: ITs RIOR, 136 p. [in Russian]

Zatonskii, Kopoteva, 2013 – Zatonskii, A.V., Kopoteva, A.V. (2013). Metody prinyatiya resheniya o priobrenenii konkurentosposobnoi innovatsionnoi produktsii [Methods of deciding on the acquisition of competitive innovative products]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo*. № 3-4. pp. 8-15. [in Russian]

Прогнозирование перевозок пассажиров транспортом общего пользования в РФ на основе математических многофакторных моделей

Мария Н. Михалева ^a, Виктория А. Чекулаева ^a

^a Березниковский филиал Пермского национально-исследовательского политехнического университета, Российская Федерация

Аннотация. Обоснована актуальность исследования зависимости количества перевезенных пассажиров транспортом общего пользования РФ от различных факторов. Выбран вид модели и построена линейная многофакторная модель зависимости количества перевозок пассажиров от протяженности дорог, численности населения, средних доходов, цен дизельного топлива, количества авиаперевозок и курса доллара. Определены тенденции развития всех факторов, произведено их прогнозирование. На основании прогноза перечисленных факторов получен прогноз количества пассажирских перевозок в РФ, определена зависимость прогноза от изменения тенденций развития факторов. Выявлены закономерности изменения количества перевезенных пассажиров РФ в зависимости от численности населения.

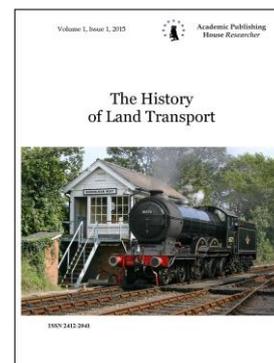
Ключевые слова: перевозки, транспорт общего пользования, моделирование, линейные многофакторные модели, прогнозирование.

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-760X
2018, 4(1): 26-31

DOI: 10.13187/hlt.2018.1.26
www.ejournal38.com



Reducing the Level of Engine Oil Reflux into the Crankcase Ventilation System of a V-engine

Ivan A. Ponomarev ^{a, *}, Konstantin A. Kopylov ^a

^a Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov (Kalashnikov ISTU), Russian Federation

Abstract

The article reveals the problem of throwing engine oil into the ventilation system, describes the structure of the engine ventilation system, gives an analysis of the crankcase space and the crankcase ventilation system an information review of the crankcase space, the device of the engine ventilation system and modern approaches to solving the problem with crankcase ventilation, explains the main problems associated with crankcase ventilation and draws certain conclusions. The approaches to solving this problem are described as complex systems – ventilation with a PCV valve, a reducing valve and an ejection pump, and relatively simple – an iron mesh inside the crankcase intake tube. It has been proposed to divide the entire volume of the crankcase space into two main volumes to ensure efficient operation of the ventilation system: the lower and the upper.

Keywords: Crankcase ventilation system, crankcase gases, engine lubrication system, crankcase space, lubrication system.

1. Введение

В настоящее время основным типом силовой установки грузового автомобиля или автобуса является двигатель внутреннего сгорания (ДВС) с воспламенением от сжатия или с принудительным воспламенением при применении газообразного топлива. Как правило, это четырёхтактные двигатели с числом цилиндров до 8, рядным или V-образным расположением цилиндров (Novah, 1977).

Основное преимущество V-образных двигателей* перед однорядными такой же мощности – меньшие размеры, в первую очередь, меньшая длина, вследствие чего в их конструкции увеличена жесткость таких ответственных деталей, как картер (блок – картера), головка блока цилиндров и коленчатый вал. Наиболее часто применяемый угол между осями цилиндров 45-90°. Он определяется назначением двигателя, требованиями к размерам и порядку работы цилиндров, расположенных в одном ряду. Там, где основное требование – уменьшение размеров, этот угол может быть и больше 90°.

Современные грузовые автомобили имеют двигатели высокой мощности. Для получения таких мощностей применяется форсирование по эффективному давлению. В настоящее время наибольшее распространение среди агрегатов наддува нашли

* Corresponding author

E-mail addresses: pi191119996@bk.ru (I.A. Ponomarev)

* V-образных двигатель – схема расположения цилиндров поршневого двигателя внутреннего сгорания, при которой цилиндры размещаются друг напротив друга под углом от 10° до 120° в форме латинской буквы «V»

турбокомпрессоры. Двигатели с наддувом обладают рядом преимуществ по сравнению с безнаддувными двигателями. К ним относятся: низкий расход топлива; снижение шума выхлопа, так как турбина сама является хорошим глушителем шума; применение нетрадиционных видов топлив; меньшая токсичность по сравнению с безнаддувными двигателями и др. Имеется также ряд недостатков: высокие механические и тепловые нагрузки; менее благоприятное протекание кривой крутящего момента, особенно при высоких степенях наддува; худшая приемистость.

В корпусе ДВС предусмотрены разные каналы, предназначенные для протекания масла и охлаждающей жидкости (Anur'yev, 2001). Моторное масло находится в поддоне в то время, когда двигатель машины не работает. Наличие прокладок между картером и разными крышками не позволяет маслу вытечь наружу. Для обеспечения смазки крутящихся деталей агрегата в поддоне размещён маслозаборник*. Масляный насос начинает работу вместе с заведённым мотором, обеспечивая подачу смазки всем необходимым валам и деталям по каналам картера. Во время работы трущихся друг о друга металлических деталей в поддоне скапливается стружка, что может привести к засорению масляных каналов. Чтобы этого не случилось, на дно поддона устанавливается небольшой магнит, который собирает всю стружку на себя.

При работе мотора внутрь картера проникают выхлопные газы, их ещё называют картерными, что негативно сказывается на работе мотора и всех его деталей. Для отвода их в конструкции предусмотрена вентиляция картера двигателя, способствующая выходу излишков газа обратно к выхлопной системе. А также с помощью вентиляции осуществляется подача части газов к системе топливного впрыска в камеру сгорания, что улучшает сгораемость топливной смеси, значительно снижает нагрузку на прокладку поддона двигателя и все маслоотражательные сальники. Засорение системы вентиляции приводит к выходу из строя всего силового агрегата (Lykanin, 2008).

2. Обсуждение

Информационный обзор

Когда автопром только начинал развиваться никто не задумывался ни об экологии, ни о комфорте. Потому как не могли пару сотен машин нанести ощутимый ущерб экологии. Поэтому все, что не сгорало в цилиндре – просто выбрасывалось в атмосферу (Baikov, 1977).

Так могло продолжаться долго, если бы не вторая мировая война. В то время поняли, что единственное, что мешает сделать из танка подводную лодку-это сапун картера двигателя, куда сразу же попадала вода. И тут же появилась трубка, соединяющая картерное пространство со впускным коллектором. Это можно считать первой системой вентиляции картерных газов. Вплоть до 70х годов ее наличие было прерогативой исключительно спецтехники, а на автомобиле использовался в основном сапун. Об этой системе начали вспоминать, когда начало набирать популярность экологическое движение, да и количество автомобилей существенно увеличилось.

В процессе работы двигателя из надпоршневой полости цилиндра в картер прорываются газы. Эти газы, называемые картерными[†] состоят примерно из равных частей горючей смеси и продуктов полного и частичного сгорания. Вследствие этого картерные газы содержат пары топлива, окислы углерода (в том числе CO), серы, азота, продукты частичного окисления углеводородов топлива, пары воды. Многие из этих компонентов активно воздействуют на масло, в результате чего оно окисляется, в нем образуются смолистые и лакообразные вещества, кислоты, соли кислот и др. В результате этого масло теряет свои свойства и стареет. Активные кислоты, образуя с маслом эмульсию, попадают на трущиеся поверхности и вызывают коррозию. Так же это вызывает понижение мощности,

* Маслозаборник – обычно представляет с собой плоский кожух в виде колокола (наподобие рассеивателя для душа) и сетки.

† Картерные газы – Топливозвоздушная смесь, при сгорании, резко увеличивается в объеме, создавая огромное давление внутри камеры сгорания. Расширяющиеся газы от сгорания заставляют поршень двигаться к нижней мертвой точке, приводя во вращательное движение коленчатый вал двигателя. Часть газов через неплотности между кольцами и зеркалом цилиндров проникают в поддон картера они и являются картерными газами.

увеличение расхода топлива. Визуально это выглядит как нагар на дроссельной заслонке, нагар на впускном коллекторе.

Для того чтобы свести к минимуму влияние картерных газов и уменьшить интенсивность процесса старения масла, необходимо их удалять из картерного пространства. Процесс удаления газов называется вентиляцией картерного пространства, а комплекс устройств, обеспечивающих этот процесс, — системой вентиляции.

Картерные газы могут удаляться в атмосферу или возвращаться во впускной тракт двигателя. Системы вентиляции с удалением картерных газов в атмосферу называются открытыми. Системы с удалением газов во впускной тракт-закрытыми системами вентиляции. Так как картерные газы содержат значительное количество весьма токсичных веществ, то выбрасывание их в атмосферу крайне нежелательно.

Применение вентиляции картера позволяет сократить процент вредных выбросов в атмосферу, снизить угар моторного масла, поддерживать стабильные обороты двигателя при прогреве, так как заборный воздух смешиваясь с картерными газами нагревается, что в целом благоприятно воздействует на работу силовой установки.

Несмотря на наличие маслоотделителя воздухопроводы и элементы впуска загрязняются от прохождения картерных газов, вызывая частые отказы приборов при их работе.

Устройство системы смазки двигателя

Независимо от типа двигателя, система смазки включает в себя следующие основные части:

1. Поддон картера;
2. Маслосборник – служит для забора и очистки масла поступающего к насосу;
3. Маслорадиатор – служит для охлаждения масла в двигателе;
4. Масляный насос – это устройство, которое необходимо для того, чтобы создавать в системе смазки ДВС оптимальное давление для постоянной циркуляции масла;
5. Масляный фильтр;
6. Датчики давления;
7. Датчик уровня и температуры масла;
8. Масляный щуп;
9. Перепускной клапан – это устройство, предназначенное для поддержания давления среды на требуемом уровне путем перепуска ее через ответвление трубопровода;
10. Масляные каналы;
11. Масляная магистраль.

Из нее по наклонным каналам масло поступает к коренным подшипникам и к втулкам распределительного вала.

Роль резервуара для хранения моторного масла выполняет поддон картера ДВС. В неработающем моторе туда стекает почти все масло, за исключением небольшого количества, которое остается в фильтре и на деталях. Активным элементом системы смазки является насос, обеспечивающий непрерывную циркуляцию рабочей жидкости. В действие он приводится от коленчатого, распределительного или дополнительного приводного вала. Как правило, применяются насосы шестеренчатого типа.

Масляный фильтр предназначен для очистки масла от нагара и продуктов износа деталей. Это сменный элемент, который меняется с определенной периодичностью в зависимости от типа мотора, условий эксплуатации и рекомендаций производителя.

В процессе работы двигателя его детали, а вместе с ними и масло, неизбежно разогреваются. Моторное масло при достижении определенной температуры способно потерять свои эксплуатационные качества, поэтому его необходимо охлаждать. С этой целью система смазки двигателя оснащена масляным радиатором, который охлаждается жидкостью из системы охлаждения ([Устройство системы смазки двигателя](#)).

Анализ картерного пространства и системы вентиляции картера двигателя

Давление в картерном пространстве и расход картерных газов через систему вентиляции картера зависит от прорыва газов через цилиндропоршневую группу ([Общая информация о системе...](#)). Значительное давление в картерном пространстве может привести к нарушению уплотнений деталей двигателя, что впоследствии ведёт к отказу двигателя. При этом объём картерного пространства двигателя должен быть достаточным для надежного маслоотделения. Увеличение общего объёма картерного пространства

необходимо для снижения нагрузки на систему вентиляции картера. Весь объём картерного пространства условно можно разделить на два основных объёма для обеспечения эффективной работы СВК: нижний и верхний (условное разграничение проводится по поверхности блока цилиндров, обращённой в направлении масляной ванны). Условно нижний и верхний объёмы можно разбить на три основные части переднюю – пространство передней крышки; среднюю – пространство непосредственно блока цилиндров; заднюю – пространство между блоком цилиндров, картером агрегатов и картером маховика.

Нижний объём характеризуется наличием свободной поверхности масляной ванны, движущихся деталей струйного охлаждения, (напорных) потоков масла от элементов струйного охлаждения, слив из подшипников скольжения агрегатов и элементов двигателя. В этой области действие данных факторов приводит к сильному барботажу – интенсивному образованию взвеси масла в картерных газах.

Верхний объём, исходя из компоновки двигателя, включает в себя внутренние полости под крышками головок цилиндров, полости расположения деталей газораспределительного механизма* (ГРМ), в которых создаются условия возможного минимального барботажа. Данное обстоятельство позволяет провести предварительное маслоотделение и снизить скорость потока картерных газов на входе в СВК. По полостям расположения деталей газораспределительного механизма происходит слив масла с головок цилиндров.

Вход в СВК необходимо располагать в верхнем объеме картерного пространства, при этом, чем больше этот объем, тем лучше условия для предварительного маслоотделения и снижения скорости потока перед входом в СВК. Для снижения заброса масла в СВК вход в систему экранируется (Barun, 1988).

Основные проблемы, связанные с вентиляцией картера двигателя

Проблемы с вентиляцией картера могут быть не так очевидны, однако проявляются в виде снижения мощности, увеличения расхода топлива, активного и быстрого загрязнения дроссельной заслонки и регулятора холостого хода. Также в воздушном фильтре может появиться масло

Причины попадания масла:

1. Смолистые отложения в патрубках системы вентиляции, вследствие чего в картере создается избыточное давление. Именно давление провоцирует чрезмерное распространение паров масла и бензина. Провоцирует данную проблему закоксованность, которая образовывается при смешивании большого количества паров масла и выхлопных газов. Эксплуатация авто с такой неисправностью чревата выдавленными сальниками (Grigoriev, 1983);

2. Неисправность маслоотделителя, вследствие чего улавливание паров масла не осуществляется в полной мере. Способ устранения данной проблемы зависит от конструкции узла.

3. Неисправность клапана PCV[†], вследствие чего картерные газы циркулируют только через резервный канал, располагающийся перед дроссельной заслонкой, что ведет к насыщению парами воздушного фильтра.

4. Износ цилиндропоршневой группы. Когда поршневые кольца больше не справляются со своей задачей, в картер поступает чрезмерное количество выхлопных газов, которые система вентиляции физически неспособна отфильтровать и подать на впуск. Клапан газораспределительного механизма может заклинить как из-за засорения, так и в результате собственных повреждений. Прежде всего, это приводит к нарушению состава рабочей топливно-воздушной смеси. Также проблемы могут начаться в зимний период.

Подходы к модернизации системы улавливания картерных газов

Существует множество подходов в решении данной проблемы, как сложных (вентиляция с PCV клапаном, редуционном клапаном и эжекционным насосом), так и относительно простых (железная сетка внутри трубки забора картерных газов). Все они выполняют разные функции с учетом участка применения (до попадания в систему вентиляции или внутри нее) (Veske, 1972). Вот некоторые их разновидности:

* Газораспределительный механизм – механизм, обеспечивающий впуск и выпуск рабочего тела в двигателях внутреннего сгорания.

† PCV – система принудительной вентиляции картера.

- 1) Простейшая система вентиляции двигателя;
- 2) Системы вентиляции через тросовый дроссель и е-ГАЗ;
- 3) Система вентиляции с PCV клапаном и редуционным клапаном;
- 4) Система вентиляции с PCV клапаном, редуционным клапаном и эжекционным насосом (Rodichev, 2005)*.

3. Заключение

Как видно из статьи борьба с данной проблемой длится довольно давно, но так до сих пор и не придумано универсального подхода, который бы мог раз и навсегда разобраться с забросом масла в систему вентиляции картерных газов.

Литература

- Анурьев, 2001** – Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 864 с.
- Байков, 1977** – Дизели: справочник / Б.П. Байков, В.А. Ванштейдт [и др.]; под общ. ред. В.А. Ванштейдта [и др.]. М.: Машиностроение, 1977. 480 с.
- Барун, 1988** – Барун В.Н., Азаматов Р.А., Машков Е.А. и др. Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1988. 325 с.
- Веске, 1972** – Веске Д.Р., Стругов Г.Е. Экспериментальное исследование турбулентного закрученного течения в цилиндрической трубе. Изв. СО АН СССР. Сер. техн. наук, 1972, №13, вып. 3, с. 3-7.
- Григорьев, 1983** – Григорьев М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1983. 148 с.
- Луканин, 2008** – Двигатели внутреннего сгорания. Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Н.Луканина. М.: Высш. школа, 2008. 496 с.
- Общая информация о системе...** – Общая информация о системе вентиляции картерных газов двигателя [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.com> (дата обращения: 30.11.2018).
- Родичев, 2005** – Родичев В.А. Грузовые автомобили: Учебник для нач. проф. образования. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 240 с.
- Устройство системы смазки двигателя** – Устройство системы смазки двигателя [Электронный ресурс]. URL: <https://www.remkam.ru> (дата обращения: 29.11.2018).
- Ховах, 1977** – Автомобильные двигатели: учеб. для вузов / под ред. М.С. Ховаха. М.: Машиностроение, 1977. 591 с.

References

- Anur'ev, 2001** – Anur'ev, V.I. (2001). Spravochnik konstruktora-mashinostroitelya [Handbook of mechanical engineer]. Tom 3. 8-e izd., pererab. i dop. Pod red. I.N. Zhestkovoï. M.: Mashinostroenie, 864 p. [in Russian]
- Baikov, 1977** – Dizeli: spravochnik [Diesels: reference]. B.P. Baikov, V.A. Vanshteidt [i dr.]; pod obshch. red. V.A. Vanshteidta [i dr.]. M.: Mashinostroenie, 1977. 480 p. [in Russian]
- Barun, 1988** – Barun, V.N., Azamatov, R.A., Mashkov, E.A. i dr. (1988). Avtomobili KamAZ: Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont [Cars KAMAZ: Maintenance and repair]. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Transport, 325 p. [in Russian]
- Grigor'ev, 1983** – Grigor'ev, M.A. (1983). Ochistka masla v dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya [Oil cleaning in internal combustion engines]. M.: Mashinostroenie, 148 p. [in Russian]
- Khovakh, 1977** – Avtomobil'nye dvigateli [Automobile engines]: ucheb. dlya vuzov. Pod red. M.S. Khovakha. M.: Mashinostroenie, 1977. 591 p. [in Russian]
- Lukanin, 2008** – Dvigateli vnutrennego sgoraniya [Internal combustion engines]. Pod red. d-ra tekhn. nauk, prof. V.N.Lukanina. M.: Vyssh. shkola, 2008. 496 p. [in Russian]
- Obshchaya informatsiya o sisteme...** – Obshchaya informatsiya o sisteme ventilyatsii karternykh gazov dvigatelya [General information about the ventilation system of the crankcase]

* Эжекционный насос – устройство используют с целью повышения эффективности работы насосной станции.

gases of the engine]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.drive2.com> (data obrashcheniya: 30.11.2018). [in Russian]

Rodichev, 2005 – *Rodichev, V.A.* (2005). Gruzovye avtomobili [Trucks]: Uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Izdatel'skii tsentr «Akademiya», 240 p. [in Russian]

Ustroistvo sistemy smazki dvigatelya – Ustroistvo sistemy smazki dvigatelya [Device engine lubrication system]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.remkam.ru> (data obrashcheniya: 29.11.2018). [in Russian]

Veske, 1972 – *Veske, D.R., Strugov, G.E.* (1972). Eksperimental'noe issledovanie turbulentnogo zakruchennogo techeniya v tsilindricheskoj trube [Experimental investigation of turbulent swirling flow in a cylindrical tube]. Izv. SO AN SSSR. Ser. tekhn. nauk, 1N^o13, vyp. 3, pp. 3-7. [in Russian]

Снижение уровня заброса моторного масла в систему вентиляции картерных газов V-образного двигателя

Иван Александрович Пономарев ^{a, *}, Константин Андреевич Копылов ^a

^a Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Российская Федерация

Аннотация. В статье раскрывается проблема заброса моторного масла в систему вентиляции, описывается устройство системы вентиляции двигателя, дается анализ картерного пространства и системы вентиляции картера двигателя, проведен информационный обзор картерного пространства, устройства системы вентиляции двигателя и современные подходы в решении проблемы с вентиляцией картерных газов, так же поясняются основные проблемы, связанные с вентиляцией картера двигателя и сделаны определенные выводы. Описываются подходы в решении проблемы заброса масла, как сложных систем – вентиляция с PCV клапаном, редуцирующим клапаном и эжекционным насосом, так и относительно простых – железная сетка внутри трубки забора картерных газов. Предложено весь объём картерного пространства условно разделить на два основных объёма для обеспечения эффективной работы системы вентиляции: нижний и верхний.

Ключевые слова: система вентиляции картера, картерные газы, система смазки двигателя, картерное пространство, система смазки.

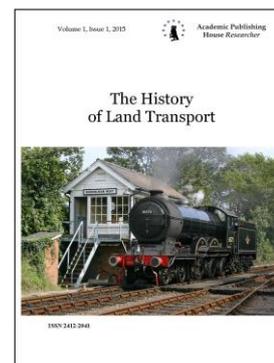
* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: pi19119996@bk.ru (И.А. Пономарев)

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
E-ISSN: 2413-760X
2018, 4(1): 32-37

DOI: 10.13187/hlt.2018.1.32
www.ejournal38.com



Fault Analysis of the Basic Design of Pumps

Sergei Yu. Ushiyarov ^{a, *}, Aleksei N. Terent'ev ^a

^a Izhevsk State Technical University, Russian Federation

Abstract

In solving the tasks of developing the country's fuel and energy base, the oil and gas industry play a leading role. Every year the oil industry is equipped with new, more modern equipment. The main direction of technical re-equipment is the widespread introduction into production of modern achievements of science and technology.

The peculiarity of the oil industry is that the increase in oil production occurs due to the commissioning of reserved wells and the restoration of inactive wells.

In the coming years, the number of used pumping units of greater unit capacity will be increased. The operational reliability of pumps is one of the main factors determining the successful execution of oil production tasks. As a result, great attention should be paid to the reliable operation of components and parts of pumping units. In this article we will look at the design and main problems of pumping equipment such as CNS.

Keywords: oil, pump, bearing, knot, reliability.

1. Введение

Насос (разг. водяная помпа, колонка) – гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию привода в энергию потока перекачиваемой жидкости, служащая для перемещения и создания напора жидкостей всех видов, механической смеси жидкости с твёрдыми и коллоидными веществами или сжиженных газов. Следует заметить, что машины для перекачки и создания напора газов выделены в отдельные группы и получили название вентиляторов и компрессоров. Разность давлений жидкости в насосе и трубопроводе обуславливает ее перемещение (**Насос**).

Насосы центробежные многоступенчатые секционные ЦНС 300-120...600 предназначены для перекачивания обводненной газонасыщенной и товарной нефти с температурой от 274° К (1° С) до 318° К (45° С) в системах внутрипромыслового сбора, подготовки и транспорта нефти.

Допускается перекачивание нефти с температурой до 333 °К (60° С) при условии применения системы принудительного охлаждения подшипников (**Башта 1982**).

2. Обсуждение

Анализ основных неисправностей и причин отказов

В таблицах 1, 2, 3 отображены характерные неисправности и методы их устранения насоса ЦНС 300

* Corresponding author

E-mail addresses: Ushi1991@bk.ru (S.Yu. Ushiyarov)

Таблица 1. Основные неисправности и методы устранения

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
Насос не подает жидкость при давлении на входе ниже атмосферного.	Насос и всасывающий трубопровод не были залиты жидкостью перед пуском. Засасывается воздух через неплотности в соединениях всасывающего трубопровода, через пробки. При этом колебание показаний вакуумметра свыше 0,2 м	Выключите двигатель и залейте насос и всасывающий трубопровод. Осмотрите все соединения, пробки на крышке всасывания и при необходимости подтяните их.
Насос не развивает напор.	Зазор по уплотнениям рабочих колес превышает 1 мм.	Расточите корпуса и вставьте ремонтные втулки.
Повышенная вибрация насоса.	Неправильная центровка электродвигателя с насосом.	Отцентрируйте насос.
Вибрация на опорных лапах насоса более 0,05 мм	Изношен подшипник.	Замените подшипник.
Через сливную трубку идет свыше 6 % перекачиваемой жидкости	Износ вследствие чего увеличился дросселирующий зазор, изнасилась втулка.	Замените втулку, расточите крышку нагнетания и вставьте ремонтную втулку.

Таблица 2. Критерии отказов сборочных единиц

Наименование сборочной единицы (детали)	Критерии отказов
Опорные узлы ротора Втулка дистанционная	Разрушение подшипников Насос не развивает напор

Таблица 3. Критерии предельных состояния сборочной единицы

Наименование сборочной единицы (детали)	Критерии предельных состояний
Опорные узлы ротора Диск и кольцо гидропаты Втулка дистанционная, уплотняющие кольца, рабочие колеса	Разрушение подшипников Уход ротора в сторону всасывания до 3 мм Снижение напора до минимального значения, требуемого по условиям эксплуатации, но не менее чем на 10 %

Анализ основных неисправностей и причин отказов насосов ЦНС 300 был произведен на основании данных, взятых в НГДУ западной части Российской Федерации и экспертных оценок работников и специалистов, обслуживающих насосные агрегаты в цехах подготовки нефти. Аналог оборудования отображен на [Рисунке 1](#).



Рис. 1. Аналог насосного оборудования типа ЦНС 300

Опрос экспертов показал, что основными причинами, влияющими на отказ насосов является износ колец разгрузки, следствие чего приводит к выходу из строя щелевых уплотнений и снижению производительности насоса. Износ подшипников и износ посадочных гнезд в кронштейнах увеличивает вибрацию насоса, что приводит к преждевременному выходу их из строя. Истирание рабочих поверхностей рубашки вала и гайки ротора приводит к невозможности обеспечить необходимую герметичность насоса. Если гайку ротора можно заменить при проведении ППР, то рубашку вала можно менять только при проведении капитального ремонта, что также влияет на срок службы насоса.

На основании анализа работы, можно сделать вывод, что быстро изнашиваемыми деталями насосов ЦНС-300, влияющие на общую наработку насосов до отказа, являются: детали ротора, узла разгрузки и подшипниковые узлы. А именно: кольца разгрузки, рубашка вала, гайка ротора, втулка сальника, подшипники, кронштейн задний, кронштейн передний.

Разберем проблему опорного механизма и необходимость модернизации данного участка. Первоочередная проблема износа подшипника качения внутри подшипниковой камеры приемного и заднего кронштейна заключается в неправильной центровке насосного агрегата. При установке упругой втулочно-пальцевой муфты необходимо соблюдать соосность вала двигателя и вала насоса в пределах до 0,05 мм с предельным показателем, не влияющим на разрушение узла равным 4,5 мм/сек. (ГОСТ ИСО 10816-1-97). При несоблюдении, износ возникает из-за вибрации, которой помимо подшипника может вывести из строя другие сопряженные детали и механизмы. Следующая причина износа заключается в том, что внутрь камеры возможно попадание перекачиваемой среды (при перекачки минерализированной воды центробежным насосом на БКНС). Данная среда является агрессивной, попадание ее в камеру подшипника ускоряет коррозию, вследствие этого возникает коррозионный износ подшипника качения, который сопровождается нагревом подшипника и заклиниванием насосного агрегата. Заклинивание в свою очередь приводит к гидравлическому удару и при неисправной защите насоса от гидравлического удара приводит к поломке и большой потере времени на ремонт и восстановление агрегата, а так же возможно нарушение технологического процесса или возникновение аварии. Частый износ и замена подшипника приводит к износу посадок на валу, втулках и кронштейнах насоса. Подшипники качения необходимо периодически смазывать. Замена их на подшипники скольжения из специального материала, который будет рассмотрен далее, поможет сократить время на текущий ремонт насоса. В отличие от подшипников качения, подшипники скольжения обладают более высокой несущей способностью. Подшипники скольжения способны уменьшить колебания ротора в широком спектре частот и обеспечивают лучшие вибрационные характеристики. За счет замены штатного опорного узла насоса на предлагаемый узел скольжения снижается уровень вибрации (Абдурашитов и др., 1974).

Диагностика выхода из строя подшипников должна осуществляться датчиками температуры, показывающие изменение температуры от номинальной (максимальная температура нагрева 80 градусов) при отсутствии средств автоматизации необходимо проверять нагрев опорного узла эксплуатирующим персоналом. При изменении температуры дальнейшая эксплуатация насоса запрещена до устранения причины нагрева камеры подшипников и сообщать непосредственному руководителю для принятия дальнейших мер. Так же необходимо качественно производить плановые ремонты и использовать только те смазочные материалы, которые рекомендует завод изготовитель. Смазка должна храниться в металлической емкости, обеспечивающая не попадание в нее иных частиц (песка, стружки металла) (Дунаев, 1984).

Проблема сальниковых уплотнений. Герметичность зазоров между вращающимся валом и неподвижными частями обеспечивает сальниковая набивка. В основном на предприятиях используются графитовые и асбестовые набивки. При износе сальников, износе гайки ротора 19 или рубашки вала 15 происходит утечка перекачиваемой жидкости, тем самым объемный КПД насоса становится ниже. Допускаемое количество проточной жидкости 5 литров в час. Из строя может выйти втулка сальника, на которую, так же может попадать агрессивная перекачиваемая среда вследствие чего поджимной элемент сальников втулки отрывается от фланца, который поджимаются гайками. Шпильки поджимного фланца, как и все перечисленные детали и узлы, подвержены коррозионному износу. При срыве шпильки, процесс ремонта насоса очень трудоемкий, сопровождается большой потерей времени. Так же основной проблемой сальниковой набивки является попадание абразивов (песка, грязи) на поверхность набивки при не правильной ее установке. Решить проблему может установка торцевого уплотнения, преимущество которого заключается в работе пары подвижного и неподвижного графитового кольца. Данные элементы не допускают протечек и надежно герметизируют зазоры (Майер, 1978). На основании исследования недостатков насосов марки ЦНС можно применить патент А.С. №22149 F16J 15/00 по заявке №4852252/29 от 16.09.90 г. на изобретение в области опорно-уплотнительных узлов под авторством Касаткина А.П. Обладателем является индивидуальное семейное предприятие «Эконда» (Касаткин, 1990).

Так как невозможно устранить причины вызывающие быстрое изнашивание данных видов деталей, такие как: загазованность перекачиваемой сырой нефти, условия трения сальниковых уплотнений и т.д., – в данной статье, предлагается вариант модернизации опорно-уплотнительного узла, установкой торцевого уплотнения и замены радиально упорных подшипников на подшипник скольжения исключаящей в своей конструкции наиболее слабые узлы и детали насоса.

Помимо основных затронутых проблем данной статьи можно отметить и выход из строя разгрузочного устройство связанный с неправильной эксплуатацией насосного агрегата. Чаще всего из строя выходит пара кольца и диска гидропята. При работе насоса осевая сила, действующая на вал стремится сдвинуть его в сторону приема за счет разницы в давлении на линиях поступления и подачи (области разряжения). Баланс неподвижности вала обеспечивает разгрузочное устройство, состоящее из вышеупомянутых диска и кольца при помощи щелевого зазора и циркулирующей в ней рабочей среды, излишек которой, через трубку разгрузки отводится обратно на приемную линию насосного агрегата, за счет данной циркуляции перекачиваемой среды гидравлический КПД насоса понижается на незначительное число, так как рабочая среда циркулирует, тем самым насос работает в малой части «на себя». Диск может быть как литой, так и сборный с заменяемой накладкой рабочей поверхности места контакта с ответным кольцом. Износ поверхностей рассматриваемой пары элементов возникает при их непосредственном контакте, то есть при недостатке приема на линию всасывания насоса возникает большая среда разряжения, стремящаяся переместить вал в сторону всасывания, тем самым диск гидропята, посаженный на вал упертый ступицу гайкой ротора с диском разгрузки, минуя установленный зазор с жидкостью. В случае возникновения данной неполадки диск и кольцо изнашиваются за счет трения, возникшего между ними. В состав насосного агрегата входят высокооборотистые электродвигатели, то есть износ поверхностей пары кольца и диска может произойти достаточно быстро. Упомянутые элементы можно восстановить механической обработкой.

На токарном станке необходимо обработать изношенную поверхность. При наличии разборного диска гидропаты необходимо заменить изношенное кольцо.

Процесс ремонта разгрузочного устройства трудоемкий и занимает достаточно много времени. При износе устройства необходимо вывести агрегат из эксплуатации на время ремонта, разобрать электросхему, установить заглушки, пропарить и слить насос. Для снятия пары необходимо извлечь подшипник съемником, снять кронштейн, снять гайку ротора. После ремонта и повторной установки разгрузочного устройства нужно установить межосевой зазор, который должен составлять 6-8 мм для насосов типа ЦНС 300. Предотвращать износ необходимо своевременным проведением текущих ремонтов и правильной эксплуатацией насоса ([ГОСТ Р 54806-2011 \(ИСО 9905:1994\)](#)).

3. Заключение

На основании паспортных данных и практического применения оборудования на объектах подготовки и транспортировки нефти насосы типа ЦНС 300 получили большое распространения благодаря простоте конструкции, в частности это обусловлено минимальным количеством критичных узлов и применением пары опор в виде подшипников качения. Но, несмотря на всю простоту конструкции, есть ряд проблем, которые необходимо решать методом изменения базовой конструкции оборудования путем сокращения выходных концов вала, установкой блоков упорных с подшипниками скольжения и торцевые уплотнения. На данный момент в западной части Российской Федерации есть ряд организаций, модернизирующих данную конструкцию насосов под нынешние требования по надежности, не противоречащих требованиям нормативной документации ([Федеральные нормы и правила..., 2013](#)).

Литература

[Абдурашитов др., 1974](#) – *Абдурашитов С.А., Тупиченков А.А. и др.* Насосы и компрессоры. М., Недра, 1974, 296 с.

[Башта, 1982](#) – *Башта Т.М.* Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М., Машиностроение, 1982, 422 с.

[ГОСТ ИСО 10816-1-97](#) – ГОСТ ИСО 10816-1-97 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть I.

[ГОСТ Р 54806-2011 \(ИСО 9905:1994\)](#) – ГОСТ Р 54806-2011 (ИСО 9905:1994). Насосы центробежные. Технические требования. Класс I.

[Днаев, Леликов, 1984](#) – *Днаев П.Ф., Леликов О.П.* Детали машин. М.; Высшая школа, 1984. 336 с.

[Касаткин, 1990](#) – *Касаткин А.П.* Опорно-уплотнительный узел центробежных насосов. А.С. №22149 F16J 15/00. Б.И. №15, 1990, 4 с.

[Майер, 1988](#) – *Майер Э.Г.* Торцевое уплотнение. М., Машиностроение, 1978, 259 с.

[Насос](#) – Насос [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Насос> (дата обращения: 12.11.2018).

[Паспорт насоса...](#) – Паспорт насоса ЦНС 300 Ясногорского машиностроительного завода, г. Ясногорск, Тульская область.

[Федеральные нормы и правила..., 2013](#) – Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 08. Выпуск 19. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. 288 с.

References

[Abdurashitov dr., 1974](#) – *Abdurashitov, S.A., Tupichenkov, A.A. i dr.* (1974). Nasosy i kompressory [Pumps and compressors]. M., Nedra, 296 p. [in Russian]

[Bashta, 1982](#) – *Bashta, T.M.* (1982). Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody [Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives]. M., Mashinostroenie, 422 p. [in Russian]

[Dnaev, Lelikov, 1984](#) – *Dunaev, P.F., Lelikov, O.P.* (1984). Detali mashin [Machine parts]. M.; Vysshaya shkola, 336 p. [in Russian]

[Federal'nye normy i pravila..., 2013](#) – Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti «Pravila bezopasnosti v neftyanoi i gazovoi promyshlennosti» [Federal norms and

rules in the field of industrial safety "Safety rules in the oil and gas industry."]. Seriya 08. Vypusk 19. M.: Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo «Nauchno-tekhnicheskii tsentr issledovaniy problem promyshlennoi bezopasnosti», 2013. 288 p. [in Russian]

[GOST ISO 10816-1-97](#) – GOST ISO 10816-1-97 Vibratsiya. Kontrol' sostoyaniya mashin po rezul'tatam izmerenii vibratsii na nevrashchayushchikhsya chastyakh. Chast' I [GOST ISO 10816-1-97 Vibration. Monitoring the state of the machines as measured by vibration on non-rotating parts. Part I]. [in Russian]

[GOST R 54806-2011 \(ISO 9905:1994\)](#) – GOST R 54806-2011 (ISO 9905:1994). Nasosy tsentrobezhnye. Tekhnicheskie trebovaniya. Klass I [GOST R 54806-2011 (ISO 9905: 1994). Centrifugal pumps. Technical requirements. Class I]. [in Russian]

[Kasatkin, 1990](#) – *Kasatkin, A.P.* (1990). Oporno-uplotnitel'nyi uzel tsentrobezhnykh nasosov [Support-sealing unit of centrifugal pumps]. A.S. №22149 F16J 15/00. B.I. №15, 4 p. [in Russian]

[Maier, 1988](#) – *Maier, E.G.* (1988). Tortsevoe uplotnenie [Mechanical seal]. M., Mashinostroenie, 259 p.

[Nasos](#) – Nasos [Pump]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Nasos> (data obrashcheniya: 12.11.2018). [in Russian]

[Pasport nasosa...](#) – Pasport nasosa TsNS 300 Yasnogorskogo mashinostroitel'nogo zavoda [Passport of the CNS 300 pump of Yasnogorsk machine-building plant], g. Yasnogorsk, Tul'skaya oblast'. [in Russian]

Анализ неисправностей базовой конструкции насосов ЦНС

Сергей Юрьевич Ушияров ^{a,*}, Алексей Николаевич Терентьев ^a

^a Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация

Аннотация. В решении задач развития топливно-энергетической базы страны ведущее место отводится нефтяной и газовой промышленности. С каждым годом нефтедобывающая промышленность оснащается новым, более современным оборудованием. Основным направлением технического перевооружения является широкое внедрение в производство современных достижений науки и техники.

Особенностью нефтедобывающей промышленности является то, что наращивание объемов добычи нефти происходит за счет введения в эксплуатацию зарезервированных скважин и восстановления недействующего фонда скважин.

В ближайшие годы количество используемых насосных агрегатов большей единичной мощности будет увеличено. Эксплуатационная надежность насосов является одним из основных факторов, определяющих успешное выполнение задач по добычи нефти. Вследствие этого большое внимание следует уделять надежной работе узлов и деталей насосных агрегатов. В данной статье мы рассмотрим конструкцию и основные проблемы насосного оборудования типа ЦНС

Ключевые слова: нефть, насос, подшипник, узел, надежность.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: Ushi1991@bk.ru (С.Ю. Ушияров)