

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Крюков Вадим Николаевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
Дата подписания: 23.07.2026 17:48:31  
Уникальный программный ключ:  
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Запорожский государственный университет им. Н. М. Федоровского»  
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине

**«СИСТЕМЫ СМАЗКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ»**

Факультет: ГТФ

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль): «Металлургические машины и оборудование»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»  
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.т.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Лаговская Е.В.

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 11 от « 10 » 06 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                    | Индикаторы достижения                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2<br>Способен проводить анализ технического состояния основного и вспомогательного металлургического оборудования на основе проведенных осмотров и диагностики | ПК-2.3:<br>Определяет техническое состояние металлургического оборудования на основе осмотра и диагностики систем смазки металлургического оборудования |
| ПК-3<br>Способен проверять техническое состояние и остаточный ресурс металлургического оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт     | ПК-3.3:<br>Оценивает остаточный ресурс и техническое состояние систем обеспечение экологической безопасности                                            |

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины       | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства                             | Показатели оценки                                                                |
|------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Классификация способов и систем смазки         | ПК-2<br>ПК-3            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Состав и принцип действия систем жидкой смазки | ПК-2<br>ПК-3            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Централизованные системы пластичной смазки     | ПК-2<br>ПК-3            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Организация и техника смазочного хозяйства     | ПК-2<br>ПК-3            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |

|       |              |                                        |                                        |
|-------|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Зачет | ПК-2<br>ПК-3 | Решение всех тестовых заданий по темам | Решение всех тестовых заданий по темам |
|-------|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------|

**1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

|                                                              | Наименование<br>оценочного средства | Сроки<br>выполнения              | Шкала<br>оценивания | Критерии<br>оценивания |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------|
| <i>Промежуточная аттестация в 7 семестре в форме «Зачет»</i> |                                     |                                  |                     |                        |
|                                                              | Тестовые задания                    | В течение обучения по дисциплине | от 0 до 5 баллов    | Зачет/Незачет          |
| ИТОГО:                                                       |                                     | -                                | ___ баллов          | -                      |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

**ПК-2 (анализ технического состояния основного и вспомогательного металлургического оборудования на основе проведенных осмотров и диагностики).**

## **Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий) – 10 вопросов**

**1. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При ежесменном осмотре подшипников скольжения главного привода прокатного стана слесарь обнаружил, что смотровое стекло на сливной магистрали показывает «молочный» цвет масла. Уровень масла в баке немного выше нормы. Какую неисправность системы смазки необходимо зафиксировать в журнале осмотра?

- А) Засорение всасывающего фильтра насоса
- Б) Обводнение масла (попадание воды в масло)
- В) Механический износ насоса
- Г) Перегрев масла выше 60°C

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Молочно-белый цвет масла (эмульсия) и повышение уровня — классические диагностические признаки попадания воды в циркуляционную систему жидкой смазки. В прокатных станах это часто происходит через неисправные уплотнения охлаждаемых подушек валков или трещины в теплообменнике (маслоохладителе). Обводнение резко снижает несущую способность масляной пленки и грозит задиром подшипника.

## 2. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом системы смазки и ее основным конструктивным элементом, обеспечивающим подачу смазочного материала:

| Тип системы смазки                                  | Основной подающий элемент                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Циркуляционная жидкая система                    | А. Плунжерный насос-дозатор (питатель)           |
| 2. Централизованная система пластичной смазки (ССС) | Б. Масляный насос (шестеренный или пластинчатый) |
| 3. Масляный туман                                   | В. Фитиль (капиллярный эффект)                   |
| 4. Капельная система (лубрикатор)                   | Г. Форсунка или распылитель Вентури с подогревом |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

## 3. Задание открытого типа с развернутым ответом

При диагностике централизованной системы пластичной смазки (ССС) роликов МНЛЗ машинист заметил, что предохранительный клапан на насосе постоянно срабатывает (слышен характерный свист перепуска). Индикаторы подачи на питателях не двигаются. Смазка на точках трения отсутствует. Объясните причину неисправности и предложите алгоритм поиска дефекта.

**Ответ:**

Срабатывание предохранительного клапана при неподвижных индикаторах питателей означает, что в системе возникло сопротивление, превышающее давление настройки клапана, и весь поток смазки сбрасывается в бак, не доходя до точек трения.

Алгоритм поиска дефекта:

1. Проверить, не перекрыт ли случайно общий запорный кран на напорной магистрали после насоса (человеческий фактор).
2. Определить, движется ли смазка хотя бы к первому питателю. Если нет — забит магистральный трубопровод (чаще всего в местах резких изгибов или гибких шлангах) загустевшей смазкой.
3. Если смазка доходит до первого питателя, но дальше не идет — заклинил золотник главного питателя из-за попадания механической примеси или «цементирования» смазки при перегреве.
4. Локально прогреть забитый участок и прокачать ручным насосом до восстановления проходимости, при необходимости — заменить дефектный узел.

## 4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При анализе пробы масла из циркуляционной системы подшипников скольжения (ПЖТ) в лаборатории обнаружено резкое увеличение содержания олова (Sn) и сурьмы (Sb) при стабильном уровне железа (Fe). Какое диагностическое заключение должен сделать инженер-триболог о состоянии оборудования?

1. Идет катастрофический износ баббитового слоя вкладыша (Б83 или Б16).
2. Происходит износ стальной шейки вала.
3. Разрушается латунный сепаратор подшипника качения.
4. Началось выплавление антифрикционного слоя подшипника, требуется немедленная остановка и ревизия.
5. В масло попала вода.

**Ответ:** 1, 4.

**Обоснование:** Олово и сурьма — основные компоненты баббитов (Б83 содержит ~83% Sn, ~11% Sb). Резкий рост их концентрации при стабильном уровне Fe означает, что изнашивается именно мягкий антифрикционный слой вкладыша, а стальная шейка вала пока не задета. Это аварийный признак начала выплавления баббита (схватывания или усталостного выкрашивания). Ситуация требует немедленной остановки, так как при полном истирании баббита стальная основа вкладыша начнет резать шейку вала.

### 5. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите элементы циркуляционной системы жидкой смазки в порядке прохождения масла от бака к точке трения и обратно:

- А) Фильтр тонкой очистки (напорный)
- Б) Маслоохладитель (теплообменник)
- В) Заливная горловина с сетчатым фильтром (в баке)
- Г) Сливной трубопровод с магнитным уловителем
- Д) Насос (шестеренный или пластинчатый)
- Е) Подшипник (точка трения)

**Ответ:** В → Д → А → Б → Е → Г.

(Залили чистое, насос всосал, очистил, охладил, подал в подшипник, слил грязное).

### 6. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

При осмотре маслобака циркуляционной системы смазки редуктора инженер обнаружил на дне бака слой темного осадка и блестящие металлические частицы. Магнитный фильтр сливного трубопровода был забит. О чем свидетельствует данная картина?

- А) О нормальной работе системы — осадок есть всегда.
- Б) О том, что магнитный фильтр выполнил свою функцию, но его забивание говорит о критическом уровне износа шестерен или подшипников редуктора, требующем ревизии.
- В) О перегреве масла и его термическом разложении.
- Г) О неисправности маслоохладителя.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Наличие большого количества блестящих металлических частиц (ферромагнетиков) и быстрое забивание магнитного уловителя — прямой признак интенсивного абразивного или усталостного изнашивания деталей редуктора. Магнитный фильтр собирает эти частицы, предотвращая их попадание обратно в подшипники. Если он забивается быстрее межремонтного интервала, это сигнал к внеочередной диагностике состояния зубчатых колес и подшипников (вибродиагностика, эндоскопия).

### 7. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между видом смазочного материала и его основным применением в узлах металлургического оборудования:

- |                                                              |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Литиевая пластичная смазка (Литол-24)                     | А. Подшипники скольжения жидкостного трения (ПЖТ) прокатных валков |
| 2. Индустриальное масло И-40А                                | Б. Подшипники качения рольгангов и транспортеров                   |
| 3. Высокотемпературная синтетическая смазка (полимолевинная) | В. Открытые зубчатые передачи вращающихся печей                    |
| 4. Графитовая паста (полужидкая)                             | Г. Подшипники качения в зоне высоких температур (МНЛЗ)             |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

### 8. Задание открытого типа с развернутым ответом

Оператор поста управления заметил, что давление масла в напорной магистрали ПЖТ стана упало с 2.5 бар до 1.2 бар, а температура масла на сливе из подшипника поднялась на 15°C. Сработала предупредительная сигнализация. Опишите действия дежурного персонала по диагностике и предотвращению аварии.

**Ответ:**

Падение давления при одновременном росте температуры — признак увеличения зазора в подшипнике или отказа насосного оборудования.

Алгоритм действий:

1. Немедленно подать сигнал на снижение скорости прокатки (снижение нагрузки).
2. Проверить исправность насосной станции: не включился ли резервный насос, нет ли кавитационного шума основного.
3. Проверить положение задвижек на напорной магистрали (возможно, частичное перекрытие) и состояние фильтров (перепад давления).
4. Сравнить температуру всех подшипников (левого и правого). Если греется один — дефект в нем (выплавление баббита, проворот вкладыша). Если греются все — проблема в общем контуре (отказ насоса, засорение общего фильтра).
5. При подтверждении дефекта подшипника — аварийная остановка стана до разрушения шейки вала.

### 9. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При приемке смены на участке централизованной системы густой смазки (ССС) мастер обнаружил, что несколько контрольных флажков на питателях не выдвинулись. Какие причины могли вызвать отказ подачи смазки?

1. Обрыв или перегиб трубки от питателя к точке смазки.
2. Застывание (загустевание) смазки в трубопроводе из-за низкой температуры цеха.

3. Неисправность золотника-распределителя в самом питателе (заклинивание).

4. Падение напряжения в сети питания электродвигателя насоса.

5. Попадание воздуха в гидравлическую часть питателя.

**Ответ:** 1, 2, 3, 5.

**Обоснование:**

6. При обрыве трубки смазка свободно выходит, не создавая давления для выдвигания флажка.

7. Пластичные смазки при низких температурах резко повышают вязкость, и насос не может продавить их через длинные трубки малого диаметра.

8. Золотник может заклинить из-за попадания твердой частицы или длительного отстоя смазки.

9. Воздушная пробка в линии питателя сжимается, и давления не хватает для перемещения золотника.

Пункт 4 (напряжение) повлиял бы на работу всех питателей, а не нескольких.

#### 10. Задание закрытого типа на установление последовательности

Установите алгоритм поиска неисправности «течь масла через уплотнение вала редуктора» для определения корневой причины:

А) Проверка состояния сапуна (дыхательного клапана) на крышке редуктора

Б) Осмотр уплотнительной манжеты (резинового армированного сальника) на предмет износа кромки

В) Измерение давления внутри корпуса редуктора (опрессовка или манометр)

Г) Замер радиального биения вала у манжеты индикатором

Д) Проверка уровня масла в редукторе по маслоуказателю (не завышен ли)

**Ответ:** Д → А → В → Б → Г.

(Сначала самое простое — уровень, потом вентиляция картера, потом избыточное давление, потом износ резины, потом геометрия вала).

---

## Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул) – 10 вопросов

#### 11. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

Инженер-смазчик рассчитывает требуемую подачу масла в подшипник скольжения жидкостного трения (ПЖТ) вала стана горячей прокатки. Тепловыделение в подшипнике составляет 100 кВт. Допустимый нагрев масла  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ . Теплоемкость масла  $c = 2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , плотность  $\rho = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Чему равен минимальный объемный расход масла  $Q$  (л/мин)?

А)  $Q = 100 / (2 \cdot 10 \cdot 900) \approx 0.0055 \text{ м}^3/\text{с} = 330 \text{ л}/\text{мин}$

Б)  $Q = 100 / (2 \cdot 10) = 5 \text{ л}/\text{мин}$

В)  $Q = 100000 / (2000 \cdot 10 \cdot 900) \approx 0.0055 \text{ м}^3/\text{с} = 330 \text{ л}/\text{мин}$

Г)  $Q = 100 / (2 \cdot 10 \cdot 0.9) \approx 5.5 \text{ л}/\text{мин}$

**Ответ:** А.

**Обоснование:** Уравнение теплового баланса:  $N_{\text{трения}} = c \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta T$ . Отсюда  $Q = N / (c \cdot \rho \cdot \Delta T) = 100000 \text{ Вт} / (2000 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}) \cdot 900 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot 10^\circ\text{C}) = 100000 / 18000000 = 0.00555 \text{ м}^3/\text{с}$ . Переводим в л/мин:  $0.00555 \cdot 1000 \cdot 60 = 333 \text{ л}/\text{мин}$ . Значительный расход обусловлен огромной мощностью трения в ПЖТ прокатного стана.

## 12. Задание открытого типа с развернутым ответом

В системе жидкой смазки установлен шестеренный насос. Механик замерил фактическую подачу насоса с помощью расходомера и мерного бака. При давлении 10 бар подача составила 85 л/мин, а при холостом ходе (0 бар) — 100 л/мин. Паспортная теоретическая подача — 105 л/мин. Определите объемный КПД насоса под нагрузкой и дайте заключение о его техническом состоянии.

**Ответ:**

Расчет объемного КПД:

$\eta_{об}(\text{нагрузка}) = Q_{\text{факт}}(10 \text{ бар}) / Q_{\text{теор}} = 85 / 105 = 0.81 (81\%).$

Для сравнения, объемный КПД на холостом ходу:  $\eta_{хх} = 100 / 105 = 0.95 (95\%).$  Снижение КПД с 95% до 81% под нагрузкой говорит о значительных внутренних перетечках масла через увеличенные зазоры в подшипниках шестерен и между торцами шестерен и корпусом. Норма для нового насоса —  $\eta_{об} \geq 90\%$ . Заключение: насос изношен, требует ревизии или замены, так как перетечки вызывают дополнительный нагрев масла и снижение давления в системе.

## 13. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При вибродиагностике насосного агрегата циркуляционной системы смазки обнаружен рост вибрации на частоте, равной произведению числа оборотов на количество зубьев шестерни (зубцовая частота  $f_z = n \cdot z$ ). Какие неисправности насоса могут быть источником этой частоты?

1. Износ или выкрашивание зубьев шестерен насоса.
2. Дисбаланс ротора электродвигателя.
3. Нарушение центровки валов насоса и двигателя.
4. Попадание механических частиц в зацепление шестерен (абразивный износ).
5. Кавитация на входе в насос.

**Ответ:** 1, 4.

**Обоснование:**

Зубцовая частота  $f_z$  и ее гармоники генерируются процессами в самом зацеплении.

6. Дефект зуба (скол, питтинг) вызывает ударный импульс один раз за оборот каждого зуба, что дает рост амплитуды  $f_z$  и боковых полос вокруг нее.
7. Абразивные частицы, попадая между зубьями, царапают профиль и создают периодические возмущения с частотой входа зубьев в зацепление.  
Дисбаланс (п.2) дает рост оборотной частоты  $f_{вр}$ , расцентровка (п.3) — рост  $2f_{вр}$ , кавитация (п.5) — высокочастотный шум в диапазоне  $> 1 \text{ кГц}$ .

## 14. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между параметром масла, измеряемым при лабораторном анализе, и диагностической информацией, которую он несет:

Параметр масла

Диагностическая информация

1. Кинематическая вязкость (при 40°C и 100°C)

А. Загрязнение масла механическими примесями и продуктами износа



| Параметр масла                             | Диагностическая информация                                      |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 2. Кислотное число (TAN)                   | Б. Попадание воды в масло или конденсация влаги                 |
| 3. Класс чистоты по ISO 4406 (код чистоты) | В. Деградация масла (окисление, старение)                       |
| 4. Содержание воды (метод Карла Фишера)    | Г. Изменение марки масла (долив не тем), деструкция загустителя |

**Ответ:** 1-Г, 2-В, 3-А, 4-Б.

### 15. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

При диагностике системы смазки «масляный туман» для подшипников качения рольганга обнаружено, что в маслосборнике образуется конденсат (масло скапливается в нижней точке), а сами подшипники работают «на сухую» и перегреваются. Какова наиболее вероятная причина?

- А) Слишком высокая температура масла в картере.
- Б) Нарушена геометрия трубопроводов подачи тумана (отсутствует уклон в сторону подшипников, есть провисы), туман конденсируется до попадания в точку смазки.
- В) Неисправен манометр.
- Г) Завышена вязкость масла.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Для нормальной транспортировки масляного тумана (аэрозоля) необходимо, чтобы трубопроводы имели постоянный уклон в сторону подшипников для стока коалесцированного масла. Если есть провисы («карманы»), туман ударяется о стенки, капли коалесцируют и масло оседает в низшей точке, не долетая до подшипника. В подшипник приходит только воздух без масла, что ведет к его перегреву.

### 16. Задание открытого типа с развернутым ответом

В цехе внедряется автоматическая система смазки «масло-воздух» для подшипников рабочих валков. Инженер по эксплуатации проверяет настройку дозирующих насосов. Требуемая подача масла в подшипник составляет  $0.05 \text{ см}^3$  за цикл. Плунжер насоса имеет диаметр 6 мм. Какой ход плунжера необходимо выставить регулировочным винтом? Объясните, почему даже небольшое превышение дозы может привести к экологической проблеме.

**Ответ:**

Расчет:

Площадь плунжера:  $S = \pi \cdot d^2 / 4 = 3.14 \cdot (0.6)^2 / 4 = 3.14 \cdot 0.36 / 4 \approx 0.283 \text{ см}^2$ .

Требуемый объем за один ход:  $V = 0.05 \text{ см}^3$ .

Ход плунжера:  $h = V / S = 0.05 / 0.283 \approx 0.177 \text{ см} = 1.77 \text{ мм}$ .

Регулировочный винт выставляется на ход около 1.8 мм.

Экологический аспект: Избыток масла в системе «масло-воздух» не собирается обратно — он выдувается воздухом через уплотнения подшипника и в виде масляного тумана попадает в атмосферу цеха. Помимо перерасхода дорогого масла, это загрязняет воздух рабочей зоны углеводородным аэрозолем (ПДК по маслу в воздухе), ухудшая санитарные условия труда и оседая на строительных конструкциях.

### 17. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При анализе отказов централизованной системы пластичной смазки (ССС) выяснилось, что в зимний период часто рвутся трубки высокого давления ( $d=10$  мм). Какие мероприятия по организации смазочного хозяйства помогут предотвратить разрывы?

1. Замена летней смазки на зимнюю (с меньшей вязкостью, пенетрация  $> 300$ ).
2. Установка системы обогрева трубопроводов (спутникового обогрева) и насосной станции.
3. Увеличение давления настройки предохранительного клапана насоса.
4. Уменьшение длины магистральных линий или увеличение диаметра труб.
5. Снижение периодичности подачи смазки (частота включений насоса).

**Ответ:** 1, 2.

**Обоснование:**

6. Вязкость пластичной смазки резко возрастает при охлаждении. Зимняя смазка имеет более мягкую консистенцию (пенетрация 310-340 против 250-280 у летней), что позволяет продавить ее через длинные трубопроводы без экстремального роста давления.
7. Обогрев трубок и насосной станции исключает само застывание смазки. Увеличение давления (п.3) не решит проблему, а вызовет разрыв трубок в более слабом месте. Уменьшение длины (п.4) конструктивно сложно. Изменение частоты (п.5) на давление не влияет.

### 18. Задание закрытого типа на установление последовательности

Восстановите алгоритм действий при переводе циркуляционной системы смазки с масла И-Г-А-46 на масло И-Г-А-68 (другая вязкость) в рамках модернизации:

- А) Замена фильтроэлементов на новые, предназначенные для более вязкого масла
- Б) Слив старого масла, очистка бака и картеров от отложений
- В) Заполнение системы новым маслом, прокачка до полного вытеснения остатков старого
- Г) Анализ совместимости масел и получение заключения от поставщика
- Д) Промывка системы специальным промывочным маслом или горячим маслом малой вязкости

**Ответ:** Г → Б → Д → А → В.

(Сначала проверяем совместимость, сливаем старое, промываем, ставим фильтры под новую вязкость, заливаем новое).

### 19. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между неисправностью пластинчатого фильтра в напорной магистрали и показаниями прибора (перепад давления):

| Состояние фильтра                                  | Показания дифманометра ( $\Delta P$ )                          |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Фильтроэлемент чистый, новый                    | А. $\Delta P$ стремится к 0 (или минимальное значение)         |
| 2. Фильтроэлемент загрязнен до критического уровня | Б. $\Delta P$ достигло значения настройки перепускного клапана |

| Состояние фильтра                                         | Показания дифманометра ( $\Delta P$ )                                             |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Фильтроэлемент разрушен (прорван)                      | В. $\Delta P$ резко упало после достижения максимума, загрязненность масла растет |
| 4. Перепускной клапан открыт (грязное масло идет в обход) | Г. $\Delta P$ стабилизировалось на уровне уставки клапана, но не выше             |

**Ответ:** 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г.

## **20. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При осмотре системы жидкой смазки редуктора клетки кварто обнаружено, что маслоотбойные кольца на валу не вращаются вместе с валом. Смазка подается разбрызгиванием. Какое последствие для надежности подшипников качения вызывает этот дефект?

- А) Увеличится расход масла.
- Б) Прекратится подача масла в подшипник, так как разбрызгивание не создает масляного тумана, и подшипник начнет работать без смазки, что приведет к его быстрому заклиниванию.
- В) Повысится уровень масла в картере.
- Г) Упадет давление в напорной магистрали.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Маслоотбойные кольца свободно висят на валу и должны увлекаться им во вращение за счет трения. Они захватывают масло из ванны и подают его на распределительные лотки, откуда оно самотеком поступает в подшипники. Если кольцо «зависло» (из-за износа канавки, загустения масла или механической помехи), оно не подает масло наверх. Подшипник лишается смазки, несмотря на вращение вала и наличие масла в картере.

## **Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства) – 5 вопросов**

### **21. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При аудите смазочного хозяйства цеха холодной прокатки обнаружено, что масло И-40А из циркуляционной системы смазки ПЖТ сливается в общую емкость с маслом из системы гидропривода нажимного устройства (ГНУ), где используется масло HLP-46 с противоизносными и антиокислительными присадками. Инженер по эксплуатации считает это допустимым. Прав ли он?

- А) Прав, так как оба масла минеральные и имеют схожую вязкость.
- Б) Не прав, так как смешение масел с разными пакетами присадок может привести к их химическому конфликту (выпадению осадка, деструкции), а также приведет к загрязнению гидравлического масла продуктами износа баббитовых подшипников, что вызовет заклинивание сервоклапанов ГНУ.
- В) Прав, если смесь проходит через общий фильтр.
- Г) Не прав, так как масло ПЖТ содержит воду.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Это грубейшая ошибка в организации смазочного хозяйства. Масло для ПЖТ работает при высоких температурах, окисляется, насыщается конденсатом и продуктами износа

баббита (олово, свинец). Попадая в гидравлическое масло ГНУ, требующее высокой степени чистоты (класс 14/11/8), эти загрязнители мгновенно выводят из строя прецизионные пары сервоклапанов. Кроме того, присадки в HLP маслах (дитиофосфаты цинка) могут взаимодействовать с кислыми продуктами старения масла ПЖТ, вызывая образование нерастворимых шламов. Системы должны быть строго разделены.

## 22. Задание открытого типа с развернутым ответом

При модернизации системы смазки зубчатого зацепления открытой передачи шаровой мельницы предлагается заменить периодическую ручную смазку графитовой пастой на автоматическую систему распыления вязкого масла с помощью форсунок. Сформулируйте техническое задание на проектирование этой системы, указав ключевые параметры, которые необходимо контролировать для обеспечения ее безотказной работы и экологической безопасности.

### Ответ:

Техническое задание должно содержать:

1. Требования к смазочному материалу: высоковязкое остаточное масло с твердыми добавками (графит,  $\text{MoS}_2$ ), обеспечивающее работу без подогрева до  $-10^\circ\text{C}$ .
2. Система подачи: насос высокого давления с возможностью регулирования циклов подачи (периодичность и доза,  $\text{см}^3$  за цикл). Форсунки с плоским факелом, перекрывающим всю ширину зубчатого венца.
3. Контролируемые параметры:
  - Давление в напорной магистрали перед форсунками (контроль засорения).
  - Наличие факела (визуально или фотоэлектрическим датчиком).
  - Контроль уровня смазки в расходном баке.
4. Экологическая безопасность: Кожух-укрытие зоны распыления с обязательной аспирацией масляного тумана (подсоединение к вытяжной вентиляции). Установка поддона для сбора излишков смазки. Автоматическая блокировка: при отключении аспирации подача смазки прекращается.

## 23. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При трибомониторинге масла системы смазки главного привода блюминга обнаружено резкое увеличение «Кода чистоты» с  $-16/13$  до  $-20/18$  по ISO 4406, а также рост концентрации кремния (Si) и алюминия (Al). Какие выводы должен сделать инженер о причинах загрязнения и необходимых действиях?

1. Произошел отказ воздушного фильтра сапуна маслобака, и в масло попала пыль ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
2. Идет усталостное выкрашивание цементованного слоя зубьев шестерен.
3. Необходимо заменить масло и фильтры, провести ревизию сапуна.
4. Произошел износ баббитовых вкладышей.
5. Можно продолжать эксплуатацию до следующего планового ТО.

**Ответ:** 1, 3.

### Обоснование:

Совместный рост Si и Al (основные элементы земной коры, кварц и глинозем) указывает на попадание в масло атмосферной пыли — абразива.

6. Сапун маслобака должен быть оснащен фильтром. Если фильтр разрушен или отсутствует, воздух, засасываемый в бак при колебаниях уровня, приносит пыль из цеха.

7. Загрязнение абразивом — критический дефект. Необходимо немедленно заменить масло, промыть систему, заменить фильтры и восстановить фильтрацию воздуха сапуна. Эксплуатация с такой грязью вызовет лавинообразный износ всех подшипников и шестерен.

#### 24. Задание закрытого типа на установление последовательности

Восстановите последовательность пуска в эксплуатацию новой централизованной системы жидкой смазки после завершения монтажа:

- А) Пуск основного насоса и настройка редукционного (регулирующего) клапана на рабочее давление
- Б) Гидравлическое испытание трубопроводов на прочность и герметичность (опрессовка) с оформлением акта
- В) Проверка вращения электродвигателей насосов («на толчок»), проверка блокировок и сигнализации
- Г) Химическая промывка и продувка трубопроводов для удаления монтажной грязи, окалины и консервационной смазки
- Д) Заполнение маслобака чистым маслом, замена монтажных фильтров на штатные

**Ответ:** Г → Б → В → Д → А.

(Сначала удалили грязь, проверили трубы давлением, проверили электрику, залили свежее масло с чистыми фильтрами, запустили гидравлику).

#### 25. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

При расследовании аварии — задира подшипника скольжения турбокомпрессора — установлено, что за час до отказа произошло автоматическое переключение с основного маслонасоса на резервный, но давление в магистрали не восстановилось (упало до 0.5 бар). Осмотр показал, что резервный насос вращался в обратную сторону. Какое организационное упущение привело к аварии?

- А) В масле было слишком высокое кислотное число.
- Б) При монтаже или ремонте была нарушена фазировка электродвигателя резервного насоса, и после этого не была проведена проверка вращения под нагрузкой (проверка направления и работы АВР).
- В) Был забит всасывающий фильтр резервного насоса.
- Г) Оператор не включил насос.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Ключевое правило эксплуатации систем смазки с автоматическим вводом резерва (АВР) — после любого вмешательства в электрическую часть (ремонт двигателя, замена кабеля) должна проводиться комплексная проверка АВР: имитация отказа основного насоса и контроль набора давления резервным. Если электродвигатель вращается в обратную сторону, шестеренный насос не качает масло (или качает с мизерным давлением), но электрическая схема «видит», что автомат включился, и сигнала тревоги нет. Это прямое нарушение регламента ТО.

**ПК-3 (проверка технического состояния и остаточного ресурса металлургического оборудования, организация профилактического осмотра и текущего ремонта).**

---

**Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий) – 10 вопросов**

### 1. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

При плановом профилактическом осмотре централизованной системы густой смазки (ССС) роликов МНЛЗ смазчик обнаружил, что несколько контрольных флажков питателей не выдвигаются. Какой документ регламентирует периодичность проверки работоспособности этих питателей и порядок действий при обнаружении отказа?

- А) Паспорт на насосную станцию ССС и карта смазки оборудования
- Б) Правила внутреннего трудового распорядка
- В) СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
- Г) ГОСТ 2.601-2013 «Эксплуатационные документы»

**Ответ:** А.

**Обоснование:** Карта смазки (один из обязательных документов смазочного хозяйства) содержит для каждой точки трения тип смазки, периодичность пополнения, а также допустимые признаки неисправности. Паспорт на станцию ССС содержит регламентные сроки проверки питателей. Именно на основе этих документов мастер составляет план текущего ремонта.

### 2. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом системы смазки и ее классификационным признаком по способу подачи масла:

| Система смазки                        | Признак классификации                                     |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1. Циркуляционная с «мокрым» картером | А. Проточная (масло используется однократно и сгорает)    |
| 2. Фитильная капельная подача         | Б. Циркуляционная с возвратом масла в бак                 |
| 3. Система «масло-воздух»             | В. Дозированная подача без возврата (полная потеря масла) |
| 4. Централизованная густая смазка     | Г. Периодическая подача без возврата (потеря смазки)      |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г.

### 3. Задание открытого типа с развернутым ответом

Слесарь-смазчик при ежесменном осмотре обнаружил, что маслоуказатель (глазок) на корпусе подшипника скольжения насоса показывает отсутствие потока масла. Давление в напорной магистрали по манометру — в норме. Объясните, какие действия должен предпринять слесарь в рамках текущего ремонта для выявления и устранения причины, и почему нельзя просто игнорировать показания манометра.

**Ответ:**

Если манометр на общей магистрали показывает давление, а поток через конкретный подшипник отсутствует, проблема локальна. Действия слесаря:

1. Проверить, не перекрыт ли случайно индивидуальный вентиль или дроссель на подводе к этому подшипнику.

2. Отвернуть штуцер на входе в подшипник (при работающей системе) и убедиться, что масло доходит до подшипника. Если масло есть — забит сам подводящий канал в корпусе подшипника (шлам, отложения).
3. Если масла нет — забита подводящая трубка (часто в местах изгибов). Требуется ее продувка или замена.  
Игнорировать нельзя: манометр показывает давление в коллекторе, но не гарантирует проток через конкретную ветвь. Отсутствие потока приведет к перегреву и задиру подшипника, несмотря на «нормальное» давление.

#### **4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

При подготовке ведомости дефектов на текущий ремонт маслостанции циркуляционной смазки редуктора прокатного стана мастер обнаружил следующие отклонения. Какие из них требуют немедленного включения в ведомость текущего ремонта?

1. Течь масла через сальниковое уплотнение вала насоса (каплепадение с частотой 20 капель в минуту).
2. Вибрация корпуса насоса, превышающая норму по ГОСТ ИСО 10816-3 на 15%.
3. Легкое помутнение смотрового стекла без изменения уровня масла.
4. Забитый сапун маслобака, из-за чего в баке создается избыточное давление.
5. Шелушение краски на корпусе маслоохладителя.

**Ответ:** 1, 2, 4.

**Обоснование:**

6. Капельная течь по валу говорит об износе манжеты. Это ведет к потере масла, подсосу воздуха и падению КПД насоса. В рамках ТР манжета заменяется.
7. Вибрация выше нормы — признак расцентровки, дисбаланса или износа подшипников. Требуется ремонт для предотвращения внезапного отказа.
8. Забитый сапун ведет к повышению давления в баке, что выдавливает масло через уплотнения и ускоряет окисление масла. Чистка сапуна — операция ТР.

#### **5. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Расположите операции замены фильтроэлемента напорного фильтра циркуляционной системы смазки в порядке их выполнения по правилам технической эксплуатации:

- А) Извлечение загрязненного картриджа и осмотр его поверхности на предмет металлических частиц
- Б) Переключение потока на резервный фильтр (при двухкорпусной конструкции) или остановка насоса
- В) Запись в журнале ТО о замене с указанием результатов осмотра старого элемента
- Г) Сброс давления в корпусе фильтра через дренажный клапан
- Д) Установка нового фильтроэлемента, замена уплотнительных колец, сборка корпуса

**Ответ:** Б → Г → А → Д → В.

(Сначала безопасно отключили, сбросили давление, разобрали и осмотрели, заменили, записали).

#### **6. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При оценке остаточного ресурса трубопроводов централизованной системы густой смазки применяется метод выборочной ультразвуковой толщинометрии в местах изгибов. Почему замеры проводят именно на изгибах?

А) Там проще установить датчик прибора.

Б) В местах изгибов (коленах) происходит максимальный абразивный износ стенки трубы из-за изменения направления потока вязкой смазки под высоким давлением, и именно там вероятнее всего образование свища.

В) На прямых участках металл упрочняется.

Г) Из-за магнитных свойств металла.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Поток густой смазки под давлением (до 400 бар) движется по трубопроводу в режиме стержневого течения. На поворотах резко меняется направление вектора скорости, и наполнитель (мыла, частицы) воздействуют на внешнюю стенку колена как абразив. Утонение стенки происходит прежде всего на внешнем радиусегиба, и именно там проводят контрольные замеры для прогнозирования остаточного ресурса.

## 7. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между видом ремонта системы смазки и его содержанием:

| Вид ремонта                        | Содержание работ                                                                                          |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Текущий ремонт (ТР)             | А. Полная разборка маслобака, очистка, замена змеевиков подогрева, восстановление фундаментов             |
| 2. Капитальный ремонт (КР)         | Б. Очистка и промывка фильтров, дозаправка масла, подтяжка сальников, замена быстроизнашивающихся деталей |
| 3. Техническое обслуживание (ТО-1) | В. Восстановление или замена базовых деталей (корпусов насосов, теплообменников)                          |
| 4. Аварийный ремонт                | Г. Внеплановый ремонт, вызванный внезапным отказом (разрыв трубки, заклинивание насоса)                   |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-Б (ближе к ЕО), 4-Г.

## 8. Задание открытого типа с развернутым ответом

При плановой ревизии бака циркуляционной системы смазки (ТО-2) на дне обнаружен толстый слой осадка («масляный шлам») и вода. Слесарь предлагает просто слить отстой через донный клапан и долить свежее масло. Инженер ППР требует полного слива, зачистки бака и замены масла. Обоснуйте позицию инженера с точки зрения продления ресурса насосов и подшипников.

**Ответ:**

Позиция инженера основана на том, что масляный шлам и вода на дне — это уже следствие деградации всего объема масла (окисление, накопление нерастворимых продуктов). Простой слив отстоя:

1. Не удалит кислые продукты старения, растворимые в масле, которые вызывают коррозию подшипников и латунных деталей.
2. Вода эмульгирована по всему объему, а не только на дне. Она резко снижает несущую способность масляной пленки.



3. Шлам забивает всасывающие сетки насосов, вызывая кавитацию.

Полная замена масла с механической зачисткой бака удаляет катализаторы старения (шлам, частицы износа), восстанавливает запас присадок и гарантирует надежную работу оборудования на следующий межремонтный период.

**9. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

Инженер составляет график ППР на год для оборудования смазочного хозяйства прокатного цеха. Какие агрегаты должны быть запланированы к обязательной ежегодной ревизии?

1. Маслоохладители (теплообменники) с чисткой трубок и опрессовкой.
2. Предохранительные клапаны насосов с ревизией и настройкой давления.
3. Каждый индивидуальный шланг подачи густой смазки к роликам рольганга.
4. Бак рабочей жидкости с очисткой и дефектоскопией стенок.
5. Электродвигатель насоса с заменой обмотки.

**Ответ:** 1, 2, 4.

**Обоснование:**

6. Теплообменники склонны к заиливанию и коррозии трубок, что снижает эффективность охлаждения. Ежегодная чистка и опрессовка предотвращают попадание воды в масло.
7. Предохранительные клапаны — элементы безопасности. Их ревизия и проверка срабатывания раз в год обязательна по ПТЭ.
8. Бак является отстойником. Ежегодная зачистка удаляет шлам, а дефектоскопия стенок выявляет коррозионный износ.

Индивидуальные шланги (п.3) ревизируют выборочно, обмотку двигателя (п.5) меняют по состоянию изоляции.

**10. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Установите последовательность действий мастера при организации работ по текущему ремонту насосного агрегата системы смазки с полной разборкой:

- А) Оформление наряда-допуска и проведение целевого инструктажа  
Б) Отключение электропитания насоса, вывешивание плаката «Не включать! Работают люди»  
В) Слив масла из корпуса насоса, демонтаж обвязки, транспортировка на ремонтную площадку  
Г) Перекрытие всасывающей и напорной задвижек  
Д) Очистка насоса от наружной грязи, разборка и дефектовка деталей

**Ответ:** А → Б → Г → В → Д.

(Документы, безопасность, гидроизоляция, демонтаж, ремонт).

---

## **Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул) – 10 вопросов**

**11. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При дефектовке пластинчатого насоса системы гидростатической смазки измерен зазор между торцом ротора и распределительным диском: фактический 0.08 мм при допустимом 0.05 мм.

Производительность насоса упала на 25%. Какое решение должен принять мастер по результатам дефектовки?

- А) Собрать насос как есть, так как износ незначителен.  
Б) Прошлифовать распределительный диск и ротор до восстановления плоскостности и зазора, если позволяет толщина деталей, либо заменить пару трения.  
В) Увеличить обороты двигателя для компенсации падения подачи.  
Г) Залить более вязкое масло.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Торцевой зазор в пластинчатом насосе является критическим для объемного КПД. Его увеличение ведет к внутренним перетечкам масла из напорной зоны во всасывающую, что снижает подачу и вызывает перегрев масла. «Лечение» — восстановление плоскостности (шлифовка, притирка) и доведение зазора до паспортного. Компенсация оборотами (В) приведет к ускоренному износу.

## 12. Задание открытого типа с развернутым ответом

При подготовке к зиме проводится ревизия обогрева маслобака циркуляционной системы. Мощность трубчатого электронагревателя (ТЭНа) 10 кВт. Объем масла в баке 2000 литров, плотность масла 900 кг/м<sup>3</sup>, теплоемкость 2 кДж/(кг·°С). За сколько часов ТЭН нагреет масло с -10°С до +15°С, если КПД нагрева (с учетом теплопотерь) составляет 80%? Какой контрольный прибор необходим для безопасной работы ТЭНа?

**Ответ:**

Масса масла:  $m = \rho \cdot V = 900 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \text{ м}^3 = 1800 \text{ кг}$ .

Требуемое количество теплоты:  $Q_{\text{полез}} = c \cdot m \cdot \Delta T = 2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°С)} \cdot 1800 \text{ кг} \cdot 25^\circ\text{С} = 90\,000 \text{ кДж}$ .

Затраченная энергия с учетом КПД:  $Q_{\text{затр}} = Q_{\text{полез}} / \eta = 90\,000 / 0.8 = 112\,500 \text{ кДж}$ .

Время нагрева:  $t = Q_{\text{затр}} / P = 112\,500 \text{ кДж} / 10 \text{ кВт} = 11250 \text{ секунд} \approx 3.125 \text{ часа}$ .

Необходимый контрольный прибор: термостат (термореле), автоматически отключающий ТЭН при достижении +15°С во избежание перегрева (коксования масла на поверхности ТЭНа) и пожара. Дополнительно — реле уровня масла, блокирующее включение ТЭНа при оголении нагревателя.

## 13. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

На участке ремонта смазочного оборудования проверяют центробежный маслоочиститель (центрифугу), который не набирает обороты (ротор тяжело вращается). Какие дефекты должны быть проверены и устранены при его ревизии?

1. Износ подшипников шпинделя (вала) ротора.
2. Забивание грязью зазора в реактивном сопле гидропривода ротора.
3. Неплотное прилегание колпака ротора, нарушающее аэродинамику.
4. Износ уплотнительного кольца между корпусом и ротором.
5. Неправильная сборка — перекос или затяжка гайки крепления ротора.

**Ответ:** 1, 2, 5.

**Обоснование:**

6. Ротор вращается с огромной скоростью (до 8000 об/мин) на прецизионных подшипниках. Их износ создает механическое сопротивление.
7. Центрифуга приводится во вращение реактивной силой масла, вытекающего из сопел. Если отверстия сопел забиты, реактивный момент мал, и ротор не набирает скорость.
8. Неправильная затяжка или сборка вызывает перекос ротора и его касание о корпус (трение).

#### 14. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом контрольно-измерительного прибора (КИП) в системе смазки и параметром, который он контролирует для оценки технического состояния оборудования:

| Тип КИП                                           | Контролируемый параметр                               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Дифференциальный манометр (дифманометр)        | А. Уровень масла в баке                               |
| 2. Термометр сопротивления на сливе из подшипника | Б. Загрязненность фильтроэлемента (степень засорения) |
| 3. Поплавковый датчик с реле уровня               | В. Износ или нарушение режима работы подшипника       |
| 4. Расходомер (турбинный датчик потока)           | Г. Проток масла через узел трения (закупорка каналов) |

**Ответ:** 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г.

#### 15. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

Для шестеренного насоса смазки с внешним зацеплением и теоретической подачей  $Q_{\text{теор}} = 80$  л/мин провели испытания. При рабочем давлении подача упала до  $Q_{\text{факт}} = 60$  л/мин. Насос подлежит текущему ремонту или еще можно эксплуатировать, если браковочным критерием является падение объемного КПД ниже 70%?

- А) Ремонтировать нельзя, так как КПД 75%, это выше 70%.
- Б) Подлежит ремонту, так как КПД упал до 75%, а также потому, что скорость износа обычно нарастает лавинообразно при  $\text{КПД} < 80\%$ .
- В) Можно эксплуатировать до следующего планового ремонта.
- Г) Срочно заменить насос, так как КПД ниже 90%.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:**  $\eta_{\text{об}} = 60 / 80 = 75\%$ . Хотя формально порог (70%) не достигнут, опыт эксплуатации показывает, что у шестеренных насосов падение КПД ниже 80% свидетельствует о раскрытии торцевых и радиальных зазоров до величин, при которых перетечки масла вызывают интенсивный разогрев. Разогрев снижает вязкость масла, что еще больше увеличивает перетечки — процесс становится самоускоряющимся. Поэтому при 75% насос необходимо вывести в ремонт сейчас, не дожидаясь аварийного падения подачи.

#### 16. Задание открытого типа с развернутым ответом

Мастер по ремонту смазочного оборудования получил задание восстановить плунжерный насос-дозатор централизованной системы густой смазки. При разборке обнаружен износ зеркала цилиндра (риски, задиры). Токарь предлагает расточить цилиндр и изготовить новый плунжер увеличенного диаметра. Дайте заключение о допустимости такого ремонта с точки зрения сохранения точности дозирования.

**Ответ:**

Ремонт расточкой с изготовлением увеличенного плунжера допустим, но требует жесткого соблюдения условий:

1. При расточке изменяется площадь плунжера, следовательно, изменится объем дозы за один ход. Необходимо пересчитать требуемый ход плунжера для сохранения проектной дозы ( $V = S_{\text{нов}} \cdot h_{\text{нов}} = \text{const}$ ).
2. Зазор в паре «плунжер-цилиндр» должен остаться в пределах допуска (обычно 3–5 мкм). Увеличенный зазор приведет к перетечкам смазки при высоком давлении и неточности дозы, уменьшенный — к заклиниванию при нагреве.
3. Плунжер должен быть изготовлен из материала той же твердости и с той же чистотой поверхности ( $R_a$  не более 0.1 мкм), иначе он быстро износит чугунный или стальной корпус.

#### **17. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

В ходе плановой остановки стана проводится ревизия системы аэрозольной смазки («масляный туман»). Какие элементы подлежат обязательной очистке и проверке?

1. Генератор масляного тумана (головка Вентури или форсунка).
2. Маслораздающие коллекторы и конденсационные горшки (дренажные емкости).
3. Воздушный фильтр на входе в генератор.
4. Зубчатый венец привода барабана моталки.
5. Трубопроводы подачи тумана (на предмет провисаний и масляных пробок).

**Ответ:** 1, 2, 3, 5.

**Обоснование:**

6. Генератор — сердце системы, забивание его жиклера или загрязнение резервуара приводит к отсутствию тумана.
7. Конденсационные горшки собирают излишки скоагулировавшего масла. Если их не дренировать, масло заполнит трубу и перекроет поток аэрозоля.
8. Воздушный фильтр защищает генератор от пыли. Его забивание снижает давление воздуха и качество тумана.
9. Провисы труб создают «водяные затворы» из масла, блокируя подачу к дальним точкам.

#### **18. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Расположите этапы приемки масла, поступившего на склад ГСМ, согласно инструкции по входному контролю:

- А) Отбор пробы из транспортной емкости
- Б) Сличение номера партии и маркировки на бочках с паспортом (сертификатом) качества
- В) Проверка наличия пломб на заливных горловинах и целостности тары
- Г) Проведение лабораторного анализа пробы (вязкость, кислотное число, вода)
- Д) Оформление акта приемки или рекламации поставщику

**Ответ:** В → Б → А → Г → Д.

(Внешний вид, документы, проба, анализ, решение).

#### **19. Задание закрытого типа на установление соответствия**

Установите соответствие между дефектом пластичной смазки и организационно-технической причиной его возникновения в цеховом хозяйстве:

| Дефект смазки                          | Причина                                                                   |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1. Загрязнение механическими примесями | А. Хранение тары открытой в запыленном цехе                               |
| 2. Загустевание (потеря пенетрации)    | Б. Длительное хранение при температуре выше 40°C (испарение масла-основы) |
| 3. Расслоение (выделение масла)        | В. Замерзание эмульсионной воды в смазке при - 30°C                       |
| 4. Комкование (неоднородность)         | Г. Использование непредназначенного для смазки растворителя при промывке  |

**Ответ:** 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г.

**20. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

На маслостанции установлен новый фильтр тонкой очистки с номинальной тонкостью фильтрации 10 мкм. Инженер по надежности предлагает заменить его на фильтр 3 мкм для увеличения ресурса подшипников. Начальник цеха возражает. Кто прав с точки зрения организации ТО и остаточного ресурса фильтра?

А) Инженер прав — чем тоньше очистка, тем лучше для подшипников.

Б) Начальник цеха прав — установка более тонкого фильтра без замены насоса и увеличения мощности может привести к частому забиванию и открытию перепускного клапана, в результате подшипники будут получать неочищенное масло.

В) Инженер прав, но нужно просто чаще менять фильтры.

Г) Оба не правы, нужно ставить фильтр 25 мкм.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Фильтр 3 мкм создает гораздо большее гидравлическое сопротивление, чем 10 мкм. Если насос не рассчитан на это сопротивление, то при загрязнении фильтра быстро сработает перепускной клапан, и масло пойдет в обход фильтра вообще без очистки. Это резко снизит защиту подшипников. Модернизация системы фильтрации требует комплексного расчета: пропускной способности насоса, площади фильтрующей поверхности и настройки перепускного клапана.

## Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства) – 5 вопросов

**21. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При ремонте крупной циркуляционной маслостанции было заменено масло И-40А на синтетическое масло (ПАО) с увеличенным сроком службы. Через месяц эксплуатации начались течи по резиновым уплотнениям насосов и фильтров. В чем причина, и какое решение должна принять служба ремонта?

А) Синтетическое масло обладает моющими свойствами, смыло «грязевой уплотнитель» в зазорах

— нужно подтянуть фланцы.

Б) Синтетическое масло вызывает усадку (выщелачивание) резиновых уплотнений на основе нитрильного каучука (NBR), которые были совместимы с минеральным маслом. Необходимо заменить все уплотнения на фторкаучуковые (FKM/Viton).

В) Масло слишком жидкое, нужно заменить его на более вязкое.

Г) Течи не связаны с заменой масла, просто срок подошел.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Совместимость уплотнений с типом масла — критический параметр при переходе на синтетику. Минеральные масла вызывают небольшое набухание резины NBR, обеспечивая герметичность. Синтетические ПАО масла не вызывают такого набухания, и уплотнения «усаживаются», давая течь. При внедрении синтетического масла служба ремонта обязана была провести аудит материалов уплотнений и заменить их на совместимые (FKM). Это грубая ошибка менеджмента изменений (Management of Change).

## 22. Задание открытого типа с развернутым ответом

Для автоматической станции густой смазки (прогрессивная система) требуется выбрать и обосновать метод контроля срабатывания каждого питателя. Сравните метод контроля по давлению с методом контроля по движению флажка (индуктивный датчик). Объясните, какой метод обеспечивает более высокий остаточный ресурс системы и почему.

**Ответ:**

Сравнение методов:

1. Контроль по давлению (датчик давления в конце магистрали или на питателе): Фиксирует факт роста давления при перекрытии линии. Недостаток — не отличает нормальное срабатывание от закупорки магистрали до питателя. Если смазка застыла в трубке, датчик покажет «давление есть», но смазка в точку не пошла. Такой метод ненадежен и ведет к ложному ощущению безопасности, что сокращает фактический ресурс подшипника.
2. Контроль по движению золотника (индуктивный датчик на флажке питателя): Фиксирует именно факт перемещения дозирующего поршня. Это прямое доказательство того, что порция смазки действительно вытолкнута в точку трения.  
Вывод: Метод контроля по движению золотника обеспечивает более высокий остаточный ресурс, так как исключает скрытые отказы. Инвестиции в датчики на каждый питатель окупаются предотвращением аварийных замен подшипников МНЛЗ или рольгангов.

## 23. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При аудите смазочного хозяйства цеха горячей прокатки выяснилось, что журнал учета замены масла в редукторах не ведется, замена производится «по факту поломки» или при потемнении масла. Какие риски для остаточного ресурса оборудования несет такой подход?

1. Накопление продуктов старения (кислот, шлама), вызывающих коррозию подшипников и забивание маслопроводов.
2. Работа на маловязком масле из-за деструкции загустителя под действием высоких температур.
3. Увеличение расхода электроэнергии.
4. Рост вероятности внезапного усталостного выкрашивания зубьев из-за потери противозадирных свойств масла.
5. Снижение шума в цехе.

**Ответ:** 1, 2, 4.

**Обоснование:**

Замена масла «по цвету» субъективна и обычно происходит слишком поздно.

6. Продукты окисления (кислоты) химически агрессивны к цветным металлам (бронза, латунь сепараторов).
7. Высокие температуры вызывают терморекинг молекул масла, падает вязкость, несущая способность масляного клина снижается, риск задира растет.
8. Противозадирные и противоизносные присадки (сера, фосфор) срабатываются, и при пиковых нагрузках возникает молекулярный контакт металлов (схватывание зубьев).

**24. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Восстановите организационный порядок расследования причин массового выхода из строя подшипников нового роллганга:

- А) Отбор пробы смазки из системы и из забитых подшипников
- Б) Анализ проекта: проверка соответствия выбранного типа смазки (EP-свойства, вязкость) фактическим нагрузкам и скоростям
- В) Создание комиссии с участием механика цеха, инженера-смазчика и представителя ОТК
- Г) Составление акта расследования с указанием корневой причины (например, «замена смазки на несоответствующую при монтаже») и мероприятий по предотвращению
- Д) Проверка монтажных документов — какая смазка была фактически заложена в подшипники при сборке

**Ответ:** В → А → Д → Б → Г.

(Комиссия, улики, что положили на самом деле, что надо было положить по проекту, выводы).

**25. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При продлении срока службы парка резервуаров для хранения жидкого масла проводится их техническое диагностирование. Ультразвуковая толщинометрия днища выявила язвенную коррозию глубиной до 30% от номинальной толщины. Допустимый износ по нормам — 40%. Комиссия должна принять решение.

- А) Резервуар годен к эксплуатации без ограничений.
- Б) Резервуар подлежит выводу из эксплуатации, так как любой коррозионный дефект недопустим.
- В) Следует выполнить ремонт днища (зачистка, наплавка) сейчас или назначить ускоренный срок следующей проверки (через 2 года вместо 5 лет), исходя из скорости коррозии.
- Г) Допустимый износ 40% не регламентирован, решение принимается «на глаз».

**Ответ:** В.

**Обоснование:** Износ 30% при пороге 40% означает, что остаточный ресурс по коррозии составляет всего 10% толщины. Комиссия обязана определить скорость коррозии (например, 0.2 мм/год) и рассчитать срок достижения браковочного предела. Если он меньше следующего межпроверочного интервала (например, 2 года против 5 лет), то необходимо либо отремонтировать днище сейчас, либо официально сократить интервал проверки до расчетного, чтобы гарантированно не допустить течи масла.