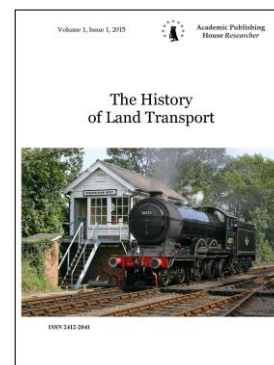


Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



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](http://www.ejournal38.com)



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

Ivan A. Ponomarev <sup>a, \*</sup>, Konstantin A. Kopylov <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 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](mailto: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<sup>†</sup> 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 воздуховоды 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<sup>†</sup>, 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-mashinostroitel'ya [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<sup>o</sup>13, vyp. 3, pp. 3-7. [in Russian]

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

Иван Александрович Пономарев <sup>a, \*</sup>, Константин Андреевич Копылов <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 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, редуционном 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](mailto:pi19119996@bk.ru) (И.А. Пономарев)