



Следующая ступень

По мере прогресса в автомобильном моторостроении и повышения нагрузки поршневых двигателей внутреннего сгорания возрастали и требования к смазочным материалам. На смену минеральным основам пришли гидрокрекинг и различные синтетические технологии. Однако поиски идеального масла продолжаются. И сегодня для ДВС реализована технология на базе полиалкиленгликолей (PAG), имеющих самые выдающиеся на текущий момент характеристики и при этом дружественных к окружающей среде.

Базовые масла, тем или иным образом получаемые из сырой нефти, во многом уже не соответствуют повышенным требованиям, предъявляемым к смазочным материалам, и все чаще заменяются высококачественными синтетическими маслами. К этому ведут как повышение температурных режимов работы двигателей в сочетании с ростом удельного давления в парах трения, так и стремление к увеличению межсервисных интервалов.

Для тех, кто активно использует легковой автомобиль, проезжая до сотни тысяч километров в год, а то и более, качество масла особенно актуально. Ведь у них на каждый год эксплуатации приходится несколько за-

мен масла, а значит – несколько десятков тысяч километров двигатель работает уже на прилично отработанном масле. В отличие от тех, кто меняет масло раз в год, активные водители рискуют через три года остаться при новом на вид и еще вполне современном автомобиле, но с сильно изношенным двигателем.

Качество моторного масла проявляется при длительной работе в моторе – оно должно сохранять стабильные характеристики смазывания и раньше времени не окисляться. Будучи смесью базовой основы и пакета присадок, придающих необходимые моющие-диспергирующие, противоизносные и противозадирные, вязкостные и другие свойства, масло на нефтяной базе сильно зависит от выработки этих присадок. Однако долгие годы именно нефтяные углеводороды оставались практически безальтернативным источником базового масла, несмотря на существование основ, куда более подходящих по своим исходным свойствам для работы в двигателях.

Новое – не использованное старое

На самом деле, PAG-масла, то есть полиалкиленгликоли, были открыты не вчера. Активные работы с ними начались еще в 30-х годах прошлого века. Уже тогда специалисты обратили внимание на их уникальные характеристики: высокий индекс вязкости, устойчивость к сдвигу и механическим нагрузкам, а также температурную стабильность.

Собственно, и применение PAG в качестве моторных масел – не новость. Перед Второй Мировой войной на них обратили внимание создатели авиационных моторов, которые тогда были исключительно поршневыми. Во время самой войны они использовались ВВС США в двигателях самолетов разного типа: истребителей P-38s («Лайтнинг» – тяжелый двухмоторный истребитель компании Lockheed), истребителей-бомбардировщиков P-47s (P-47 Thunderbolt производства фирмы Republic), и бомбардировщиков B-25s (North American B-25 Mitchell).

Огромные расстояния и, соответственно, большие наработки летных часов двигателей, заставили конструкторов искать решение, продлевающее их ресурс и межсервисный интервал. Дело в том, что раньше воздушные бои велись вблизи от прифронтовых баз авиации, время жизни самолетов в воздухе было небольшим, и особой нужды в заботе о ресурсе не было – обычно самолет сбивали раньше, чем наступит износ. Но на Тихом океане надо было пролететь до тысячи километров перед вступлением в бой, а масса вылетов проходила впустую – противники просто не встречались. Вот тут и пригодились уникальные свойства PAG.

Использовали PAG и немецкие «Люфтваффе» – на самолетах, охотящихся за конвоями союзников в условиях крайнего севера. Тут пришлось весьма кстати высокий индекс вязкости. Ведь двигатели приходилось запускать «на холодную» при температу-



PAG-масла десятилетиями работают в различных компрессорах, не теряя первоначальных свойств – как в холодильниках, так и под капотами автомобилей.

рах до -60°C, а в работающем двигателе масло прогревалось до очень высоких температур. Авиационные поршневые двигатели являются высокофорсированными. Скорости вращающихся деталей достигают 2800 об/мин (вал) и даже 25000 об/мин (отдельные детали), удельные нагрузки на трущиеся поверхности – до 1200 кг/см. В двигателе масло попадает в различные температурные условия. Например, температура в камере сгорания составляет 1500-2500°C, температура днища поршня – до 300°C.

После войны полиалкиленгликолевые масла «вышли на гражданку». В США на фоне конверсии сильно укрепившейся за годы войны промышленности как раз начинался бум в сфере бытовой техники. «Холодильник в каждый дом» – такой тогда был лозунг. При этом никому из производителей бытовых холодильников не улыбалась перспектива ежегодного обслуживания десятков миллионов бытовых холодильников. Да и потребители хотели один раз купив холодильник, чтобы он проработал двадцать лет. Кроме того, замена масла в компрессоре холодильного оборудования требует замены фреона, а это накладно. И тут снова выручили PAG – они десятилетиями работают в компрессорах, не теряя первоначальных свойств. Собственно, в компрессорах автомобильных кондиционеров также работают PAG-масла.

А чем же все это время занимались автопроизводители? Неужели они не обратили внимания на полиалкиленгликолевые масла? Конечно же, обратили – в 50-х годах, когда автоладельцы в разбогатевших после войны США стали ездить больше и дальше, не скупясь жесть дешевый бензин тоннами, производители автомобилей отметили уникальные свойства PAG в плане защиты двигателя. Эксперименты с PAG проводились вплоть до 70-х. С точки зрения основной функ-



Во время Второй мировой войны синтетические смазочные материалы, в том числе и на основе PAG, активно использовали военно-воздушные силы США и немецкие Luftwaffe.

ции масла результаты были хорошие, однако выяснились недостатки эксплуатационного плана.

В отличие от базовых масел нефтяного происхождения PAG оказались гидрофильными. То есть, они впитывают влагу и растворяются в воде. В закрытой среде холодильных компрессоров это не имело значения. Да и в авиационных моторах также было некритично, т.к. наработка часов авиадвигателя в любом случае, а тем более на войне – не такая, как в автомобиле, двигатель которого может работать до одной-двух тысяч часов в год (3-5 часов в день), не говоря уже о машинах такси. Кроме того, температурный режим автомобильного двигателя тех лет не способствовал быстрому испарению воды. Да и изготовлялся он не из алюминия, как сегодня – то есть попросту ржавел от присутствия влаги в масле.

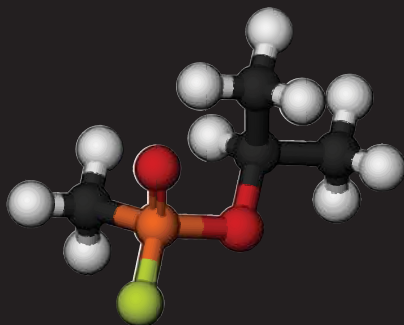
В принципе, можно предположить, что при желании с гидрофильностью PAG химики могли справиться уже тогда. Однако выяснилась еще одна

особенность – полиалкиленгликолевые масла в исходном виде не растворяются в других углеводородных основах. А теперь представим себе ситуацию, когда требуется долив масла, который выполнялся часто кем попало и когда попало: владельцем в гараже, заправщиком на заправке. Никак невозможно проконтролировать, чтобы владелец или механик случайно не долили в PAG-масло обычной минералки.

Очевидно, что наличие двух несмешиваемых основ в масле приведет к постоянным разрывам масляной пленки и очень быстрому выходу двигателя из строя – «стуканет» чуть ли не за первым поворотом. И сколько ни пиши предупреждений на крышке маслосливной горловины, хоть табличку размером с коробку конфет рядом прикручивай – все равно случаи будут постоянно. А за ними, поскольку США страна юристов и прецедентного права – иски и бесконечные суды: не того цвета табличка, не на всех языках написано, нет подсветки таблички

для замены масла в темноте, механик неграмотный... Поэтому от внедрения идеи в массовое производство решили отказаться.

Тем не менее эксперименты с PAG продолжались – уж очень привлекательны были их свойства. Так, в 1998 году Renault занялся разработкой так называемого «необслуживаемого» автомобиля ELLYPSE. Прототип должен был проехать как минимум 100 000 км без какого либо ремонта или обслуживания. Вот тогда снова вспомнили про PAG-масла. К счастью для индустрии автосервиса, от дальнейшего развития проекта отказались – показали ELLYPSE на нескольких выставках в 2002 году, на том и покончили. Хотя совсем тему PAG не оставили – RENAULT и FIAT продолжали исследования. Чем завершились непосредственно их изыскания, нам установить не удалось, но так или иначе исследователи химических концернов не оставляли попыток получить от PAG все возможное, и наконец это им удалось.



Полиалкиленгликоли образуются из газов, таких как окись этилена и окись пропилена, которые, в свою очередь, получают с помощью крекинга более длинных углеводородных цепочек из нефти или природного газа. Можно синтезировать окиси этилена и пропилена из возобновляемого сырья, такого как этанол или глицерин.

Полиалкиленгликоли имеют исключительно важное значение для получения специальных смазочных материалов, тормозных жидкостей, гидравлических жидкостей и СОЖ. Широко применяются как охлаждающие жидкости в системах охлаждения автомобилей, при обработке металлов, как тормозные и гидравлические жидкости. Применяются они в качестве высокотемпературных смазок и теплоносителей в бумажной, керамической, стекольной и других отраслях промышленности.

Для получения масел с высокими противозадирными свойствами в

Немного химии PAG

структуру полиалкиленгликолей вводят различные концевые группы OH, алкокси- и алкиламино-группы. Их применяют в качестве смазочных масел специального назначения (например, для электродвигателей, оборудования в производстве мороженого) и в качестве смазочных масел для компрессоров, насосов, подшипников и трансмиссий, работающих в условиях высоких температур, а также для производства каучука.

Их получают в результате взаимодействия соединений, содержащих OH-группы или другие активные атомы водорода (воду, спирты, диолы, полиолы, карбоновые кислоты, амины), с алкилен-оксидами (эпоксидами, циклическими радикалами) в присутствии специальных щелочных катализаторов. То есть, полиалкиленгликоли представляют собой полимеры окиси алкиленов.

Они могут использоваться в широком диапазоне температур, мало склонны к образованию отложений и способны стабилизировать продукты собственного разложения. Обладают прекрасными вязкостно-температурными свойствами и при нагревании не оставляют никаких отложений в деталях. На вязкостно-температурном графике полигликоли не дают прямых линий.

Очень важен тот факт, что молекулярную массу и, следовательно, вязкость полиалкиленгликолей можно регулировать в узких пределах в процессе их получения.

Благодаря содержанию атомов кислорода они обладают лучшей растворяющей способностью по сравнению с углеводородами, а также сильным электрическим зарядом, определяющим «примагничивание» масляной пленки к смазываемым металлическим поверхностям. При использовании PAG снижается развитие усталостного износа в подшипниках качения и коробках передач, их свойства могут быть улучшены введением противозадирных присадок. По несущей способности эти масла превосходят минеральные.

При использовании полиэтиленгликолей в качестве моторных масел их высокая растворяющая способность предотвращает образование отложений за счет растворения в них образующихся осадков. Низкая зольность и отсутствие склонности к коксообразованию позволяют использовать полигликоли в качестве базовых масел для смазочных материалов, содержащих графит и дисульфид молибдена. В некоторых случаях вообще может применяться без детергентов и дисперсантов.

Новое полностью синтетическое моторное масло на основе полиалкиленгликоля, который является биоразлагаемым, может обеспечить экономию топлива до 3% в автомобилях. Ученый **Матиас Войдт** (Mathias Woydt) из исследовательской группы ВАМ Федерального института исследований и испытаний материалов (Германия, Берлин) подсчитал, что полиалкиленгликоль (ПАГ) может уменьшить выбросы углекислого газа (CO₂) примерно на пять граммов на километр. Преимущества ПАГов в экономии топлива особенно ярко выражены в городском транспортном потоке. Кроме того, транспортное средство будет должно менять масло только приблизительно через каждые 30 000 км.



Революция свершилась!

Наконец, химики нашли способ синтеза полиалкиленгликолей, при котором структура их молекул обеспечивает смешивание с углеводородными маслами, как нефтяными, так и синтетическими. А также снижает гидрофильность до значений, несущественных с точки зрения использования ПАГ в качестве моторных масел. При этом все преимущества ПАГ сохранены, а их немало. Выше мы уже упоминали о главных их них.

Еще раз отметим, что ПАГ характеризуются очень высоким индексом вязкости, то есть их вязкость меньше изменяется в широком диапазоне температур, чем у других базовых масел. А это значит, что можно использовать меньше присадок-загустителей. В нефтяные базовые масла добавляют специальные молекулы, представляющие собой очень длинные цепочки атомов. В холодном масле они плавают, скрутившись в микроскопические комочки, и никак не влияют на вязкость масла. Когда же масло нагревается, загустители распрямляются, и начинают сцепляться между собой, не давая маслу разжижаться слишком сильно.

Проблема присадок-загустителей в том, что они подвержены механическому разрушению — они просто ломаются в процессе эксплуатации масла, соответственно его индекс вязкости падает. С ПАГ такой проблемы нет — эти масла сами по себе способны сохранить достаточную вязкость даже в нагретом дви-





гатель. При этом PAG обеспечива-
ют и более щадящий холодный пуск
– это происходит именно благодаря
поляризации. Заряженные молеку-
лы притягиваются к металлу, поэто-
му минимальная масляная пленка
остается на парах трения даже после
длительной стоянки, и в первые
мгновения после старта двигатель
уже не работает «на сухую», что

обычно является одним из основ-
ных факторов износа.

Низкая зольность PAG и отсут-
ствие склонности к коксообразова-
нию значительно снижают нагароо-
бразование в двигателе. Особенно
это заметно на дизельных двигате-
лях, у которых при наличии сажево-
го фильтра декларируется интер-
вал замены масла в 30 тыс. км.
Практика эксплуатации подконт-
рольного редакцией журнала
autoExpert автомобиля Volkswagen
Transporter T5 на PAG-масле
XENUM XPG показывает, что ре-
жим сероочистки сажевого филь-
тра включается вдвое реже. Это оз-
начает не только то, что сам фильтр
прослужит дольше. Намного важ-
нее, что меньше нагара образуется
в самом двигателе, который режи-
мом самоочищения не оснащен.

PAG-масло обладает большей
теплоемкостью, чем PAO, поэтому
значительно эффективнее охлаж-
дает двигатель. Высокая стабиль-
ность и прочность (несущая способ-
ность и устойчивость к сдвигу) мас-
ляной пленки снижает нагрузки и
потерю энергии в поршневой систе-
ме, что сказывается снижением
расхода топлива. Что, учитывая его

постоянно растущую стоимость, по-
зволяет в определенной мере ком-
пенсировать более высокую
стоимость PAG-масел.

Для сравнения, стоимость 4-х
литров масла XENUM XPG равняется
по стоимости 5 литрам PAO-масла той
же марки. А ведь стоит учесть еще и
экономии на продлении ресурса дви-
гателя, хотя ее и трудно посчитать для
конкретного автомобиля.

Полное название XENUM XPG –
PAG **Ultimate Racing Oil**, то есть мас-
ло призвано защищать двигатель в
самых экстремальных режимах ра-
боты, а при обычной ежедневной
эксплуатации, соответственно – на
увеличение безопасного для двига-
теля интервала замены. А поскольку,
как уже было сказано, обеспечена
полная растворимость с другими уг-
леводородными базами, масло мо-
жет быть залито в двигатель после
другого синтетического или полусин-
тетического масла – его остатки ни-
чем не повредят сверх обычного (ос-
татки загрязнений т.п.). При повтор-
ной же замене XENUM XPG можно
уверенно рассчитывать на макси-
мально возможную чистоту и защи-
щенность мотора.

Подготовил **Иван Савельев**

XENUM XPG 5W40

ACEA

C3-12

Физические характеристики:

Густота при 15°C, кг/л

0,860

Вязкость при -30°C, mPa.s

5700

Вязкость при 40°C, мм²/с

87,90

Вязкость при 100°C, мм²/с

14,80

Индекс вязкости

177

Температура вспышки, °C

224

Температура застывания, °C

-39

API SN,

MB 229.51/229.52, VW 502.00/505.00/505.01

Dexos 2,

BMW Longlife-04

XENUM XPG 5W30

ACEA

C3-12

Физические характеристики:

Густота при 15°C, кг/л

0,856

Вязкость при -30°C, mPa.s

4180

Вязкость при 40°C, мм²/с

65,50

Вязкость при 100°C, мм²/с

11,60

Индекс вязкости

185

Температура вспышки, °C

224

Температура застывания, °C

-45

Сульфатная зола, %

0,78

Общее щелочное число (TBN), мгKOH/г

7,2

API SN, MB 229.51/229.52, VW 502.00/505.00/505.01

Dexos 2, BMW Longlife-04



BLUE PERFORMANCE

PAG масла XENUM характеризуються дуже високим індексом в'язкості, завдяки поляризації молекул забезпечують більш щадний холодний пуск, низька зольність і відсутність схильності до коксоутворення значно знижують нагароутворення в двигуні, мають велику теплоємність, тому значно ефективніше охолоджують двигун, а висока стабільність і міцність масляної плівки знижує навантаження і втрату енергії в поршневій системі, що знижує витрати палива.



XENUM[®]

TECHNO CHEMICALS

Представництво компанії XENUM в Україні:

Фірма DAN AUTO

Львівська обл. • м. Новояворівськ • вул. І.Франка 4 • 81054

тел.: +380 975 030 193 • +380 676 762 556

office@xenum.ua • www.xenum.ua

Follow us on:

