

# **Химический состав моторных масел и присадок к ним**

**Мирзомуддинов  
Исомуддин гр. 311(1)  
Вологодской ГМ ХА  
13 декабря 2019 г.**

# Моторные масла

Моторные масла – масла, применяемые главным образом для снижения трения между движущимися деталями поршневых и роторных двигателей внутреннего сгорания.

Все современные моторные масла состоят из базовых масел и улучшающих их свойства присадок. В качестве базовых масел обычно используют дистиллятные и остаточные компоненты различной вязкости (углеводороды), их смеси, углеводородные компоненты полученные гидрокрекингом и гидроизомеризацией, а также синтетические продукты (высокомолекулярные углеводороды, полиальфаолефины, сложные эфиры и другие). Большинство всесезонных масел получают путём загущения маловязкой основы макрополимерными присадками.

# История

Самое первое в мире моторное масло было запатентовано в 1873 году американским доктором Джоном Эллисом. В 1866 году Эллис изучал свойства сырой нефти в медицинских целях, но обнаружил, что сырая нефть обладает хорошими смазочными свойствами. Эллис залил экспериментальную жидкость в заклинившие клапаны большого V-образного парового двигателя. В результате клапаны освободились и стали двигаться свободнее, а Джон Эллис зарегистрировал бренд Valvoline (от Valve — «клапан» и Oil — «масло», то есть «клапанное масло») — первый в мире бренд моторного масла.

Для смазывания цилиндров паровых машин использовались сначала животные жиры, а затем — специальные высоковязкие остаточные нефтяные масла (цилиндровые масла: цилиндровое 24 — вискозин, цилиндровое 52 — вапор, и другие) с добавкой животных жиров, обладающие достаточно высокой температурной стабильностью и водоотталкивающими свойствами. По сравнению с современными моторными маслами цилиндровые масла отличались очень высокой вязкостью (даже по сравнению с современными высоковязкими моторными маслами), вследствие чего для смазывания двигателей внутреннего сгорания оказались неприменимы.



В первых двигателях внутреннего сгорания для смазывания использовались самые различные материалы, от минеральных масел до растительных. Касторовое, или рициновое, масло в этой роли дожило до Первой мировой войны, в годы которой оно широко использовалось для смазки радиальных авиамоторов, а в СССР могло применяться и в конце 1920-х годов из-за дефицита нефтепродуктов; оно обеспечивало хорошую смазку благодаря высокой вязкости, но быстро засоряло двигатель нагарами и смолистыми отложениями, ввиду чего требовалась его очень частая — каждые 500...600 км — разборка для очистки. Со временем, однако, доминирующее положение окончательно заняло минеральное (нефтяное) масло, получаемое из нефти путём дистилляции по топливно-масляному варианту (масляный дистиллят нефти, получаемый вакуумной перегонкой мазута или смеси гудрона с мазутом).

Вплоть до 1930-х — 40-х годов все моторные масла представляли собой чистое минеральное масло без каких либо добавок (автол), аналогичное обычному машинному маслу, используемому для смазки станков. Качество масла определялось степенью его очистки — хорошо очищенные масла имели золотисто-медовый или янтарный оттенок и высокую прозрачность, они содержали меньше вредных для двигателя примесей и оставляли в нём меньше отложений. Изначально для очистки смазочных масел использовался известный ещё с середины XIX века кислотный метод, в ходе которого масло обрабатывалось концентрированной серной кислотой, расщеплявшей содержащиеся в нём непредельные углеводороды и азотистые основания, а затем остатки кислоты нейтрализовались щёлочью. При кислотной очистке масло после обработки кислотой подвергалось дополнительной обработке белой глиной, адсорбирующей высокомолекулярные асфальто-смолистые соединения, что давало более качественный продукт. С 1920-х — 30-х годов постепенно начинает получать распространения очистка масел селективными растворителями (фенольная, фурфурольная), которая позволяла получать масла ещё более высокого качества, в первую очередь — обладающие более высокой стабильностью.

# Состав моторных масел

Марка	Базовые масла	Присадки
<b>Универсальные всесезонные масла (для бензиновых двигателей)</b>		
SAE 0W-40 API SL/CF SAE 0W-30 API SL/CF	Синтетическая база (гидрокрекинг) VHVI + синтетическая база ПАО (полиальфаолефины)	+ Сбалансированный пакет присадок Lubrizol, Infenium, Дополнительные компоненты, усиливающие антиокислительные и противоизносные свойства масел (ноу-хау компании).
SAE 5W-30 API SL/CF SAE 5W-40 API SL/CF SAE 10W-40 API SL/CF SAE 10W-30 API SL/CF SAE 10W-40 API SJ/CF SAE 5W-40 API SJ/CF SAE 5W-30 API SJ/CF	Минеральная база + синтетическая база (гидрокрекинг) VHVI - в большей пропорции	
SAE 10W-40 API SG/CD SAE 10W-40 API SF/CC SAE 10W-30 API SF/CC SAE 10W-30 API SJ/CF	Минеральная база + синтетическая база (гидрокрекинг) VHVI - в меньшей пропорции	
SAE 15W-40 API SG/CD SAE 15W-40 API SF/CC SAE 20W-50 API SG/CD SAE 20W-50 API SF/CC	Минеральная база	
<b>Универсальные всесезонные масла (для дизельных двигателей)</b>		
SAE 5W-40 API CF-4/SG SAE 5W-40 API CG-4/SJ	Минеральная база + синтетическая база (гидрокрекинг) VHVI - в большей пропорции	+ Сбалансированный пакет присадок Lubrizol, Infenium, Дополнительные компоненты, усиливающие антиокислительные и противоизносные свойства масел (ноу-хау компании).

Тем не менее, даже наиболее качественные масла тех лет при работе в мало-мальски форсированных моторах ввиду своей низкой термоокислительной стабильности очень быстро окислялись, особенно при работе в зоне поршневых колец, что вызывало накопление в двигателе высокотемпературных (лаки, нагары) и низкотемпературных (шламы) отложений, закоксовывание (пригорание) поршневых колец, а также коррозию постелей коренных подшипников коленчатого вала из-за накопления в масле образующихся при его окислении органических кислот. Накопление отложений, в свою очередь, приводило к снижению компрессии, ухудшению теплоотвода, повышению износа и целому ряду других негативных явлений. Само масло быстро старело из-за накопления в нём загрязнений и продуктов окисления и износа, причём загрязнения в его составе быстро слипались в крупные асфальто-смолистые частицы, резко затрудняющие фильтрацию. Поэтому интервалы между заменой масла в двигателе были очень малы — менее 1000 км пробега, а в авиации — несколько десятков часов. Систему смазки двигателей приходилось периодически промывать маловязким (веретённым) маслом, а сам двигатель — регулярно разбирать для удаления отложений в камере сгорания, на поршнях и в масляном картере. Особенно большие проблемы возникали при эксплуатации дизельных двигателей, в которых из-за более жёсткого теплового режима особо остро стояла проблема закоксовывания поршневых колец и потери компрессии, что в случае дизеля, в котором воспламенение рабочей смеси происходит за счёт её сжатия, приводило сначала к резкому ухудшению пусковых свойств, а затем и полной потере работоспособности. Конструктивные меры, вроде использования принудительного масляного охлаждения днищ поршней специальными форсунками, помогали мало.

# Общие требования к моторным маслам

Моторное масло — важный элемент конструкции двигателя. Оно может длительно и надежно выполнять свои функции, обеспечивая заданный ресурс двигателя, только при точном соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым масло подвергается в смазочной системе двигателя и на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей. Взаимное соответствие конструкции двигателя, условий его эксплуатации и свойств масла — одно из важнейших условий достижения высокой надежности двигателей. Современные моторные масла должны отвечать многим требованиям, главные из которых перечислены ниже:





высокие моющие, диспергирующе-стабилизирующие и солюбилизирующие способности по отношению к различным нерастворимым загрязнениям, обеспечивающие чистоту деталей двигателя за счёт предотвращения осаждения на них загрязнений, находящихся в составе масла; высокие термическая и термоокислительная стабильности позволяют использовать масла для охлаждения поршней, повышать предельный нагрев масла в картере, увеличивать срок замены; достаточные противоизносные свойства, обеспечиваемые прочностью масляной плёнки, нужной вязкостью при высокой температуре и высоком градиенте скорости сдвига, способностью химически модифицировать поверхность металла при граничном трении и нейтрализовать кислоты, образующиеся при окислении масла и из продуктов сгорания топлива, отсутствие коррозионного воздействия на материалы деталей двигателя как в процессе работы, так и при длительных перерывах; стойкость к старению, способность противостоять внешним воздействиям с минимальным ухудшением свойств; пологость вязкостно-температурной характеристики, обеспечение холодного пуска, прокачиваемости при холодном пуске и надежного смазывания в экстремальных условиях при высоких нагрузках и температуре окружающей среды; совместимость с материалами уплотнений, совместимость с катализаторами системы нейтрализации отработавших газов; малая вспениваемость при высокой и низкой температурах; малая летучесть, низкий расход на угар (экологичность). К некоторым маслам предъявляют особые, дополнительные требования. Так, масла, загущённые макрополимерными присадками, должны обладать требуемой стойкостью к механической термической деструкции; для судовых дизельных масел особенно важна влагостойкость присадок и малая эмульгируемость с водой; для энергосберегающих — антифрикционность, благоприятные реологические свойства. Для двухтактных бензиновых двигателей применяются специально предназначенные для них масла.

# Основные свойства моторных масел

Вязкость — одно из важнейших свойств масла, определяющее его применимость в двигателях различных типов. Различают динамическую, кинематическую и техническую вязкость. Динамическая вязкость обусловлена внутренним трением между движущимися слоями масла и измеряется в пуазах (П). Кинематическая вязкость — определяется как отношение динамической вязкости к плотности при той же температуре и измеряется в сантистоксах (сСт). Техническая, или условная вязкость определяется как отношение времени истечения из вискозиметра 200 мл масла, взятого в секундах, ко времени истечения из того же вискозиметра при тех же условиях 200 мл воды. В настоящее время для оценки этого свойства масла как правило используется индекс вязкости, характеризующий пологость кривой зависимости кинематической вязкости масла от температуры. Коксуемость — определяет склонность масла к образованию нагаров и смол. Низкую коксуемость имеют хорошо очищенные масла. В ходе эксплуатации автомобиля коксуемость масла, залитого в его двигатель, повышается из-за процессов окисления и смолообразования. Склонность масла к образованию нагара характеризует его коксовое число, определяемое по результатам испарения 10 г масла в безвоздушной среде. Для маловязких масел коксуемость обычно составляет не более 0,1 — 0,15 %, для масел с большой вязкостью — до 0,7 %.

## БАЗОВОЕ МАСЛО

Моторное

75-95%

Трансмиссионное

75-97%

Гидравлические  
жидкости

85-99%



## ПАКЕТЫ ПРИСАДОК

Моющие

Диспергирующие

Противоизносные

Противозадирные

Антиокислительные

Антикоррозионные

Вязкостные

Депрессорные

Модификаторы трения

Противопенные

Деземულიрующие

Мирзомуддинов Исомуддин гр. 311(1)  
Вологодской ГМ ХА 13 декабря 2019 г.  
Проверила: Полянская И.С.

**Спасибо за внимание!**