

## **Основные физико-химические показатели качества масел**

### **Вязкость**

Важнейший показатель, определяющий пусковые и эксплуатационные характеристики машин и механизмов. В узлах трения смазочные масла должны обладать достаточно низкой вязкостью для того, чтобы обеспечить минимальные потери энергии на перемешивание и преодоление внутреннего трения. В то же время, они должны иметь достаточно высокую вязкость для того, чтобы обеспечить режим трения со смазкой, гарантирующим реализацию нормального изнашивания и отсутствие повреждаемости поверхностей трения, а также низкий уровень утечек через уплотнения (особенно при повышенных температурах).

Вязкость зависит от состава масла, а также температуры, давления, скорости сдвига и времени работы масла в узле трения. С увеличением температуры вязкость масел уменьшается, а с повышением давления - увеличивается. В связи с возрастающим использованием в составе смазочных масел противоизносных, противозадирных, антифрикционных, и др. присадок значение вязкости, как основного показателя, характеризующего режим смазывания узлов трения, постепенно снижается. Поэтому в последние годы для оценки динамической вязкости все более широкое применение находят специфические показатели холодного пуска (Cold Cranking). Чтобы обеспечить холодный пуск двигателя (проворачивание коленвала стартером и прокачивание масла по системе смазки) при низких температурах, вязкость не должна быть очень большой. При высоких температурах масло не должно иметь очень малую вязкость, чтобы создавать прочную масляную пленку между трущимися деталями и необходимое давление в системе.

Динамическая вязкость представляет собой произведение кинематической вязкости на плотность жидкости, в международной системе единиц (СИ), динамическая вязкость измеряется в Паскаль - секундах [Па·с].

Для обеспечения необходимой вязкости во всем диапазоне рабочих температур всесезонные моторные масла изготавливают из маловязкой основы и полимерных загущающих присадок (модификаторов вязкости). Способность снижать вязкость в зависимости от скорости уменьшает потери на внутреннее трение в масле и, соответственно, потери мощности двигателя. Например, при движении поршня от верхней или нижней мертвой точки его скорость возрастает и в определенный момент возникает гидродинамический режим смазки (масло полностью разделяет поверхности деталей). Полимерная загущающая присадка в это

время понижает вязкость масла, тем самым снижая потери мощности, развиваемой двигателем.

### **Индекс вязкости**

Индекс вязкости (сокращенно VI, от английского Viscosity Index) безразмерный показатель характеризует зависимость вязкости масла от изменения температуры.

Чем больше индекс вязкости, тем лучше качество масла, тем меньше вязкость масла изменяется при колебании температуры. Он зависит от углеводородного состава масла, наличия вязкостных (загущающих) присадок, глубины очистки масляных фракций.

Рассчитывается или находится по таблицам и номограммам в зависимости от значений кинематической вязкости при 50 и 100°C.

### **Кинематическая вязкость**

Мера сопротивления жидкости течению под влиянием гравитационных сил. Характерна для простых масел при положительных температурах, определяется в капиллярных вискозиметрах. Выражается в СИ в м<sup>2</sup>/с, а также в мм<sup>2</sup>/с или сантистоксах (сСт); 1 сСт = 1 мм<sup>2</sup>/с = 10<sup>-6</sup>м<sup>2</sup>/с.

### **Условная вязкость (ВУ)**

Отношение времени истечения определенного количества испытуемой жидкости при заданной температуре из вискозиметра типа Энглера ко времени истечения дистиллированной воды. Выражается в условных единицах (ВУ).

### **Зольность сульфатная**

Показатель, указывающий наличие золообразующих компонентов (гл. обр. металлосодержащих присадок) (в т. ч. содержащих барий, кальций, магний, цинк, калий, натрий, олово, а также элементарную серу, фосфор, хлор) и примесей в составе неработавших масел. Выражается в % масс.

Основным источником образования золы являются металлосодержащие присадки, поэтому показатели "зольность" и "сульфатная зольность" чаще всего используются для оценки их присутствия в товарных маслах. Вместе с тем, под действием температуры в узлах трения может происходить образование золы (как правило, сульфаты металлов), способной образовывать на деталях отложения, что может привести к существенному снижению износостойкости узлов трения и понижению других эксплуатационных характеристик машин и механизмов. Поэтому в некоторых типах смазочных масел регламентируются предельные значения этого показателя.

### **Испаряемость**

Показатель, указывающий потери от испарения при работе масел. Выражается в %.

Зависит от фракционного состава базовых масел. Чем ниже испаряемость, тем меньше потери, степень загущения и склонность к образованию отложений при эксплуатации масел.

### **Температура вспышки**

При повышении температуры из масла выделяются пары, которые при поднесении открытого огня вспыхивают. Эта температура называется температурой вспышки, которую можно измерять либо в открытом (Cleveland), либо закрытом тигле (Pensky-Martens). Выражается в °C.

Зависит от фракционного состава масел и характеризует наличие в них легкокипящих фракций. Косвенно связан с показателями испаряемости масел. Используется также для контроля качества при производстве и хранении масел. Характеризует также пожароопасность масел.

### **Температура застывания**

Показатель, указывающий температуру, при которой нефтепродукт теряет подвижность. Выражается в °C.

Это самая низкая температура, при которой масло еще полностью не потеряло текучесть при наклонении пробирки, в которой его охладили. Температура застывания характеризует момент резкого увеличения вязкости при снижении температуры, или кристаллизации парафина вместе с повышением вязкости в такой степени, что масло становится твердым.

### **Щелочное число**

Показатель склонности масел к отложениям, указывающий количество щелочи, выраженное в мг КОН эквивалентное содержанию всех щелочных компонентов в 1 г испытуемого масла. Выражается мг КОН/г.

В процессе эксплуатации в смазочных маслах накапливаются кислые и/или щелочные продукты, которые образуются в результате окисления, разрушения молекул базового масла и присадок, загрязнения масел, в том числе, накопления в них продуктов неполного сгорания топлива, сажи.

Характеризует глубину и качество очистки базовых масел. Применяется также в качестве товарного показателя при производстве и хранении масел.

С увеличением щелочного числа повышается способность масла нейтрализовывать коррозионно-агрессивные кислые продукты, образующиеся при его окислении. Вместе с тем, избыточная щелочность, не пошедшая на нейтрализацию кислых продуктов, оказывает

отрицательное влияние на противоизносные и противозадирные свойства масел.

Общее щелочное число (TBN) и общее кислотное число (TAN) анализируются в лабораторных условиях.

#### **Кислотное число**

Показатель коррозионной и защитной способности масел, указывающий количество мг КОН, расходуемое на нейтрализацию всех кислых компонентов, содержащихся в 1г испытуемого масла. Выражается мг КОН/г.

Детали, изготовленные из сталей и, особенно, сплавов цветных металлов при химическом взаимодействии с кислыми продуктами подвергаются коррозии. В процессе хранения и эксплуатации в результате окисления кислотное число растет, а коррозионная агрессивность масел увеличивается.

#### **Плотность и удельный вес**

Плотность вещества - это соотношение его массы к объему (кг/м<sup>3</sup>). Удельный вес - соотношение массы определенного объема вещества к массе соответствующего объема воды при 20°C. Плотность и удельный вес зависят от температуры. Зависит от фракционного состава базовых масел. Используется главным образом для контроля качества при производстве и хранении масел. Применяется также для пересчета объемных единиц в массовые при отпуске масел потребителю. Плотность измеряется ареометром.

#### **Термоокислительная стабильность**

Показатель, служащий для условной оценки склонности смазочных масел к образованию лаковых отложений на деталях и эффективности присадок, уменьшающих лакообразование. В процессе работы масел при повышенных температурах в сочетании с каталитическим действием металлов и активным влиянием кислорода воздуха происходит окисление масел с образованием нерастворимых веществ и осаждению их на нагретых деталях. При этом ухудшаются эксплуатационные характеристики масел: повышается вязкость, кислотное число, коррозионность, ухудшаются противозадирные свойства.

Определение термоокислительной стабильности по методу Папок. Нормируемым показателем стабильности в этом методе является время, в течение которого при заданной температуре масло в условиях испытания создает лаковую пленку, способную удержать стандартное кольцо при отрыве его усилием. Нормами предусмотрено, что термоокислительная стабильность при 250°C для авиационных, автомобильных и дизельных масел не должна быть менее 17—35 мин.

#### **Механическая стабильность**

Способность всесезонного (загущенного) масла противостоять процессам механической деструкции вязкостных полимерных присадок. Выражается в мм<sup>2</sup>/с или %. Уменьшение вязкости в результате деструкции (разрушения) молекул полимера может привести к изменению режима смазки, проявлению процессов повреждаемости поверхностей трения, а также увеличению утечки масел из систем смазывания.

### **Трибологические свойства**

Комплекс показателей, характеризующих присутствие и эффективность в маслах противоизносных, противозадирных и антифрикционных присадок. Используются для оценки качества масел при их производстве и хранении.

### **Массовая доля механических примесей**

Показатель, указывающий загрязненность масла инородными частицами и находящимися во взвешенном состоянии. Инородные частицы (пыль, песок и т.п.) могут попасть в масло при производстве, транспортировке и/или хранении. При эксплуатации возможно загрязнение масел нерастворимыми в масле смолисто-углеродистыми веществами, продуктами износа и др. Накопление механических примесей приводит к забивке фильтров, маслопроводных каналов, повышению скорости окисления масла, усилению абразивного изнашивания, проявлению процессов повреждаемости.

### **Склонность масла к пенообразованию**

Показатель прокачиваемости масел. Пенообразование вызывает нарушение нормальной работы систем смазывания агрегатов и узлов машин и механизмов.

Зависит от свойств масел и эксплуатационных характеристик систем смазывания (температура, давление, кратность циркуляции, скорость перемешивания).

Если масло подают к шестерням с очень большой скоростью, оно сильно разбрызгивается. Маловязкие масла менее склонны к пенообразованию. Чем выше рабочая температура масла, тем быстрее разрушается образовавшаяся пена. Поэтому при повышенном пенообразовании в первую очередь необходимо проверить, не является ли слишком низкой температура масла.

### **Моющий потенциал**

Показатель, характеризующий способность моющей присадки обеспечивать высокую дисперсность частиц, появившихся в масле в результате его окисления или загрязнения сажистыми продуктами. Чем выше моюще-диспергирующая способность масел, тем больше нерастворимых продуктов окисления масел и неполного сгорания топлив

может удерживаться в работающем масле, тем меньше лакообразных отложений и нагаров образуется на горячих деталях, тем выше может быть допустимая рабочая температура (степень форсирования) двигателя.