

# Лекция №6

## Смазочные масла

# ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

## СИСТЕМА СМАЗКИ ТРАНСМИССИИ

Передача усилий от двигателя (привода) непосредственно к исполнительному механизму в технике осуществляется с помощью специальных устройств.

Для этого между приводом и исполнительным механизмом устанавливают шестереночные и червячные передачи самых разнообразных типов и размеров.

К числу основных агрегатов трансмиссий относятся:

- коробка передач,
- ведущий мост,
- коробка отбора мощности,
- раздаточная коробка.

## ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ МАСЕЛ

Рабочая температура масла в агрегатах трансмиссии изменяется в довольно широких пределах.

Она колеблется в зависимости от температуры окружающего воздуха до температуры, установившейся в процессе работы, и может достигать 120—150° С из-за диссипативного процесса трения.

Приведенные значения характерны для температуры масла в объеме.

Фактическая же температура масла в зоне контакта зубьев шестерен может достигать 200—250°С и более.

Температура масла зависит от удельных нагрузок и скорости вращения шестерен, определяемой скоростью скольжения в зоне контакта.

Одна из причин повышения температуры — высокие скорости потоков масла вследствие быстро вращающихся рабочих колес (скорости масла могут достигать 80—100 м/с).

# ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

## Смазочные свойства

Ввиду больших нагрузок, трансмиссии работают в режимах либо жидкостной, либо граничной смазки.

Основными видами разрушения шестерен агрегатов трансмиссий являются:

- износ (нормальный износ или истирание),
- заедание (задир),
- ПИТТИНГ.

Противоизносные свойства масел можно улучшить, варьируя вязкость масла (повышая – лучшие нагрузочные характеристики или понижая – меньше потерь на трение) и вводя в его состав противоизносные присадки.

## Вязкостно-температурные свойства

Вязкостно-температурные свойства являются важной эксплуатационной характеристикой трансмиссионных масел.

От вязкости зависят:

- потери мощности на трение,
- способность масла удерживаться в узле трения,
- определяет уровень смазочного действия.

Температурный режим работы масла в трансмиссии определяется следующими температурами:

- минимальной, имеющей место в момент начала работы передачи после длительного перерыва и равной самой низкой температуре окружающего воздуха;
- максимальной, устанавливающейся при экстремальных для данной передачи условиях работы;
- средне-эксплуатационной, характеризующей наиболее вероятное значение температуры во время работы масла за весь период эксплуатации.

Масла с пологой ВТК обеспечивают надежную эксплуатацию техники при более низких температурах окружающего воздуха.

## Антиокислительные, противокоррозионные и защитные свойства

Трансмиссионное масло в процессе работы окисляется.

Скорость и глубина окисления зависят от:

- продолжительности процесса,
- температуры масла,
- каталитической активности металла,
- концентрации кислорода и промоторов окисления.

В процессе окисления ухудшаются вязкостно-температурные свойства масла, происходит накопление кислых продуктов, способствующих повышенной коррозии.

Коррозионная активность возрастает до  $170^{\circ}\text{C}$ , после ослабевает, что связано с ускорением процесса конденсации и полимеризации кислотных соединений и увеличением содержания в масле продуктов более глубокого окисления — смол.

Смолистые вещества отлагаются на металлических поверхностях, образуя лакообразные пленки, которые препятствуют контакту поверхности металла с коррозионно-агрессивной средой.

Снижение коррозионной агрессивности достигается либо за счет изменения содержания в масле присадок разного функционального назначения, либо за счет добавления в композицию деактиватора или пассиватора металла.

Повышение коррозионной агрессивности масел возможно при обводнении смазочного материала.

В зависимости от условий эксплуатации содержание воды в трансмиссионном масле колеблется от десятых долей до нескольких процентов, достигая в ряде случаев 5—8%.

В воде содержится некоторое количество неорганических солей и коррозионно-агрессивных компонентов, попадающих во внутренние полости механизмов из вне, либо образующихся в процессе старения масла.

Это создает благоприятные условия для возникновения и протекания электрохимической коррозии, которая интенсифицируется при хранении техники.

Для устранения коррозии при остановках и хранении в масло вводят защитные присадки.

## Комплексы испытаний, маркировка

Предусматривается оценка вязкостно-температурных свойств масел, коррозионной агрессивности, противоизносных и противозадирных свойств и др.

С целью получения наиболее полного представления о заданных свойствах предлагается использовать как лабораторные приборы, так и стенды.

При оценке качества трансмиссионных масел на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) определяют ряд показателей:

- критическую нагрузку  $P_K$
- нагрузку сваривания  $P_C$
- показатель износа  $D_{и}$ ,
- индекс задира  $I_3$ .



В качестве базовых для получения современных трансмиссионных масел используют дистиллятные или остаточные масла различного уровня вязкости.

Также вовлекаются синтетические компоненты.

Трансмиссионные масла получают преимущественно путем смешения высоковязких нефтепродуктов с маловязкими или загущения маловязких масел высокополимерными присадками.

Для приготовления товарного трансмиссионного масла к основе добавляют функциональные присадки — противоизносные, противозадирные, антиокислительные и др.

Среди них особое значение придается присадкам, снижающим износ и заедание.

В нашей стране в соответствии с ГОСТ 17479-85 производятся трансмиссионные масла пяти групп. Группы ГОСТ и API совпадают.

| Группа масел |      | Наличие присадок                                       | Область применения   |
|--------------|------|--|--|
| Россия       | API  |  |  |
| TM-1         | GL-1 | Без присадок   | Цилиндрические, конические, червячные при $\sigma_k$ до 1600 МПа, при $t$ масла до 90 °С |
| TM-2         | GL-2 | Противоизносная  | Прямозубые, конические, червячные до $\sigma_k$ 2100 МПа и $t = 120$ °С                  |
| TM-3         | GL-3 | Противозадирные  | Те же передачи, что и для TM-1 и TM-2, $\sigma_k$ до 2500 МПа и $t = 150$ °С             |
| TM-4         | GL-4 | Противозадирные с высоким эффектом                     | Все передачи с $t$ до 150 °С и $\sigma_k$ до 3000 МПа                                    |
| TM-5         | GL-5 | Противозадирные, противоизносные, эффективные присадки | Гипоидные передачи $\sigma_k$ до 3000 МПа и $t$ до 150 °С и ударные нагрузки             |

Трансмиссионные масла делятся на 4 основных класса по вязкости

| Класс вязкости | $\nu$ , мм <sup>2</sup> /с, при 100 °С | Макс. темп., °С,<br>при $\mu = 150$ Па·с |
|----------------|--|--|
| 9              | 6–11                                   | минус 45                                 |
| 12             | 11–14                                  | минус 35                                 |
| 18             | 14–25                                  | минус 18                                 |
| 34             | 25–41                                  | –  |

По стандартам России и SAE выпускают следующие виды трансмиссионных масел

| Классы вязкости SAE | Россия<br>ГОСТ 174792-85 | $\nu$ , мм <sup>2</sup> /с |     |
|---------------------|--------------------------|----------------------------|-----|
|                     |                          | min                        | max |
| 70w, 75w            | 9                        | 4,1                        | –   |
| 80w, 85w            | 12                       | 7                          | –   |
| 90                  | 18                       | 13,5                       | 24  |
| 140                 | 34                       | 24                         | 41  |

Трансмиссионные масла могут иметь следующие марки

| Класс вяз-<br>кости | Группа по эксплуатационным свойствам |         |         |         |         |
|---------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                     | TM-1                                 | TM-2    | TM-3    | TM-4    | TM-5    |
| 9                   | –                                    | TM-2-9  | TM-3-9  | TM-4-9  | TM-5-9  |
| 12                  | –                                    | TM-2-12 | TM-3-12 | TM-4-12 | TM-5-12 |
| 18                  | TM-1-18                              | TM-2-18 | TM-3-18 | TM-4-18 | TM-5-18 |
| 34                  | TM-1-34                              | TM-2-34 | TM-3-34 | TM-4-34 | TM-5-34 |

Отечественная маркировка трансмиссионных масел:

T – трансмиссионное;

M – масло;

1, 2, 3, 4, 5 – область применения масел (группа масел).

Зарубежная маркировка масел:

W – зимнее масло;

GL – главная смазка (General – главный, Lube – масло);

90 – класс вязкости (номер масла соответствующей вязкости);

API – Американский институт нефти (указывает область применения масел);

SAE – Общество американских инженеров автомобилистов (указывает класс вязкости масел).

Например, TM-5-18 – трансмиссионное масло, 5-й группы, всесезонное, классом вязкости 18 (вязкость 14–25 мм<sup>2</sup>/с, при 100 °С).

API GL-5, SAE-70W/90 – масло трансмиссионное, 5-й группы, всесезонное, классом вязкости 90 (вязкость 13,5–24 мм<sup>2</sup>/с, при 100 °С).

70W - -55; 75W - -40; 80W - -26; 85W - -12; температуры при которых

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА И МАСЛА ПРОЧЕГО  
НАЗНАЧЕНИЯ

# ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

## Требования к качеству масел

В промышленности существуют разнообразные агрегаты и механизмы, требующие смазки.

К числу смазываемых деталей относятся радиальные роликовые подшипники прокатных станов, зубчатые, червячные и винтовые передачи металлорежущих и деревообрабатывающих станков, прессов и др.

Смазываемые узлы и детали промышленного оборудования значительно отличаются по скоростям скольжения, нагрузкам, реализуемым в зоне контакта, и по многим другим характеристикам.

Такое различие в условиях работы промышленного оборудования определяет и большой ассортимент промышленных масел.

Можно выделить общие требования, предъявляемые к индустриальным маслам.

Для обеспечения нормальной и безотказной работы промышленного оборудования индустриальные масла должны обладать хорошими:

- смазочными,
- противокоррозионными,
- антиокислительными,
- защитными,
- противопенными свойствами.

Кроме общих требований имеются специальные - высокие деэмульгирующие свойства, ими должны обладать масла, использующиеся в сталеплавильной, угольной и бумажной отраслях промышленности, где возможно попадание в масло значительных количеств воды.



## Эксплуатационные свойства

Индустриальные масла должны обладать достаточными смазочными свойствами для обеспечения нормального функционирования узлов трения машин и механизмов.

Смазочный материал, используемый, например, для смазки направляющих, должен не только снижать износ, но и уменьшать трение для предотвращения скачкообразного движения при относительно низких скоростях скольжения.

Явление скачкообразного трения приводит к движению с резкими толчками. Это, в частности, отрицательно сказывается на работе металлорежущих станков при необходимости особенно точной обработки изделий.

Для предотвращения окислительных и коррозионных процессов в масла рекомендуется вводить специальные присадки.

Необходимо также, чтобы масла имели высокие адгезионные свойства и не смывались водой с контактируемых металлических поверхностей.

## Классификация индустриальных масел

Классифицируют индустриальные масла

- по назначению,
- по уровню кинематической вязкости при 40°С,
- по качеству (отсутствию и наличию присадок и особым свойствам).

С учетом этого индустриальным маслам присвоен индекс И.

Разделяют масла на 18 классов по уровню вязкости при 40°С и на 5 класса по качеству и особым свойствам.

При индексации масел класс вязкости указывается в виде численного значения вязкости масла при 40°С после буквы И.

Основные ГОСТы:

ГОСТ 17479.4-87 Масла индустриальные. Классификация и обозначение.

ГОСТ 20799-88. Масла индустриальные. Технические условия.

В зависимости от назначения, эксплуатационных свойств и состава (наличия соответствующих функциональных присадок) индустриальные масла подразделяют на группы, подгруппы и классы вязкости.

| Группа масла | Соответствие группы по ISO 6743/0 - 84 | Рекомендуемая область назначения  |
|--------------|--|---|
| Л            | F                                      | Легко нагруженные узлы (шпиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения) |
| Г            | H                                      | Гидравлические системы  |
| Н            | G                                      | Направляющие скольжения   |
| Т            | C                                      | Тяжело нагруженные узлы (зубчатые передачи)                                   |

| Подгруппа масла | Состав масла   | Рекомендуемая область применения  |
|-----------------|--|---|
| А               | Нефтяные масла без присадок  | Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел   |
| В               | Нефтяные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками                                     | Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел  |
| С               | Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками                   | Машины и механизмы промышленного оборудования, содержащие антифрикционные сплавы цветных металлов, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным и противоизносным свойствам масел |
| Д               | Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными присадками | Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным, противоизносным и противозадирным свойствам масел                                    |
| Е               | Нефтяные масла с антиокислительными, адгезионными,   | Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к   |

Соответствие групп и подгрупп индустриальных масел по настоящему стандарту классификации ИСО

| Группа и подгруппа по настоящему стандарту | Символ ISO-L по ИСО 3498-79 | Символ ISO-L по ИСО 6743-4-82 | Символ ISO-L по ИСО 6743-2-81 |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Л - С                                      | FD                          | -                             | FD                            |
| Г - А                                      | -                           | НН                            | -                             |
| Г - В                                      | НЛ                          | НЛ                            | -                             |
| Г - С                                      | НМ                          | НМ                            | -                             |
| Т - Д                                      | СВ                          | -                             | -                             |

| Класс вязкости | Кинематическая вязкость<br>при температуре 40 °С,<br>мм/с (сСт) |
|----------------|---|
| 2              | 1,9-2,5   |
| 3              | 3,0-3,5   |
| 5              | 4,0-5,0   |
| 7              | 6,0-8,0   |
| 10             | 9,0-11,0  |
| 15             | 13,0-17,0   |
| 22             | 19,0-25,0   |
| 32             | 29,0-35,0   |
| 46             | 41,0-51,0   |
| 68             | 61,0-75,0   |
| 100            | 90,0-110,0  |
| 150            | 135-165   |
| 220            | 198-242   |
| 320            | 288-352   |
| 460            | 414-506   |
| 680            | 612-748   |
| 1000           | 900-1100  |
| 1500           | 1350-1650   |

## Примеры обозначения промышленных масел:

И-Г-В-46, где

И - промышленное масло,

Г - масло предназначено для гидравлической системы,

В - масло с антиокислительными и антикоррозионными присадками для машин и механизмов промышленного оборудования с повышенными требованиями к условиям работы,

46 - класс вязкости при 40 С;

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА

Гидравлические масла используются в качестве рабочих жидкостей в гидравлических системах дорожно-строительных машин, экскаваторах, подъемных кранах, станках и другой технике.

Рабочая жидкость гидравлических систем должна обладать:

- 1) хорошими смазывающими свойствами;
- 2) минимальной зависимостью вязкости от температуры в требуемом диапазоне рабочих температур (минус 50 до плюс 80 °С);
- 3) низкой упругостью насыщенных паров и высокой температурой кипения;
- 4) нейтральностью к применяемым материалам, особенно к резиновым уплотнениям;
- 5) высоким модулем объемной упругости, малым содержанием растворенного воздуха в масле;
- 6) минимальной токсичностью и длительным сроком службы.



Гидравлическим приводом называют устройство, служащее для привода в движение машин и механизмов путем использования рабочей жидкости, находящейся под давлением.

В общем случае гидропривод состоит из:

- источника энергии (насоса),
- исполнительного механизма (силового цилиндра или гидромотора),
- системы управления потоком жидкости,
- предохранительных устройств,
- трубопроводов.

Обозначение гидравлических масел производится в соответствии с ГОСТ 17479.3-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла гидравлические».

Состоит из группы знаков:

- первая из которых обозначается буквами «МГ» (минеральное, гидравлическое);
- вторая группа знаков – цифрами и характеризует класс кинематической вязкости при плюс 40 °С;
- третья – буквами и указывает на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам

## Класс вязкости гидравлических масел

| Класс вязкости |              | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с |
|----------------|--------------|---|
| 5              | маловязкие   | 4,14-5,06   |
| 7              |              | 6,12-7,48   |
| 10             |              | 9,00-11,00  |
| 15             |              | 13,50-16,50   |
| 22             | средневязкие | 19,80-24,20   |
| 32             |              | 28,80-35,20   |
| 46             |              | 41,40-50,60   |
| 68             | вязкие       | 61,20-74,80   |
| 100            |              | 90,00-110,00  |
| 150            |              | 135,00- 165,00  |

## Группы гидравлических масел по эксплуатационным свойствам

| группы   | Класс по: |           | Тип масла   |
|----------|-----------|-----------|---|
|          | ISO       | DIN 51524 |   |
| группа А | НН        | Н         | Минеральное масло без присадок, для малонагруженных гидросистем с шестеренными или поршневыми насосами, работающими при давлении до 15 МПа и максимальной температуре масла в объеме до 80°С.                                   |
| группа Б | НL        | НL        | Минеральное масло с ингибиторами коррозии и антиокислительными присадками. Предназначены для средненапряженных гидросистем с различными насосами, работающими при давлениях до 2,5 МПа и температуре масла в объеме свыше 80°С. |
| группа В | НМ        | НLP       | Минеральное масло с ингибиторами коррозии и противоизносными присадками. Предназначены для гидросистем, работающих при давлении свыше 25 МПа и температуре масла в объеме свыше 90°С.   |
|          | НV        | НLP-V     | Масло НLP с улучшенными вязкостно-температурными свойствами. Предназначается для оборудования, работающего в условиях перепада температур.  |

## Масло МГ-22-В

МГ - минеральное гидравлическое;

22 – средняя кинематическая вязкость при 40<sup>0</sup>С;

В - для гидрообъёмных систем автомобилей производят на основе веретённого масла, в которое добавляют моющую, противоизносную, антиокислительную и противопенную присадки. Максимальное давление в системе > 25МПа и температура в объёме свыше 90<sup>0</sup>С.

Масло обеспечивает запуск систем при температурах выше минус 35<sup>0</sup>С без специального подогрева.

Максимальная кратковременно допустимая при эксплуатации температура масла плюс 125<sup>0</sup>С, оптимальная рабочая температура плюс 50–60<sup>0</sup>С, температура застывания минус 45<sup>0</sup>С.

# МАСЛА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

## Приборные масла

Приборные масла используют для смазки приборов и аппаратов.

Их условно делят на три подгруппы:

- масла общего назначения,
- специального назначения,
- часовые масла.

Приборные масла получают как на нефтяной, так и на синтетической основе.

К маслам специального назначения на синтетической основе используют для смазки микроэлектродвигателей и точных приборов.

## Масла для прокатных станов

Для смазки прокатного оборудования используют масла без присадок с вязкостью при 100°С от 11 до 40 мм<sup>2</sup>/с.

Их применение должно быть эффективным в условиях циркуляционной системы смазки при наличии в масле заметных количеств воды.

К маслам данной подгруппы относятся масла нефтяного происхождения.

## Турбинные масла

Основное назначение турбинных масел — смазывание и охлаждение узлов различных турбоагрегатов, используемых в технике (паровые турбины, гидротурбины, газовые турбины, турбонасосы и др.).

К числу наиболее важных конструктивных элементов турбоагрегатов, требующих смазки и охлаждения, относятся подшипники.

Типичными и универсальными представителями турбоагрегатов, широко распространенными на практике, являются паровые турбины.

В них кинетическая энергия струи пара трансформируется во вращение вала турбины.

Поскольку турбинные масла предназначены для смазки и охлаждения трущихся деталей турбоагрегата, большое значение приобретает выбор оптимального уровня их вязкости.

Масла должны быть достаточно вязкими для образования гидродинамической смазки, и вместе с тем слой смазки должен быть достаточно тонким для обеспечения условий эффективного охлаждения.

Удовлетворение требований, предъявляемых к турбинным маслам, возможно либо при использовании высокоочищенных масел, либо при введении в масла функциональных присадок — антиокислительных, противокоррозионных и др.

С учетом этого ассортимент турбинных масел включает две группы — масла с присадками и масла без присадок.



## Компрессорные масла

Компрессорные масла предназначены для смазки различных узлов и деталей компрессорных машин, а также для создания уплотнительной среды.

Напряженность работы масла в компрессоре определяется:

- особенностями его конструкции,
- характером компримируемого агента,
- температурой нагнетания,
- степенью сжатия и т. и.

Например, с увеличением температуры нагнетания и степени сжатия повышается и напряженность работы масла в компрессоре.

Требования к качеству масел, предназначенных для смазки компрессоров, аналогичны требованиям, предъявляемым к качеству моторных масел.

## Масла для холодильных машин

На холодильных машинах установлены преимущественно поршневые, винтовые и ротационные пластинчатые холодильные компрессоры.

При работе компрессоров не исключена вероятность контакта смазочного масла с хладагентом.

В качестве хладагентов используют аммиак, диоксид углерода, галогенопроизводные (фреоны) и др.

При использовании в качестве хладагентов таких соединений, как диоксид серы, фреоны и др., повышается вероятность химического взаимодействия между хладагентом и маслом.

Реакционная способность и взаимная растворимость компонентов возрастают с повышением температуры.

Помимо общих требований, предъявляют и дополнительные требования:

- стабильность в смеси с хладагентами,
- температура помутнения масел в контакте с хладагентом,
- растворимость масла в хладагенте.

Образование нерастворимых продуктов — явление нежелательное, поскольку они могут отлагаться в различных системах холодильной машины и нарушать ее работу.

Противоречий при подборе масла для компрессорной холодильной машины заключается в том, что лучшие условия смазки и уплотнения компрессоров достигаются при использовании масел с низкой растворимостью, в то время как нормальная циркуляция масла в системе обеспечивается при хорошей взаимной растворимости.

Исходя из этого, необходимо добиваться оптимальной растворимости масла в хладагенте с учетом условий работы холодильной машины.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ В  
ТЕХНИКЕ

## СМАЗОЧНОЕ МАСЛО — ЭЛЕМЕНТ КОНСТРУКЦИИ СМАЗЫВАЕМОГО ОБЪЕКТА

Между качеством смазочного материала и условиями работы смазываемого объекта существует тесная связь.

С одной стороны, правильно подобранное смазочное масло обеспечивает надежную и безотказную работу соответствующего узла и агрегата.

А с другой — аномальные отклонения в работе объекта, например перегрузки, поломки и т. п., могут приводить к необратимым изменениям, происходящим в масле, и резкому ухудшению его качества.

Рекомендуется рассматривать смазочный материал как элемент конструкции того объекта, для смазки которого его используют.

Причем это следует учитывать на стадии конструктивных разработок.

В одном случае для обеспечения нормальной и безотказной работы машины или механизма целесообразно повышать требования в качестве масла, в другом — рациональнее вводить определенные изменения в конструкцию объекта.

При этом необходимо выбирать такой путь, который в первую очередь оправдан экономически.

# ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

При работе масла в машине или механизме оно «стареет», т. е. постепенно качество его ухудшается.

Это происходит вследствие:

- уменьшения содержания (срабатывания) функциональных присадок,
- изменения вязкости,
- накопления в масле продуктов окисления и износа,
- механических примесей,
- воды.

Под срабатыванием (или срабатываемостью) присадок в более широком смысле понимают потерю их функциональных свойств, что возможно в результате термического разложения присадок, адсорбции их на металлических поверхностях различных деталей, на масляных фильтрах и т. д.

Например:

Срабатывание антноокислительных присадок наблюдается при их взаимодействии с продуктами окисления, в частности с радикалами, образующимися на ранней стадии процесса окисления.

Срабатывание зольных моющих присадок происходит также за счет их взаимодействия с продуктами кислотного характера и нейтрализации последних.

Противоизносные присадки срабатываются по мере образования на поверхности металлов химически модифицированных слоев.

Высокие рабочие температуры масла интенсифицируют процесс срабатывания присадок по разным направлениям и содержание их в масле снижается.

Уменьшение концентрации присадок отмечается не только при работе, но и при хранении масла вследствие их выпадения из объема масла в осадок (физическая или коллоидная нестабильность).

Выпадение осадка инициируется наличием воды в масле и

Наряду со срабатыванием присадок в процессе работы масла наблюдается изменение его вязкости.

Окисление масла приводит к повышению его вязкости вследствие образования высокомолекулярных продуктов.

Повышению вязкости масла способствует испарение из него легких фракций.

С другой стороны, разбавление масла топливом (в двигателе внутреннего сгорания) и деструкция загущающих присадок, содержащихся в масле, наоборот приводит к уменьшению вязкости последнего.

Интенсивность изменения вязкости масла зависит от его химического состава, режима работы объекта и особенностей эксплуатации.

Как правило, с изменением вязкости масла в процессе работы ухудшаются и его вязкостно-температурные свойства.

Наряду с этим в процессе работы происходит накопление в масле механических примесей, продуктов износа, увеличение кислотности и т. п. Выбраковка моторных масел по изменению вязкости производится в случае перехода вязкостных показателей в другой класс.

«Старение» масла приводит к необходимости его замены.



Увеличение сроков смены масел — это реальный путь экономии нефтяных ресурсов.

С учетом необходимости рационального подхода к расходу масел и обеспечения надежности работы смазываемых ими машин и механизмов следует разумно подходить к установлению сроков его смены.

Технический путь продления сроков службы масла связан с установлением предельной длительности работы масла без смены его в машине или механизме по фактическому качеству, т. е. фактическим показателям.

Поскольку число определяемых показателей у масла может быть большим, что, безусловно, затрудняет контроль качества масла в процессе работы, выбирают по возможности интегральные показатели.

Эти показатели не являются однозначными и меняются в зависимости от назначения масла и условий его работы.

Одним из основных интегральных показателей для трансмиссионного масла может служить повышение вязкости до 50% по сравнению с вязкостью исходного (свежего) масла.

В ряде случаев трансмиссионные масла можно использовать без смены на весь ресурс работы объекта.

Для трансмиссионных масел основным предельным показателем является содержание механических примесей, которое не должно превышать 0,01%, а для рабочих жидкостей этот показатель не должен превышать 14 кл. по ГОСТ 17216-2001

В зависимости от специфики эксплуатации и назначения масла число интегральных или браковочных показателей может меняться.

В частности, такими показателями могут служить:

- степень разбавления масла топливом,
- содержание в масле механических примесей,
- продуктов износа и т. д.

Такой подход — один из наиболее рациональных при повышении эффективности использования смазочных масел в технике.

## Унификация смазочных масел.

В настоящее время используется большой ассортимент масел различного назначения и значительно отличающихся по качеству.

В том числе применяют и устаревшие сорта масел, не отвечающие современным требованиям развития техники.

Это приводит к затруднениям в хранении, транспортировании и обеспечении смазочными материалами разных потребителей.

Одновременно усложняется эксплуатация техники, увеличиваются трудовые и материальные затраты, а также время на техническое обслуживание техники и ее ремонт.

Одним из эффективных направлений решения проблемы является унификация масел.

Она выражается в сокращении ассортимента смазочных масел за счет исключения из него в первую очередь устаревших и малоэффективных сортов, а также сортов, не обеспеченных сырьевой базой.

Унификация создает благоприятные возможности для экономного и рационального использования смазочных масел в технике без снижения надежности работы последней

## Регенерация масел.

В процессе работы машин и механизмов смазочные масла сливают при замене как отработанные.

Они являются значительным источником загрязнения окружающей среды.

Сбросы их в землю и водоемы, а также загрязнение ими окружающей среды превышает потери нефтепродуктов при добыче, перевозке и переработке нефти.

В то же время ресурсы отработанных масел оцениваются в 50% и более от потребления свежих масел.

Отработанные масла — это уникальное сырье для повторной переработки.

Выход масла из такого сырья составляет 80% и более, в то время как из нефти — в лучшем случае 10— 15%.

Использование отработанных масел может осуществляться по следующим основным направлениям:

1. регенерация отработанных масел с последующим добавлением в полученную таким образом основу присадок различного функционального назначения;
2. смешение основы после регенерации с основой, полученной по обычной технологии;
3. добавление отработанных масел в сырую нефть и последующее производство масел по полной технологической схеме.

Регенерация представляется одним из наиболее эффективных и экономичных путей использования отработанных масел.

## Методы, используемые при регенерации, можно разделить на:

- физические (центрифугирование, отстаивание),
- физико-химические (коагуляция с помощью ПАВ, контактная очистка глинами и адсорбентами),
- химические (сернокислая очистка, очистка щелочью).

## Схема процесса регенерации обычно включает следующие стадии:

- удаление воды и шлама,
- контактирование масла с отбеливающей глиной (или сернокислотная очистка),
- отгон от масла топливных фракций (в случае необходимости) и воды,
- отделение загрязнений (фильтрование, центрифугирование),
- адсорбционную очистку.

Регенерация в ряде случаев может осуществляться непосредственно в системе смазки (отстаивание, сепарация, фильтрование и т. п.) или на специальных установках. Это характерно для рабочих жидкостей, удаляя механические примеси полностью восстанавливаются их свойства.

Самой распространенной и эффективной является регенерация на специальных установках — стационарных и подвижных.

Рассмотренные выше положения относятся к нефтяным продуктам, не содержащим в своем составе синтетических добавок.