

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ  
ГИДРОПРИВОДА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН»**

**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.Э.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Никоноров Л.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-3<br>Способен принимать участие в организации и работе технических служб по ремонту, эксплуатации, модернизации и проектированию металлургического оборудования                                                                         | ПК-3.1<br>Осуществляет организацию осмотров и текущих ремонтов металлургического оборудования и определяет их остаточный ресурс |
|                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.2<br>Проводит осмотр и ремонт металлургических машин с гидро- и пневмоприводом.                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.3:<br>Оценивает остаточный ресурс и техническое состояние систем обеспечение экологической безопасности                    |
| ПК-4<br>Способен оценивать техническое состояние, выявлять и устранять неисправности в работе металлургического оборудования с гидравлическим, пневматическим и электромеханическим приводами, задействованными в технологическом процессе | ПК-4.2<br>Разрабатывает необходимую документацию на обслуживание и ремонт металлургических машин с гидро- и пневмоприводом      |
|                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-4.3:<br>Разрабатывает необходимую документацию на обслуживание и ремонт металлургических машин с гидро- и пневмоприводом     |

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины      | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства                             | Показатели оценки                                                                |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Достоинства и недостатки гидропривода         | ПК-3<br>ПК-4            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Типовые схемы гидропривода                    | ПК-3<br>ПК-4            | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Основные неисправности гидропривода ПТ, СДМиО | ПК-3<br>ПК-4            | Список литературных источников по тематике,                  | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |

|                                                                         |              |                                                              |                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         |              | тестовые задания                                             |                                                                                  |
| Методы диагностирования гидропривода                                    | ПК-3<br>ПК-4 | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Влияние низких температур на износ гидрооборудования                    | ПК-3<br>ПК-4 | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Основные операции, проводимые при техническом обслуживании гидропривода | ПК-3<br>ПК-4 | Список литературных источников по тематике, тестовые задания | Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста |
| Зачет с оценкой                                                         | ПК-3<br>ПК-4 | 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 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------|
| <b><i>Промежуточная аттестация в 8 семестре в форме «Зачет с оценкой»</i></b> |                                     |                                  |                     |                        |
|                                                                               | Тестовые задания                    | В течение обучения по дисциплине | от 0 до 5 баллов    | От 3 до 5 баллов       |
| 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-3 (организация и работа технических служб по ремонту, эксплуатации, модернизации и проектированию металлургического оборудования).

### 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 техническом обслуживании гидросистемы пресса для пакетирования скрапа механик обнаружил, что уровень масла в баке поднялся выше отметки «максимум», а само масло приобрело молочно-белый оттенок. О какой неисправности гидропривода это свидетельствует?

- А) Механический износ насоса
- Б) Термическое разложение масла
- В) Обводнение рабочей жидкости (попадание воды)
- Г) Засорение всасывающего фильтра

**Ответ:** В.

**Обоснование:** Молочно-белый цвет масла и повышение уровня — классические признаки эмульгирования воды в масле. В гидросистемах металлургических машин это часто происходит из-за нарушения герметичности теплообменника (водомасляного охладителя) или попадания технологической воды через изношенные уплотнения штоков гидроцилиндров, работающих в зоне водяного охлаждения (МНЛЗ, печные толкатели). Обводнение резко снижает смазывающую способность и вызывает коррозию.

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

Установите соответствие между типовым элементом гидросхемы и его функцией, реализуемой для обеспечения надежной работы металлургического агрегата:

| Элемент гидросхемы                      | Функция                                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Гидрозамок                           | А. Предохранение системы от превышения давления                |
| 2. Дроссель с обратным клапаном         | Б. Удержание груза (поршня) в заданном положении без перетечек |
| 3. Предохранительный клапан             | В. Фильтрация рабочей жидкости в сливной линии                 |
| 4. Заливной фильтр с магнитной вставкой | Г. Регулирование скорости штока (подачи) на выходе             |

**Ответ:** 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В.

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

При приемке смены на участке гидравлики стана горячей прокатки слесарь заметил подтекание масла по штоку нажимного цилиндра. Мастер принимает решение о допуске оборудования к работе до планового ремонта. Какие критерии, согласно правилам технической эксплуатации (ПТЭ), должны быть оценены для принятия такого решения, и какой метод контроля утечек является нормированным?

**Ответ:**

Решение о допуске принимается на основании оценки интенсивности утечки и ее влияния на безопасность. Критерии:

1. Объем утечки: капельная течь (до 5 капель в минуту) для ряда вспомогательных механизмов может быть допустима, струйная (подтекание) — нет.
2. Наличие резерва по объему масла в баке и работоспособность системы автоматического долива.
3. Риск загрязнения масла извне (пыль, окалина) через нарушенное уплотнение и риск гидроудара при попадании воздуха.  
Метод контроля: Согласно картам ремонта, утечки нормируются по методике DIN 51524 или внутренним нормам завода. Допустимая негерметичность по штоку для цилиндров прокатных клетей обычно исчисляется в см<sup>3</sup>/час (например, не более 5 см<sup>3</sup>/ч на 100 мм диаметра штока) и проверяется мерной емкостью.

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

При плановом ТО гидростанции машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) бригада проводит замену фильтроэлементов. Какие обязательные проверки, согласно регламенту технического обслуживания, должны быть выполнены перед сборкой фильтра?

1. Проверка целостности перепускного клапана фильтра и его настройки.
2. Проверка твердости корпуса фильтра.
3. Осмотр внутренней полости корпуса на наличие стружки и отложений.
4. Контроль момента затяжки болтов крепления корпуса по динамометрическому ключу.
5. Внешний осмотр уплотнений и замена резиновых колец.

**Ответ:** 1, 3, 5.

**Обоснование:**

6. Перепускной клапан: При предельном засорении фильтра клапан предохраняет фильтроэлемент от разрушения, направляя масло в обход. Его неисправность (заклинивание в открытом положении) сводит фильтрацию к нулю.
7. Осмотр полости: Наличие стружки и отложений в корпусе — важный диагностический признак износа насосов или гидромоторов. При обнаружении стружки должно быть инициировано внеочередное расследование.
8. Уплотнения: Кольца однократного применения должны заменяться всегда при вскрытии корпуса. Экономия на копеечном кольце ведет к неконтролируемому подсосу воздуха в гидросистему.

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

Расположите операции ежесменного технического обслуживания (ЕО) гидропривода в правильной последовательности их выполнения:

- А) Визуальный осмотр трубопроводов и гибких рукавов на предмет наружных утечек и потерь
- Б) Проверка уровня рабочей жидкости в маслобаке по масломерному стеклу
- В) Контроль температуры масла в баке по штатному термометру
- Г) Проверка отсутствия вспенивания масла на поверхности (визуально через горловину)
- Д) Проверка чистоты и работы теплообменников (ребер охлаждения)

**Ответ:** А → Б → Г → В → Д.

(Сначала безопасность и целостность системы, затем количество жидкости, оценка ее состояния (пена), затем рабочие параметры, и только потом вспомогательные агрегаты).

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

В гидросистеме механизма качания кристаллизатора МНЛЗ используется сервоклапан. При анализе отказов зафиксирована нестабильность перемещения (рывки). Анализ масла показал класс чистоты 15/13/10 по ISO 4406 вместо требуемого 13/11/8. Каков главный механизм воздействия загрязненного масла на сервоклапан, приводящий к данному дефекту?

- А) Разрушение уплотнений поршня гидроцилиндра
- Б) Абразивный износ золотниковой пары и заклинивание прецизионных зазоров
- В) Кавитационное разрушение кромок золотника
- Г) Вспенивание масла в баке

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Сервоклапаны имеют прецизионные зазоры между золотником и гильзой (1–5 мкм). Частицы загрязнений размером более 3 мкм, попадая в этот зазор, вызывают микрорезание (абразивный износ) кромок, что увеличивает внутренние утечки, либо застревают в зазоре, вызывая «залипание» золотника и скачкообразное движение (стрикция). Именно поэтому для сервосистем предъявляются столь высокие требования к чистоте жидкости.

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

Установите соответствие между преимуществом гидропривода и его реализацией в конкретном металлургическом механизме:

| Преимущество гидропривода                       | Пример реализации в металлургии                                     |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. Бесступенчатое регулирование скорости        | А. Гидравлические нажимные устройства (ГНУ) прокатных клетей        |
| 2. Развитие больших усилий при малых габаритах  | Б. Привод поворота конвертера                                       |
| 3. Высокое быстродействие и малая инерционность | В. Механизм регулирования ширины слэба в кристаллизаторе МНЛЗ       |
| 4. Надежное предохранение от перегрузок         | Г. Срабатывание предохранительного клапана в гидросистеме рольганга |

**Ответ:** 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г.

#### **8. Задание открытого типа с развернутым ответом**

Зимой в неотапливаемом складе шихты гидравлическая система привода грейфера работает с перебоями: в начале смены движения замедлены, насос шумит. После 30–40 минут работы параметры нормализуются. Объясните физику явления с точки зрения влияния низких температур и предложите мероприятия по его предотвращению, которые должна организовать служба эксплуатации.

**Ответ:**

Физика явления: При низких температурах вязкость гидравлического масла резко возрастает. Пусковые моменты становятся критическими: насос не может всосать густое масло через фильтр, возникает кавитация (шум насоса), рабочая жидкость не продавливается через узкие каналы гидрораспределителей. По мере работы масло прогревается за счет внутреннего трения и дросселирования, вязкость входит в норму.

Мероприятия службы эксплуатации:

1. Организация системы предпускового подогрева масла в баке (встроенные ТЭНы или циркуляционный подогрев через отдельный насос).
2. Замена летнего масла на зимнее (например, ВМГЗ вместо МГ-30) с более низким индексом вязкости согласно сезонному графику ТО.
3. Установка теплоизоляции на маслобак и длинные трубопроводные магистрали.
4. Регламентный «холостой прогрев» системы без нагрузки в течение 10–15 минут перед началом работы.

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

В рамках модернизации гидропривода ножниц холодной резки техническая служба рассматривает замену шестеренного насоса на аксиально-поршневой регулируемый. Какие преимущества в надежности и обслуживании получит система?

1. Возможность регулирования рабочего объема и снижения энергопотребления при холостом ходе.
2. Отсутствие необходимости в фильтрации масла.
3. Более высокая ремонтпригодность в условиях цеха (простая замена уплотнений).
4. Повышение номинального давления в системе и уменьшение габаритов гидроцилиндров.

5. Работа без сливной магистрали.

**Ответ:** 1, 4.

**Обоснование:**

6. Регулируемый аксиально-поршневой насос позволяет автоматически снижать подачу до нуля при достижении заданного давления (работа «на упор»), что резко снижает нагрев масла и затраты энергии в цикле ожидания.
7. Аксиально-поршневые насосы работают при давлениях 32–42 МПа против 16–20 МПа у шестеренных. Повышение номинального давления позволяет при том же усилии применить цилиндры меньшего диаметра, что снижает общий объем заливаемого масла.

Пункт 2 неверен — требования к чистоте для поршневых машин выше. Пункт 3 спорен — ремонт поршневой группы сложнее и требует квалификации.

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

Расположите этапы анализа отказа гидроцилиндра (течь по штоку) в логике работы технической службы (от обнаружения до внедрения решения):

- А) Составление дефектной ведомости и планирование ремонта
- Б) Измерение диаметра штока и проверка его твердости в зоне износа
- В) Анализ абразивности и химического состава отложений на грязесъемнике
- Г) Принятие решения о замене материала уплотнений (например, на полиуретан) или установке защитного сальффона
- Д) Демонтаж и дефектовка цилиндра в ремонтном цехе

**Ответ:** Д → Б → В → А → Г.

(Сначала сняли и разобрали, замерыли износ штока, поняли природу загрязнений, оформили документы на ремонт, предложили конструктивное улучшение).

---

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

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

В гидросистеме привода валков правильной машины установлен насос с рабочим объемом  $V_0 = 100 \text{ см}^3/\text{об}$  и частотой вращения  $n = 1500 \text{ об/мин}$ . Механик замерил фактическую подачу с помощью расходомера и получил 130 л/мин при номинальном давлении. Паспортная объемная подача — 150 л/мин. Какое заключение о техническом состоянии насоса должен сделать механик?

- А) Насос исправен, разница в показаниях — погрешность расходомера.
- Б) Объемный КПД насоса упал до 86%, что указывает на значительный внутренний износ качающего узла.
- В) Насос неисправен, так как подача упала ровно на 15%, что говорит о разрушении одного из поршней.
- Г) Неисправен переливной клапан, сливающий масло в бак.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Теоретическая подача насоса  $Q_{\text{теор}} = V_0 \cdot n / 1000 = 100 \cdot 1500 / 1000 = 150 \text{ л/мин}$ . Фактическая подача — 130 л/мин. Объемный КПД  $\eta_{\text{об}} = Q_{\text{факт}} / Q_{\text{теор}} = 130 / 150 = 0,867$  (86,7%). Снижение объемного КПД ниже 90% для аксиально-поршневых и ниже 85% для шестеренных насосов является пороговым значением для вывода в ремонт. Причина — увеличение внутренних перетечек через зазоры в распределителе и поршневой группе из-за износа.

##### **12. Задание открытого типа с развернутым ответом**

В цехе при эксплуатации гидропривода зажима заготовки (тиски) обнаружено, что цилиндр не развивает паспортное усилие зажима, хотя манометр на напорной линии показывает номинальное давление. Слесарь проверил фильтры и долил масло, но это не помогло. Проведите анализ причин и опишите алгоритм поиска неисправности с точки зрения инженера-гидравлика.

**Ответ:**

Если давление в напорной линии по манометру соответствует номиналу, а усилие на штоке нет, это означает, что давление либо не доходит до поршневой полости цилиндра в нужном объеме, либо противодействующее усилие выше расчетного.

Алгоритм поиска:

1. Проверка настройки редукционного или предохранительного клапана в линии управления (если таковой стоит перед распределителем). Возможно, давление отсечки настроено неверно, и поток уходит на слит.
2. Проверка гидрозамка (если установлен): возможен клин обратного клапана в закрытом положении — управляющий сигнал есть, а поток в полость цилиндра не идет.
3. Проверка самого цилиндра: а) замер перетечек через поршневые уплотнения (тест «мертвой точки» — поднять давление, перекрыть линию, оценить скорость падения); б) механический осмотр — возможен изгиб штока и закусывание во втулке, из-за чего часть усилия тратится на трение.
4. Проверка присоединительной арматуры: возможно отслоение внутреннего слоя РВД, который работает как обратный клапан, создавая сопротивление потоку.

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

При вибрационной диагностике гидронасоса обнаружен рост вибрации на частоте, равной произведению числа оборотов на количество поршней ( $z=9$ ). Какие дефекты насоса могут быть источниками этой частоты, и какие дополнительные методы контроля подтвердят диагноз?

1. Дисбаланс ротора или муфты.
2. Износ или раковины на беговой дорожке опорного распределительного диска.
3. Неравномерная подача из-за залипания одного из поршней.
4. Кавитация на входе.
5. Износ подшипников качения вала.

**Ответ:** 2, 3.

**Обоснование:** Частота, равная оборотам, умноженным на количество поршней ( $f = n/60 \cdot z$ ), называется поршневой (лопастной) частотой. Она генерируется при:

6. Дефектах распределительного диска (выработка, задиры) — в момент перехода поршня из зоны нагнетания во всасывание возникает гидроудар из-за неправильной разгрузки замкнутого объема.
7. Залипании или разрушении одного поршня — нарушается цикличность подачи, возникает сильная пульсация давления. Для верификации диагноза необходимо: а) снять спектр пульсаций давления тензометрическим датчиком (должны быть пики на частоте  $z \cdot n$  и гармониках); б) выполнить феррографию масла (поиск бронзовых частиц от поршня или распределителя).

### 14. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между параметром состояния гидропривода и методом диагностирования, применяемым при плановых ТО:

| Диагностический параметр                                      | Метод / Средство диагностики                                       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Степень загрязненности рабочей жидкости                    | А. Вискозиметр                                                     |
| 2. Кинематическая вязкость масла                              | Б. Автоматический счетчик частиц (PAMAS) или микроскоп             |
| 3. Объемный КПД насоса                                        | В. Ультразвуковой течеискатель                                     |
| 4. Локальные утечки сжатого газа (азота в гидроаккумуляторах) | Г. Тестер гидросистем (расходомер + манометр + нагрузочный клапан) |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

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

В гидросистеме привода поворота конвертера установлены поршневые гидроаккумуляторы. При плановом ТО мастер обнаружил, что давление зарядки азота упало с номинальных 100 бар до 40

бар. Манометр на азотной полости показывает стабильно низкое давление. О чем свидетельствует этот дефект и каково предписание к действию?

А) Шкала манометра неисправна, требуется поверка КИП.

Б) Произошла утечка азота через газовый клапан, требуется дозарядка аккумулятора и проверка клапана на герметичность.

В) Разрушился поршень аккумулятора, требуется замена агрегата.

Г) Упала вязкость масла, давление азота в норме.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Стабильно низкое давление азота в газовой полости указывает на утечку газа. Самая вероятная причина — негерметичность газового вентиля (золотника) или уплотнений крышки. Если бы разрушился поршень (вариант В), давление азота быстро сравнялось бы с гидравлическим и выросло, а в маслобаке наблюдалось бы выделение газа. Предписание: стравить остатки азота, снять и опрессовать клапан, заменить уплотнение, заправить аккумулятор техническим азотом до паспортного значения ( $P_0 \approx 0,9 \cdot P_{\text{min}}$  гидросистемы).

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

Техническая служба цеха получает жалобы на быстрый выход из строя рукавов высокого давления (РВД) в зоне подвижной каретки машины скачивания шлака. РВД заламываются у заделки. При осмотре видно, что радиус изгиба при движении явно меньше допустимого. Рассчитайте минимально допустимый радиус изгиба и предложите организационно-техническое решение, которое должна реализовать служба ремонта для предупреждения повторных отказов.

**Ответ:**

Расчет: Минимально допустимый радиус изгиба РВД определяется по стандарту (например, DIN EN 853) как  $R_{\text{min}} = k \cdot D_{\text{нар}}$ , где  $k$  — коэффициент (для рукавов высокого давления 2SN обычно  $k \geq 10-12$ ). Если диаметр рукава 25 мм,  $R_{\text{min}}$  составляет 250–300 мм. Если при движении каретки рукав сгибается под углом вплоть до  $90^\circ$  на длине менее 200 мм, он работает за пределами допустимых нагрузок, что вызывает усталостное разрушение армирующей оплетки у заделки.

Организационно-техническое решение:

1. Изменить трассировку магистрали: применить угловые адаптеры (угольники) на неподвижной части, чтобы развернуть рукав в плоскость естественного изгиба.
2. Установить направляющие желоба или спиральные бандажные пружины на РВД, предотвращающие перелом.
3. Перейти на рукава с большим количеством слоев оплетки (4SP вместо 2SN) — они более жесткие, но требуют большего радиуса изгиба. Лучшее решение — пересмотреть конструкцию подвода, возможно, использовать жесткие трубки с одним шарнирным переходом вместо длинных РВД.

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

При ремонте поршневого насоса после выработки ресурса механик обнаружил на торце блока цилиндров глубокие радиальные борозды. Какие факторы процесса эксплуатации и ТО, нарушенные в межремонтный период, наиболее вероятно привели к такому износу?

1. Длительная работа при температуре масла выше  $65^\circ\text{C}$  (снижение вязкости).
2. Несвоевременная замена фильтроэлементов, загрязнение масла абразивом.
3. Превышение номинального давления (работа с "пиками").
4. Использование масла с повышенными антикоррозионными свойствами.
5. Нарушение соосности вала насоса и электродвигателя.

**Ответ:** 2, 5.

**Обоснование:**

Радиальные борозды на торцевом распределителе блока цилиндров характерны для абразивного изнашивания, когда твердая частица (окалина, продукты износа) попадает в масляный клин между блоком и распределительным диском. Причины:

6. Плохая фильтрация: если фильтры не менялись вовремя, грязь перегружает перепускной клапан, и абразив попадает в гидросистему.

7. Несоосность: при нарушении центровки валов возникает радиальная сила, которая перекашивает блок цилиндров. Торец блока прижимается к диску неравномерно, масляный зазор исчезает, и начинается «сухое» трение с образованием глубоких царапин и борозд.

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

Установите правильную последовательность операций при замене рабочей жидкости в гидробаке стана (переход на другую марку масла в рамках модернизации):

- А) Слив отработанного масла и очистка бака от отложений
- Б) Заполнение системы новой жидкостью, прокачка и удаление воздуха
- В) Промывка системы специальной промывочной жидкостью или маловязким маслом на холостом ходу
- Г) Взятие пробы промывочного контура на класс чистоты (достижение целевого уровня)
- Д) Замена всех фильтроэлементов на новые, предназначенные для новой марки масла
- Е) Слив промывочной жидкости и очистка магнитных уловителей

**Ответ:** А → В → Г → Е → Д → Б.

(Слили грязное, залили промывку, добились чистоты промывки, слили ее, поставили свежие фильтры, залили рабочее масло).

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

Установите соответствие между неисправностью гидропривода и её характерным симптомом:

| Неисправность                                  | Характерный симптом                                                                 |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Износ насоса                                | А. Медленное движение штока при холостом ходе, падение скорости под нагрузкой       |
| 2. Засорение всасывающего фильтра              | Б. Сильный шум и вибрация насоса, «жесткая» работа, пена в баке (кавитация)         |
| 3. Подсос воздуха через уплотнение вала насоса | В. Неравномерное движение (рывки) гидроцилиндра, масло в баке в пене, стук в насосе |
| 4. Заклинивание золотника распределителя       | Г. Отсутствие движения механизма в одну или обе стороны при работающем насосе       |

**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 настройке предохранительного клапана непрямого действия (пилотного) на давление 250 бар в гидросистеме пресса механик не может добиться стабильности: давление плавает в диапазоне  $\pm 20$  бар. При визуальном осмотре выявлено, что золотник пилота вибрирует. Какая из причин наиболее вероятна?

- А) Неправильно выбран диапазон пружины настройки.
- Б) Засорено демпфирующее отверстие в корпусе основного клапана.
- В) Изношен шариковый фиксатор распределителя.
- Г) Слишком высокая температура масла.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Пилотный клапан управляется потоком жидкости, проходящим через малое демпфирующее отверстие (жиклер). Если это отверстие засорено (например, продуктами старения масла или микрочастицей), расход через пилот становится нестабильным. Золотник пилота попадает в режим автоколебаний («звенит»), вызывая колебания управляющего давления, что транслируется в пульсации давления во всей гидросистеме. Лечение: демонтаж и промывка демпфера.

---

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

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

В цехе холодной прокатки при расследовании аварийного разрушения гильзы гидроцилиндра нажимного устройства (усталостное разрушение) установлено, что сталь и термообработка соответствуют чертежу. Однако частота срабатываний системы ГНУ (система регулирования толщины) выросла при переходе на тонкие полосы и составляет около 20 Гц. В каком направлении техническая служба должна изменить конструкторскую документацию для предотвращения повторения аварии?

- А) Увеличить толщину стенки гильзы, так как не хватает статической прочности.
- Б) Заменить материал на более пластичный (по ударной вязкости).
- В) Провести модальный анализ конструкции и изменить геометрию днища для увода собственной частоты колебаний гильзы от рабочей частоты нагружения.
- Г) Установить более мощный насос для исключения пульсаций.

**Ответ:** В.

**Обоснование:** Частота срабатываний ГНУ (около 20 Гц) совпала с одной из собственных частот колебаний гильзы как тонкостенного сосуда, находящегося под пульсирующим давлением. Возник механический резонанс, который вызвал многоцикловую усталость материала, несмотря на его статическую прочность. Изменение толщины стенки или формы днища смещает собственные частоты (модальные свойства) системы, выводя конструкцию из опасной резонансной зоны. Это задача модального анализа и корректировки РКД, а не замены марки стали.

## **22. Задание открытого типа с развернутым ответом**

На крупном прессе для пакетирования металлолома, оснащенном сдвоенными насосами, после капитального ремонта гидростанции мощность, потребляемая приводным двигателем, выросла на 15% при той же производительности пресса. Система стала быстрее разогреваться. Инженер-ремонтник утверждает, что насосы «тугие после сборки», и это нормально. Инженер по эксплуатации подозревает ошибку в монтаже гидросхемы. Кто прав? Приведите аргументированную доказательную базу.

**Ответ:**

Прав инженер по эксплуатации. Потребление мощности насосом без совершения полезной работы прямо указывает на потери давления на преодоление сопротивления в гидравлической цепи (нагрев). Причины:

1. Ошибка сборки напорной линии: Часто при ремонте один из насосов (разгрузочный) подключается в линию без возможности разгрузки. Если клапан разгрузки «заперт», насос постоянно работает под максимальным давлением, перепуская масло через предохранительный клапан в бак. Это прямой нагрев масла без отдачи энергии.
2. Неправильная настройка предохранительных клапанов: Если давление настройки клапана низкого давления (для быстрого хода) выставили на уровне высокого давления, насос быстрого хода не разгружается при повышении усилия, а продолжает гнать масло через переливной клапан, создавая двойную нагрузку на двигатель.  
Диагностический тест: замерить токовыми клещами ток двигателя на холостом ходу (без прессования) с подключенными одним насосом и поочередно двумя. Если при подключении второго насоса ток необоснованно растёт, а шток не движется — ошибка в схеме разгрузки доказана.

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

На стане горячей прокатки участились отказы гидроцилиндров удержания полосы (боковых проводок) из-за перегрева масла и разрушения уплотнений. Анализ показал, что цилиндры расположены в 1 метре от раскаленного металла ( $t \approx 1000^\circ\text{C}$ ). Какие конструктивные и организационные мероприятия по защите гидропривода от теплового излучения должна реализовать техническая служба цеха при модернизации узла?

1. Замена уплотнений на более термостойкие (фторкаучук VITON).
2. Установка теплозащитных экранов с отражающей поверхностью между цилиндром и полосой.

3. Внедрение системы принудительного охлаждения корпусов цилиндров (рубашки охлаждения) и штоков (обдув).
4. Переход на водогликолевую трудногорючую жидкость (HFC).
5. Замена гидроцилиндров на пневматические.

**Ответ:** 2, 3, 4.

**Обоснование:**

6. Теплозащитные экраны из полированного алюминия или нержавеющей стали — простой и эффективный метод борьбы с лучистым теплом, снижающий температуру поверхности цилиндра на десятки градусов.
7. Принудительное охлаждение — если экранов недостаточно, рубашка водяного охлаждения на гильзе цилиндра является стандартным решением для шлаковых зон и машин разливки.
8. Перевод на водогликолевые жидкости (HFC) — принципиально меняет пожарную безопасность. Минеральное масло при разрушении рукава вблизи раскаленного металла вызывает пожар. HFC-жидкости трудногорючи и тухнут при контакте с открытым пламенем. Замена только уплотнений (п.1) без снижения температуры не спасет — выйдут из строя штоки (отпуск, потеря хрома), пружины и сама жидкость.

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

Восстановите алгоритм действий технической службы при внедрении системы on-line мониторинга чистоты масла на гидростанциях прокатного стана (проект модернизации):

- А) Монтаж датчиков частиц и влагомеров в обходных или напорных линиях ключевых гидростанций
- Б) Установка целевых показателей чистоты (класс по ISO 4406) и настройка аварийных уставок на контроллере АСУ ТП
- В) Анализ статистики отказов, определение наиболее критичных к чистоте гидроагрегатов (сервоклапаны)
- Г) Обучение персонала ремонтной службы работе с новым диагностическим оборудованием и методике интерпретации трендов
- Д) Разработка регламента реагирования на тревоги (промывка, замена фильтров, остановка)

**Ответ:** В → А → Б → Д → Г.

(Сначала определяем, на какие узлы ставить; ставим железо; программируем границы; пишем инструкции, что делать при сигнале; учим людей).

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

При обслуживании гидроаккумулятора доменной печи (привод вращающегося распределителя) механик после дозарядки азотом фиксирует, что в течении 10 минут давление газа упало на 5 бар, а затем падение стабилизировалось. Он предполагает утечку через клапан. Инженер по модернизации, видя, что аккумулятор баллонного типа, делает другой вывод. Какой?

- А) Утечка через ниппель прекратилась после затяжки.
- Б) Азот растворился в масле ввиду его избыточного давления, нарушен режим зарядки.
- В) Произошел разрыв резинового баллона (диафрагмы).
- Г) Неисправен манометр, так как падение давления прекратилось.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** В баллонном аккумуляторе газ отделен от масла резиновым мешком. Явление падения давления газа в первые минуты после зарядки с последующей стабилизацией называется «абсорбцией газа». Азот под высоким давлением растворяется в резине баллона до насыщения. Этот процесс физически неизбежен для эластомеров, занимает 10–15 минут и составляет примерно 5–10% от номинального давления зарядки. Инженер знает, что после стабилизации необходимо повторно произвести дозарядку до расчетного значения (с учетом поправки на растворение), чтобы обеспечить реальный запас энергии. Если бы лопнул баллон (вариант В), манометр показал бы гидравлическое давление в азотной полости, а не падение до стабильного уровня.

## ПК-4 (оценка технического состояния, выявление и устранение неисправностей гидравлического, пневматического и электромеханического приводов).

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

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

При осмотре гидростанции привода кантователя слябов машинист заметил, что стрелка манометра на напорной линии сильно колеблется (дребезжит) в пределах  $\pm 30$  бар при установившемся режиме работы. Какая неисправность гидропривода наиболее вероятна?

- А) Засорение сливного фильтра
- Б) Подсос воздуха во всасывающей магистрали насоса
- В) Износ поршневых уплотнений гидроцилиндра
- Г) Перегрев рабочей жидкости

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Дребезг стрелки манометра и пульсация давления при установившемся движении — классический признак наличия нерастворенного воздуха в рабочей жидкости (аэрации). Воздух сжимается и разжимается в полостях насоса, вызывая микрогидроудары и колебания давления. Источник воздуха — чаще всего неплотности во всасывающем трубопроводе (трещина в шланге, плохая затяжка хомута, износ манжеты вала насоса), куда атмосферный воздух подсасывается за счет разрежения.

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

Установите соответствие между типовым отказом гидроцилиндра и способом его выявления в условиях эксплуатации (без демонтажа):

| Отказ гидроцилиндра                           | Метод выявления «по месту»                                                                      |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Износ поршневых уплотнений                 | А. Контрольный замер времени полного хода штока при номинальной подаче насоса                   |
| 2. Задир или изгиб штока                      | Б. Визуальный осмотр на предмет неравномерного блеска, замер радиального биения индикатором     |
| 3. Износ шарнирных подшипников проушины       | В. Проверка перетечек методом «тупикового теста» (перекрытие слива, контроль падения давления)  |
| 4. Внутренние перетечки в гидрораспределителе | Г. Проверка люфта при покачивании штока ломиком или контроль ультразвуковым толщиномером зазора |

**Ответ:** 1-В, 2-Б, 3-Г, 4-А.

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

При ежесменном осмотре пневмопривода прижима полосы на дисковых ножницах слесарь обнаружил, что цилиндр выдвигается рывками, а из выхлопных отверстий пневмораспределителя вылетает мелкая водяная взвесь. Объясните причину неисправности и опишите действия дежурного персонала по ее устранению.

**Ответ:**

Причина: Наличие конденсата (воды) в пневмосистеме. Влажный сжатый воздух, проходя через дроссели и золотники, вызывает коррозию деталей и смывает заводскую смазку, что ведет к залипанию золотника и рывкам (стрикционный эффект). Водяная взвесь на выхлопе — прямой признак неработающей системы осушки воздуха или переполнения влагоотделителя.

Действия персонала:

1. Проверить и продуть влагоотделители и фильтры-влагоотделители на магистрали перед распределителем.
2. Проверить работу конденсатоотводчиков (автоматических поплавковых клапанов), при необходимости слить отстой вручную.
3. Ввести в канал распределителя и в цилиндр через быстросъемное устройство порцию специального пневматического масла (туман) для восстановления смазочной пленки.
4. Доложить механику о необходимости проверки осушителя воздуха (рефрижераторного или адсорбционного) на компрессорной станции.

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

При техническом обслуживании электромеханического привода моталки стана горячей прокатки (двигатель постоянного тока + редуктор) бригада электриков фиксирует повышенный нагрев обмоток якоря, хотя нагрузка по току в пределах номинала. Какие неисправности механической части привода могли вызвать этот симптом?

1. Разрушение подшипника барабана моталки и механическое подклинивание.
2. Неисправность системы независимой вентиляции (забиты фильтры, отказ вентилятора).
3. Нарушение центровки «двигатель-редуктор».
4. Межвитковое замыкание в обмотке возбуждения.
5. Износ щеток коллектора.

**Ответ:** 1, 2, 3.

**Обоснование:**

Перегрев обмоток якоря при штатном токе говорит о недостаточном охлаждении или о том, что реальный момент сопротивления выше отображаемого на амперметре (из-за пиковых пусковых нагрузок).

6. Механическое подклинивание создает пиковый момент трогания, и хотя средний ток в норме, пусковые токи значительно выше, что греет обмотку.
7. Если вентилятор обдува не работает, двигатель не отдает тепло, даже работая на холостом ходу.
8. Несоосность вызывает радиальные биения и реактивный момент на валу, что эквивалентно постоянной дополнительной нагрузке.

Пункты 4 и 5 — это внутренние электрические дефекты, не связанные напрямую с работой механической части привода.

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

Расположите шаги дежурного слесаря при устранении внезапной течи по штоку гидроцилиндра удержания рулона в правильной логической последовательности:

- А) Убедиться в отсутствии давления в полостях цилиндра по манометру и путем разрядки гидроаккумулятора
- Б) Сообщить оператору поста управления о неисправности и необходимости кратковременной остановки механизма
- В) Очистить зону течи ветошью, определить характер разрушения уплотнения (порез манжеты, выдавленное кольцо)
- Г) Принять решение о возможности временной работы «на поджатии» до ППР либо о немедленной замене уплотнений из ЗИПа
- Д) Механически зафиксировать шток от самопроизвольного выдвижения (стопорная планка, блокировка)

**Ответ:** Б → А → Д → В → Г.

(Сначала оповестить и остановить, затем разгрузить гидравлику, застопорить механически для безопасной работы, осмотреть и принять решение).

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

При проверке пневмосистемы печного толкателя после длительного простоя в неотапливаемом цехе зимой обнаружено, что воздух не поступает в цилиндр, несмотря на открытый распределитель. Пневмомагистраль до осушителя продувается, давление в ресивере 6 бар. Что является наиболее вероятной причиной отказа?

- А) Смерзание конденсата в узких каналах влагоотделителя или глушителя распределителя
- Б) Разрушение мембраны редуccionного клапана
- В) Утечка воздуха через неплотности фитингов
- Г) Загустевание смазки в подшипниках цилиндра

**Ответ:** А.

**Обоснование:** После длительного простоя зимой во влажном воздухе магистрали неизбежно накапливается конденсат. При отрицательной температуре вода превращается в лед. Наиболее уязвимые места — влагоотделитель (сетки, поплавковая камера) и выхлопной глушитель пневмораспределителя, где происходит резкое расширение газа и максимальное охлаждение. Ледяная пробка наглухо перекрывает канал, при этом манометр на ресивере может показывать давление, так как пробка находится дальше по потоку.

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

Установите соответствие между недостатком гидропривода и способом его компенсации, реализуемым при техническом обслуживании или модернизации:

| Недостаток гидропривода                | Техническое мероприятие по компенсации                                                             |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Нагрев масла при дросселировании    | А. Установка фильтров с перепускными клапанами и магнитными уловителями                            |
| 2. Чувствительность к загрязнению      | Б. Применение теплообменников (водяных или воздушных охладителей) в сливной линии                  |
| 3. Пожароопасность (минеральное масло) | В. Использование гибких трубопроводов и виброкомпенсаторов                                         |
| 4. Шум и вибрация насосной установки   | Г. Перевод на трудногорючие жидкости (HFC, HFD) или установка систем автоматического пожаротушения |

**Ответ:** 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В.

#### **8. Задание открытого типа с развернутым ответом**

На пульт оператора МНЛЗ поступил сигнал «Аварийно низкое давление в системе смазки подшипников роликов ЗВО». При визуальном осмотре маслостанции слесарь видит, что насос работает, манометр на выходе показывает 2 бара при норме 10 бар, масло из напорной магистрали течет слабой струей в бак через перепускную линию. Опишите алгоритм поиска и устранения неисправности.

**Ответ:**

Алгоритм поиска (от простого к сложному):

1. Проверить положение запорной арматуры на напорной линии: возможно, частично перекрыта задвижка или кран после ремонта.
2. Проверить состояние предохранительного клапана насоса (разгрузочного): если он заклинил в открытом положении из-за грязи или сломанной пружины, весь поток масла уходит на слив, не создавая давления в системе.
3. Проверить сетчатый фильтр на всасывающей линии насоса (если он есть перед насосом). Засорение создает сопротивление на входе, кавитацию и падение подачи.
4. Проверить целостность трубопроводов в яме ЗВО: возможен обрыв шланга или свищ в труднодоступном месте, куда уходит основной поток.  
Устранение: Замена или очистка неисправного элемента. Если причина в порыве магистрали — перекрыть поврежденный участок, подать сигнал на снижение скорости разливки до устранения течи.

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

При оценке технического состояния шестеренного насоса НШ-100 (гидросистема транспортной

тележки) механик использует метод термометрии. Какие температурные аномалии указывают на развитие дефектов?

1. Локальный перегрев корпуса в зоне уплотнения вала (манжеты) относительно остального корпуса.
2. Равномерный нагрев всего корпуса насоса до  $55^{\circ}\text{C}$ .
3. Перегрев всасывающего патрубка выше температуры масла в баке.
4. Разница температур напорной и сливной линий насоса более  $20^{\circ}\text{C}$ .
5. Температура корпуса насоса равна температуре окружающей среды.

**Ответ:** 1, 4.

**Обоснование:**

6. Локальный перегрев в зоне манжеты вала указывает на «сухое» трение вала о кромку уплотнения. Причины: недостаток смазки (забит канал отвода утечек), перекос вала при монтаже или износ самой манжеты.
7. Высокая разница температур ( $\Delta t > 20^{\circ}\text{C}$ ) между входом и выходом — признак больших внутренних перетечек масла с высокого давления на низкое внутри самого насоса (объемные потери). Эта энергия переходит в тепло. Равномерный нагрев (п.2) допустим (рабочая температура масла до  $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$ ), а перегрев всасывающего патрубка (п.3) физически маловероятен.

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

Установите хронологическую последовательность операций при выводе гидропривода из консервации (после длительного ремонта) перед пуском в работу:

- А) Промывка всех фильтров и замена фильтроэлементов
- Б) Запуск насоса на минимальных оборотах с открытой разгрузкой (без давления)
- В) Прокачка гидроцилиндров на малой скорости в обе стороны для удаления воздуха
- Г) Проверка уровня и внешний осмотр рабочей жидкости в баке на предмет расслоения или эмульсии
- Д) Поднятие давления до рабочего, проверка срабатывания предохранительных клапанов

**Ответ:** Г → А → Б → В → Д.

(Сначала убедились в качестве масла, сменили фильтры, запустили без давления чтобы не порвать уплотнения сухим ходом, выгнали воздух из цилиндров и только потом нагрузили систему).

---

## 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 диагностике электромеханического привода нажимных винтов толстолистового стана зафиксировано увеличение потребляемого тока двигателем при холостом ходе винта. Винт вращается без рывков, но с характерным «пением» (высокочастотным шумом). Какая неисправность механической передачи наиболее вероятна?

- А) Износ резьбовой пары (гайки-винта)
- Б) Недостаток смазки в подшипниках червячного редуктора
- В) Перекос и закусывание в направляющих нажимной гайки
- Г) Рассинхронизация двух двигателей

**Ответ:** В.

**Обоснование:** Рост тока холостого хода при отсутствии рывков (исключает ступенчатый износ резьбы или задиры) и наличие высокочастотного «пения» (звук трения скольжения с высокой частотой) указывают на повышенное трение в направляющих. Перекос возникает из-за неравномерного износа бронзовых планок или корпуса подушки. Двигатель тратит дополнительную мощность на преодоление момента трения от расклинивания. Это типичный отказ механической части нажимного устройства.

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

В гидравлической системе привода разливочного крана обнаружено, что скорость опускания траверсы со шлаковой чашей выше допустимой, при этом регулировка дросселя на выходе не дает

эффекта. Давление в напорной линии при опускании падает почти до нуля. Назовите вероятную причину и опишите метод проверки и устранения неисправности.

**Ответ:**

Вероятная причина: Отказ тормозного клапана (клапана удержания груза) или гидрозамка, установленного на опускной полости цилиндра. Обычно для безопасного опускания груза скорость лимитируется дросселем, а свободное падение предотвращается клапаном, который открывается только при наличии управляющего давления со стороны подъема. Если золотник гидрозамка заклинил в открытом положении или разрушилось седло обратного клапана, масло из поршневой полости свободно уходит на слив, и груз падает неконтролируемо.

Метод проверки: Поднять траверсу, застопорить механически. Перекрыть шаровой кран на сливной линии с цилиндра (если есть), либо разобрать гидрозамок.

Устранение: Промывка и притирка седла гидрозамка, замена пружины или всего узла из ЗИПа.

Проверить чистоту масла, так как причина заклинивания — грязь или стружка.

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

При вибродиагностике пневмоцилиндра механизма сброса окарины выявлены сильные вибрации корпуса в момент достижения штоком крайних положений. Какие элементы пневмопривода должны быть проверены для устранения ударов, разрушающих уплотнения поршня и крышки?

1. Настройка дросселей с обратным клапаном (регуляторов скорости) в линиях подвода воздуха.
2. Целостность и работоспособность встроенных демпфирующих втулок (пневмоподушек) в крышках цилиндра.
3. Давление настройки предохранительного клапана компрессора.
4. Состояние амортизирующих колец из эластомера на поршне или в торцевых крышках.
5. Жесткость возвратной пружины (если цилиндр одностороннего действия).

**Ответ:** 1, 2, 4.

**Обоснование:**

Удары в конце хода возникают из-за того, что кинетическая энергия движущихся масс не гасится.

6. Регуляторы скорости (дроссели) — при их неправильной настройке или засорении поршень подходит к крышке на высокой скорости.
7. Пневмоподушки — это штатная система торможения. Если забит жиклер или изношено уплотнение демпфирующей втулки, воздух из подушки выходит мгновенно, и демпфер не работает.
8. Эластомерные кольца — последняя ступень защиты от жесткого удара металл-о-металл. Их износ или выдавливание приводит к механическому удару.

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

Установите соответствие между методом диагностирования гидропривода и неисправностью, для поиска которой данный метод наиболее эффективен:

| Метод диагностирования                                               | Выявляемая неисправность                                                    |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1. Феррография (анализ частиц износа в масле)                        | А. Разрушение баббитового слоя в подшипнике скольжения насоса               |
| 2. Ультразвуковая течеискательная камера (акустический течеискатель) | Б. Подсос воздуха через уплотнение вала насоса (кавитационные шумы)         |
| 3. Тепловизор                                                        | В. Локальный нагрев золотникового распределителя из-за внутренних перетечек |

4. Тест «мертвой зоны» гидроцилиндра

Г. Износ поршневых уплотнительных колец

**Ответ:** 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г.

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

Для оценки объемного КПД аксиально-поршневого насоса мастер использует формулу  $\eta_{об} = (Q_{факт} / V_o \cdot n) \cdot 100\%$ . Замеры показали падение КПД с паспортных 95% до 82%. При этом насос развивает номинальное давление. Можно ли эксплуатировать данный насос до планово-предупредительного ремонта (ППР), который наступит через 2 недели?

А) Да, так как давление держит, а небольшое снижение подачи не критично.

Б) Да, если увеличить обороты двигателя.

В) Нет, так как падение объемного КПД ниже 85% свидетельствует о критическом износе качающего узла, который может перейти в лавинообразный отказ с выбросом стружки в систему.

Г) Нет, так как насос немедленно перегреется и заклинит.

**Ответ:** В.

**Обоснование:** Падение объемного КПД означает рост внутренних перетечек через увеличенные зазоры. Поток масла, перетекающий с высокого давления на низкое внутри насоса, имеет высокую скорость и несет абразивные частицы износа. Этот поток работает как «гидроабразивная резка», расширяя зазоры. Процесс развивается по экспоненте: сегодня КПД 82%, завтра может упасть до 50% с «пропаданием» давления и массовым загрязнением системы стружкой. Эксплуатация до ППР возможна только при наличии резервного насоса и постоянного мониторинга вибрации каждые 4 часа.

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

При эксплуатации крупного гидроцилиндра пресса (диаметр поршня 800 мм) возник продольный задир на зеркале гильзы. Техническая служба обвиняет монтажников в перекосе. Монтажники утверждают, что причина — загрязнение масла. Используя знания о механизме изнашивания, аргументированно определите, кто прав, если задир одиночный и глубокий, а уплотнения не имеют следов равномерного износа по окружности.

**Ответ:**

Правы монтажники (вероятнее всего, перекос).

Аргументация: Загрязненное масло вызывает абразивный износ, который, как правило, распределяется равномерно по окружности уплотнений и зеркала гильзы (или в виде многочисленных мелких царапин). Одиночный, глубокий, строго продольный задир — это классический признак сухого трения в одной точке из-за нарушения геометрии. При перекосе (несоосность проушин, неправильная затяжка анкерных болтов или прогиб штока) поршень прижимается к одной стороне гильзы, выдавливая масляную пленку. Металл поршня или направляющего кольца касается гильзы, и происходит молекулярное схватывание с вырывом материала. Этот процесс носит локальный характер и строго привязан к линии контакта при перекосе.

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

На участке пневмоавтоматики газоочистки электродуговой печи наблюдается нестабильное срабатывание пневмоцилиндров отсечных клапанов (задержка или отсутствие хода при подаче сигнала). Золотниковые распределители с электромагнитным управлением «гудят», но не переключаются. Какие причины должен проверить слесарь КИПиА?

1. Напряжение в сети питания электромагнитов (катушек).
2. Давление сжатого воздуха на входе в распределитель.
3. Чистоту сетчатых фильтров в линии подачи воздуха к пилотам распределителя.
4. Наличие смазки в мотор-редукторе задвижки.

5. Состояние выхлопных глушителей (не забиты ли).

**Ответ:** 1, 3, 5.

**Обоснование:**

6. Напряжение питания: пониженное напряжение сети (просадка) не создает достаточного магнитного поля для преодоления усилия пружины золотника. Катушка гудит (50 Гц), но сердечник не втягивается.
7. Фильтры пилотов: пневмораспределители с электромагнитным управлением часто имеют маленькие внутренние каналы для подвода воздуха к золотнику. При их засорении давление управления отсутствует.
8. Выхлопные глушители: если глушитель забит (грязь, масло, лед), воздух не может выйти из полости сброса, создавая противодавление. Золотник оказывается «запертым» воздушной подушкой.

### 18. Задание закрытого типа на установление последовательности

Восстановите алгоритм действий при выводе в ремонт гидроцилиндра привода подъема заслонки печи по наряду-допуску:

- А) Отсоединение гидравлических рукавов (РВД) с установкой заглушек на трубопроводы
- Б) Установка механических упоров (страховочных стоек) под заслонку для предотвращения ее самопроизвольного падения
- В) Оформление наряда-допуска на огневые/ремонтные работы и инструктаж бригады
- Г) Отключение рубильника маслостанции и вывешивание плаката «Не включать! Работают люди»
- Д) Демонтаж и перемещение цилиндра в ремонтную зону с помощью мостового крана

**Ответ:** В → Б → Г → А → Д.

(Сначала документы, затем безопасность (фиксация груза и снятие напряжения), затем гидравлическая разгрузка и демонтаж).

### 19. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между дефектом резинотехнических изделий (уплотнений) в гидроцилиндре и эксплуатационной причиной, вызвавшей этот дефект:

| Дефект уплотнения                                             | Причина отказа                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Разбухание и потеря упругости, манжета «растворилась»      | А. Механический износ (абразив)                                                |
| 2. Срез части манжеты, образование «язычков»                  | Б. Длительная работа при экстремально высокой температуре масла (более 100°C)  |
| 3. Потеря эластичности, затвердение и растрескивание «сеткой» | В. Использование неподходящей марки масла или агрессивной промывочной жидкости |
| 4. Глубокие царапины на внутренней кромке                     | Г. Неправильный монтаж (острые кромки канавок, отсутствие фаски)               |

**Ответ:** 1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А.

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

При испытании гидросистемы смазки подшипников насоса высокого давления (мультипликатора) механик закрыл вентиль на выходе насоса. Давление выросло до настройки клапана (100 бар), и насос автоматически разгрузился. Однако манометр на линии нагнетания показывает плавное падение давления до 80 бар за 20 секунд при неработающем насосе. О чем это говорит?

- А) О нормальной работе клапана разгрузки.
- Б) О негерметичности обратного клапана на выходе насоса или износе поршневой группы самого насоса.
- В) О неисправности манометра.

Г) О засорении всасывающего фильтра.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** При закрытом вентиле и отключенном насосе замкнутый объем между обратным клапаном и вентилем должен сохранять давление длительное время. Плавное падение давления (с 100 до 80 бар за 20 сек) означает утечку жидкости из этого объема. Пути утечки: либо через обратный клапан (неплотное прилегание конуса к седлу из-за грязи или износа), либо через зазоры в поршневой группе насоса обратно в картер. Это дефект, требующий ревизии, так как при работе насос вынужден постоянно компенсировать эту утечку, теряя производительность.

---

### 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 анализе повторяющихся отказов электродвигателя привода рольганга (пробой изоляции обмотки статора на корпус) установлено, что пробой происходит в одном и том же месте лобовой части обмотки со стороны муфты. Вибрация и нагрев двигателя в норме. Инженер предполагает, что причина в гидромуфте. Какой механизм передачи повреждения через гидромуфту наиболее вероятен?

А) Перегрев рабочей жидкости гидромуфты, нагрев вала ротора

Б) Наведенные токи (блуждающие токи) через вал из-за разности потенциалов «двигатель-механизм»

В) Гидравлический удар при пуске, разрушающий подшипники

Г) Перекос полумуфт, вызывающий усталостные напряжения в валу ротора

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Гидромуфта, как и любой элемент трансмиссии, может электрически изолировать двигатель от заземленного рольганга, либо наоборот, стать мостиком для паразитных токов. Если двигатель работает от частотного преобразователя, на валу ротора наводится синфазное напряжение высокой частоты. Не имея стекания через заземленный корпус механизма (из-за масляной пленки в подшипниках гидромуфты или ее конструкции), этот ток ищет путь через подшипники двигателя. При прохождении тока через тела качения возникает электрокоррозия (пробой масляной пленки, микроямки), но главное — искрение на статоре с пробоем изоляции в точке наименьшего сопротивления. Установка заземляющей щетки на валу между двигателем и гидромуфтой решит проблему.

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

При пуске в эксплуатацию нового пресс-ножниц с гидроприводом обнаружено, что предохранительный клапан непрямого действия «воет» и вибрирует, при этом система не выходит на максимальное давление. Анализ схемы показал, что длина трубопровода от основной магистрали к пилотному клапану составляет 3 метра, а его внутренний диаметр — 6 мм. Дайте обоснованное заключение о причине дефекта и предложите техническое решение без замены клапана.

**Ответ:**

Причина: Гидравлический резонанс (совпадение собственной частоты столба жидкости в длинной тонкой трубке управления с частотой срабатывания пилота). Длинная (3 м) и узкая (6 мм) трубка управления создает значительную инерционную массу жидкости. При открытии пилота жидкость в трубке разгоняется, давление в торце золотника основного клапана резко падает, клапан открывается, волна давления отражается от тупикового конца и возвращается, создавая автоколебательный процесс (типа «водяной молот»), воспринимаемый на слух как вой.

Техническое решение: Согласно правилам монтажа клапанов непрямого действия, демпферное сопротивление или дроссель должны быть установлены непосредственно перед пилотом или интегрированы в него. Необходимо максимально сократить длину соединительной линии (развернуть клапан пилотом к магистрали) либо, если это невозможно, установить жиклер (шайбу с калиброванным отверстием ~1 мм) на входе в пилотный каскад для гашения колебаний и разрушения сплошности потока.

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

На манипуляторе стана горячей прокатки (электромеханический привод ходовых винтов + гидравлический привод зажима) наблюдаются сбои синхронизации: линейки смыкаются несимметрично относительно оси прокатки. Какие подсистемы должны быть проверены службами главного механика и электрика?

1. Состояние сельсинов-датчиков положения и обратная связь по положению.
2. Давление в гидроцилиндрах зажима.
3. Износ гаек и люфт в ходовых винтах левого и правого привода.
4. Работа системы воздушного охлаждения двигателей.
5. Износ накладок тормозов на быстроходном валу редуктора.

**Ответ:** 1, 3.

**Обоснование:**

Симметричность смыкания линеек манипулятора обеспечивается либо жесткой механической синхронизацией (общий вал), либо электрической (мастер-ведомый по энкодеру). При рассинхроне:

6. Электрическая часть: если один из сельсинов-датчиков (энкодеров) проскальзывает в муфте, загрязнен или неисправен его канал ввода в контроллер, фактическое положение линейки не соответствует показаниям, привод «убегает».
7. Механическая часть: дифференцированный износ гаек винтовой передачи (левой и правой) ведет к разной величине люфта. При команде на движение одна линейка начинает перемещаться сразу, а вторая — только после выборки люфта. В результате центровка сбивается.

### 24. Задание закрытого типа на установление последовательности

Восстановите порядок расследования отказа гидроцилиндра, который «не держит груз» (самопроизвольное опускание), для определения корневой причины (Root Cause Analysis):

- А) Проверка чистоты гидравлической жидкости и состояния фильтров в системе
- Б) Гидравлическое тестирование цилиндра на внутренние перетечки (тест с закрытым сливом)
- В) Демонтаж и разборка гидрозамка, осмотр седла и пилотного толкателя
- Г) Документирование факта отказа и условий эксплуатации (давление, температура, количество циклов)
- Д) Проверка настройки и герметичности предохранительного клапана в линии подъема

**Ответ:** Г → Б → В → Д → А.

(Фиксируем обстоятельства, проверяем главный подозреваемый узел — цилиндр на перетечки, затем гидрозамок как причину пропускания потока, затем ищем причину в электрике/клапанах, и в конце — загрязнение масла как первопричина).

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

При пневматическом испытании на плотность крупного ресивера ( $V=10 \text{ м}^3$ ,  $P=8 \text{ бар}$ ) в цехе произошло падение давления за 12 часов с 8.0 до 7.6 бар. Температура в цехе за это время упала с  $+25^\circ\text{C}$  до  $+5^\circ\text{C}$ . Техническая служба должна дать заключение: является ли падение давления следствием утечки или это физическое явление? Какое решение должно быть принято по результатам испытаний?

- А) Зафиксировать утечку, так как давление упало на 0.4 бар, ресивер к эксплуатации не допускать.
- Б) Признать ресивер герметичным, так как падение давления полностью объясняется термодинамическим эффектом охлаждения газа.
- В) Необходимо повторить испытания, предварительно нагрев цех.
- Г) Падение давления свидетельствует о неисправности предохранительного клапана ресивера.

**Ответ:** Б.

**Обоснование:** Согласно уравнению состояния идеального газа (закон Шарля для изохорного процесса),  $P_1/T_1 = P_2/T_2$ . Переводим температуру в Кельвины:  $T_1 = 298 \text{ К}$ ,  $T_2 = 278 \text{ К}$ . Расчетное конечное давление:  $P_2 = P_1 \cdot (T_2 / T_1) = 8.0 \cdot (278 / 298) = 7.46 \text{ бар}$ . Манометр показал 7.6 бар, что даже немного выше расчетного из-за инерции газа или погрешности прибора. Следовательно,

утечки нет. Падение давления вызвано исключительно охлаждением воздуха. Инженер должен подтвердить это актом с приложением расчета, и ресивер может быть допущен к работе.