

**Полное руководство
механика по
эксплуатации,
техническому
обслуживанию и
ремонту буровых
установок.**

Иван Гуляев

**Полное руководство
механика по эксплуатации,
техническому обслуживанию
и ремонту буровых установок.**

«Автор»

2026

Гуляев И. С.

Полное руководство механика по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту буровых установок. / И. С. Гуляев — «Автор», 2026

Настольная книга для механика: от алмазного бурения до РС-машин. Живая практика вместо скучной теории — устройство узлов, типичные поломки, диагностика, ремонт в поле и мастерской. Всё под одной обложкой: двигатели Cummins, Caterpillar, Deutz (Common Rail, насос-форсунки, турбины), гидравлика, винтовые компрессоры высокого давления (Sullair, Gardner Denver), вращатели, мачты, лебёдки, системы обработки штанг, CAN-шина, датчики, контроллеры, пылеулавливание. Каждая неисправность — по схеме: причина → выявление → устранение → профилактика. Алгоритмы, чек-листы, технологические карты (замена насос-форсунки, подшипников вращателя, сальников, маслоотделителя). Вопросы для самопроверки превращают книгу в готовый учебник. Перестанете гадать, почему не крутится вращатель, падает давление или дымит двигатель. Научитесь предвидеть отказы, экономить время и деньги, работать безопасно. Для всех популярных моделей: Boart Longyear, Schramm, Foremost, CS-14. Ваш личный эксперт — всегда под рукой.

© Гуляев И. С., 2026

© Автор, 2026

Иван Гуляев

Полное руководство механика по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту буровых установок.

Пояснение к «Полному руководству механика по буровым установкам»

Что это за инструкция и для кого она

Это полная, исчерпывающая памятка для механика, который работает с буровыми установками. Представь себе: ты механик, твоя задача – чтобы техника работала без сбоев, быстро, безопасно, а если что-то сломалось – чтобы ты мог быстро найти причину и устранить поломку, даже если ты далеко от базы, в поле.

Эта инструкция – твой настольный справочник, в котором собрано всё, что нужно знать: от устройства каждого узла до того, как предсказать, что скоро сломается, и как это предотвратить. Она написана так, чтобы ты мог открыть её и сразу найти ответ, независимо от того, какая у тебя машина и какая неисправность.

Какие машины и агрегаты в ней описаны

В инструкции охвачены все основные модели буровых установок, которые встречаются в работе:

Boart Longyear – LF-230, LX-16.2, LF-90, LM-75 (подземная)

Schramm – T450GT, T685WS (обе – мощные машины для обратной циркуляции)

Foremost – MPD-1500

CS-14

Это и гусеничные, и колёсные машины, работающие как на поверхности, так и под землёй.

Но инструкция не ограничивается только этими моделями – она описывает все ключевые агрегаты, которые есть на любой буровой установке:

Дизельные двигатели (Cummins, Caterpillar, Deutz) – их топливные системы, турбины, охлаждение, электроника.

Гидравлические системы – насосы, моторы, цилиндры, клапаны, фильтры.

Пневматические системы и компрессоры – от маленьких вспомогательных до мощных винтовых компрессоров для обратной циркуляции.

Буровое оборудование – вращатели, мачты, лебёдки, автоматические системы обработки штанг.

Электрооборудование – проводка, датчики, контроллеры, CAN-шина, панель оператора.

Системы промывки и пылеулавливания – насосы для раствора, циклоны, рукавные фильтры.

Ходовая часть – гусеницы, колёса, аутригеры, системы выравнивания.

Техническое обслуживание и ремонт – как планировать, что делать в поле, а что в мастерской.

Безопасность – как не получить травму и не допустить аварии.

Документация и управление – как вести журналы, заказывать запчасти, работать с каталогами.

Чем эта инструкция полезна тому, у кого она есть

В ней есть ответы на все вопросы.

Любая неисправность описана по схеме: причина → как выявить → как устранить → как предотвратить. Не нужно гадать, почему машина дымит, не крутится вращатель или падает давление – всё расписано.

Она помогает предсказывать поломки.

Ты знаешь, какие узлы на конкретной модели «слабее» всего, и можешь проверить их заранее, не дожидаясь отказа. Анализ масла, люфты, шумы – всё это подскажет, что скоро потребует внимания.

Она экономит время и деньги.

Быстрая диагностика – меньше простоев. Правильное ТО – ресурс техники увеличивается в разы. Знание, что можно сделать в поле, а что нужно везти в мастерскую, – не трратишь время зря.

Она повышает безопасность.

Ты знаешь, какие опасные моменты есть в работе (давление, вращающиеся части, работа на высоте), и как их избежать. Понимаешь, почему нельзя отключать блокировки и зачем каждый день проверять аварийные кнопки.

Она делает тебя универсальным механиком.

Даже если ты раньше работал только с одной моделью, по этой инструкции разберёшься с любой другой. Описаны все типы систем, которые встречаются на буровых установках – гидравлика, пневматика, электрика, дизели.

Это готовый учебник для обучения.

Можно использовать, чтобы объяснять операторам, как правильно эксплуатировать технику. Можно обучать молодых механиков – в инструкции есть всё, от азов до глубокой диагностики.

Она дисциплинирует.

Есть чёткие регламенты ТО, перечни ежедневных проверок, формы журналов. Механик, который работает по этой инструкции, никогда не пропустит замену масла или не заметит начинающуюся проблему.

Она написана без воды, но с человеческим подходом.

Никаких скучных таблиц – только живой, структурированный текст. В конце каждого раздела – вопросы для самопроверки, чтобы убедиться, что ты всё понял.

Простыми словами

Если ты механик – эта инструкция твой личный эксперт, который всегда под рукой. Ты открываешь её, видишь, что у тебя за машина, что за узел, и тут же получаешь готовый алгоритм: что случилось, почему, как починить и как сделать, чтобы больше не ломалось.

В ней описаны все основные машины (LF, LX, Schramm, Foremost, CS-14) и все их агрегаты – двигатели, гидравлика, компрессоры, вращатели, мачты, лебёдки, электрика, ходовая часть.

Это не просто список поломок, а полноценное руководство по жизни с буровой техникой: от ежедневной проверки уровней до капитального ремонта, от выбора масла до оформления рекламации поставщику.

С ней ты никогда не останешься без ответа, даже если техника сломалась в глухой тайге или в карьере за тысячу километров от базы.

Полное руководство механика по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту буровых установок.

Важное примечание (дисclaimer)

Настоящее руководство является **обобщённым справочным пособием**, составленным на основе многолетнего практического опыта эксплуатации и ремонта буровых установок и дробильно-сортировочных комплексов. В нём собраны типовые конструкции, наиболее частые неисправности, проверенные методы диагностики и устранения, а также общие принципы технического обслуживания.

Руководство не заменяет и не отменяет:

Оригинальные руководства по эксплуатации (Operator's Manual, Instruction Manual) для каждой конкретной модели, содержащие заводские регламенты, допуски, моменты затяжки, спецификации масел и жидкостей.

Официальные каталоги запчастей (Parts Catalog) с точными номерами деталей с учётом модификаций и серийных номеров.

Электрические и гидравлические схемы конкретной установки.

Предписания и регламенты завода-изготовителя, особенно в части гарантийных обязательств и систем безопасности.

Перед выполнением любых работ необходимо: уточнить модель и серийный номер машины, обратиться к оригинальной технической документации, использовать только рекомендованные расходные материалы и запчасти, соблюдать заводские моменты затяжки.

Настоящее пособие не несёт ответственности за последствия, возникшие в результате использования информации без учёта особенностей конкретной техники, а также в случае несоблюдения оригинальных инструкций производителя.

Условия использования и лицензионное соглашение (краткая форма)

Настоящее издание является объектом авторского права. Приобретение одного экземпляра предоставляет покупателю следующие права:

✓ Использование в личных целях для обслуживания техники, находящейся в собственности или под управлением покупателя.

✓ Передачу документа для ознакомления другим физическим лицам в рамках обучения, но без права передачи электронной копии.

✗ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

Тиражирование (печатное или электронное) документа в количестве более одного экземпляра без приобретения корпоративной лицензии.

Размещение документа в открытом или закрытом корпоративном доступе (включая сетевые папки, внутренние порталы, системы дистанционного обучения).

Использование текста, таблиц, чек-листов и технологических карт для составления собственных учебных пособий без ссылки на источник и без согласования с автором.

Извлечение любых фрагментов объёмом более 500 знаков для включения в сторонние издания.

Для использования в корпоративных учебных центрах, при тиражировании на бригаду механиков или при включении материалов в собственные регламенты необходимо приобрести **корпоративную лицензию**. Для получения коммерческого предложения направьте запрос к автору с указанием названия организации, количества сотрудников и предполагаемого сценария использования.

Нарушение данных условий влечёт ответственность в соответствии с ГК РФ (ст. 1252, 1301) о защите авторских прав.

Содержание (аннотация)

Раздел 1. Общее устройство и классификация

1.1. Типы установок по методу бурения (алмазное колонковое, обратная циркуляция)

1.2. Компонировка по типу шасси и монтажа (гусеничные, колесные, модульные, подземные)

1.3. Основные узлы на примере моделей (силовая установка, гидростанция, компрессор, вращатель, мачта, лебёдка, система обработки штанг, ходовая часть)

1.4. Практические выводы для механика (определение типа, узлы, зоны внимания)

1.5. Вопросы для самопроверки

1.6. Диагностическое оборудование механика

Раздел 2. Двигатели внутреннего сгорания (дизели) – подробно

2.1. Системы питания

2.2. Турбонаддув и промежуточное охлаждение

2.3. Системы охлаждения

2.4. Электронные блоки управления (ECM) и диагностика через CAN

2.5. Типичные отказы на наших моделях двигателей

2.6. Работа с персоналом и повышение культуры эксплуатации

2.7. Практические рекомендации для механика

2.8. Диагностика по кодам SPN/FMI (J1939)

2.9. Вопросы для самопроверки

Раздел 3. Гидравлические системы

3.1. Типы насосов и их регулирование

3.2. Гидрораспределители

3.3. Гидромоторы

3.4. Гидроцилиндры

3.5. Клапаны: предохранительные, переливные, редукционные, обратные

3.6. Фильтрация и чистота масла

3.7. Диагностика гидравлических систем

3.8. Профилактика и повышение надёжности

3.9. Вопросы для самопроверки

Раздел 4. Пневматические системы и компрессоры

4.1. Пневматические системы низкого давления (вспомогательные)

4.2. Винтовые компрессоры высокого давления (для RC-бурения)

4.3. Системы пылеулавливания (RC-бурение)

4.4. Зимняя эксплуатация пневматических систем

4.5. Обслуживание компрессоров – регламент

4.6. Безопасность при работе с пневматикой

4.7. Вопросы для самопроверки

Раздел 5. Буровое оборудование: вращатели, мачты, лебёдки, системы обработки штанг

5.1. Вращатели (верхние приводы)

5.2. Мачты

5.3. Лебёдки

5.4. Системы обработки штанг

5.5. Керновые трубы и RC-штанги

5.6. Вопросы для самопроверки

Раздел 6. Электрооборудование и системы управления

6.1. Источники питания

6.2. Проводка, разъёмы, предохранители

6.3. Датчики

6.4. Исполнительные устройства

6.5. Контроллеры (ECM, PLC)

6.6. CAN-шина (J1939, CANopen)

6.7. Панель оператора

6.8. Алгоритмы поиска неисправностей

6.9. Профилактика электрооборудования

6.10. Инструкции для механика по электрооборудованию

6.11. Вопросы для самопроверки

Раздел 7. Системы циркуляции и пылеулавливания

7.1. Системы промывки (алмазное бурение)

7.2. Системы пылеулавливания (RC-бурение и сухое бурение)

7.3. Зимняя эксплуатация систем циркуляции и пылеулавливания

7.4. Обслуживание систем циркуляции и пылеулавливания – регламент

7.5. Вопросы для самопроверки

Раздел 8. Ходовая часть и шасси

8.1. Гусеничные тележки

8.2. Колесные шасси и подвеска

8.3. Система выравнивания (leveling)

8.4. Тормозная система (для колесных)

8.5. Обслуживание ходовой части – регламент

8.6. Вопросы для самопроверки

Раздел 9. Техническое обслуживание и ремонт

9.1. Виды технического обслуживания (ЕТО, ТО-1, ТО-2, сезонное, текущий ремонт, капитальный ремонт)

9.2. Планирование ТО и ремонтов (учёт наработки, план-график, дефектовочные ведомости)

9.3. Организация ремонта в полевых условиях vs в мастерской

9.4. Инструмент и оснастка (полевой набор, специализированный для мастерской)

9.5. Ремонтные допуски и критерии выбраковки (табличные значения, анализ масла)

9.6. Запасные части (ЗИП) – организация, критичные позиции, стратегия пополнения, работа с каталогами

9.7. Документация (журнал ТО, дефектовочная ведомость, акт рекламации, схемы)

9.8. Инструкции для механика по организации ТО и ремонта

9.9. Консервация, хранение и расконсервация буровых установок

9.10. Вопросы для самопроверки

Раздел 10. Безопасность

10.1. Основные опасные факторы при работе с буровыми установками

10.2. Технические средства безопасности (аварийные кнопки, блокировки, предохранительные клапаны, ограждения, тросы, пожаротушение)

10.3. Причины аварий и их предотвращение (опрокидывание, падение груза, разрыв шланга, пожар, травмирование, поражение током, работа с гидравликой)

10.4. Инструкции для механика по безопасности

10.5. Порядок действий при авариях (разрыв шланга, пожар, падение груза, травма от масла)

10.6. Вопросы для самопроверки

Раздел 11. Документация и управление

11.1. Виды технической документации (РЭ, каталоги, схемы, журналы, ведомости, акты, планы-графики)

11.2. Работа с каталогами запчастей (электронные каталоги, алгоритм поиска, типичные ошибки)

11.3. Планирование ТО и ремонтов (по моточасам, по календарю, по состоянию, согласование)

11.4. Организация работы бригады (распределение обязанностей, инструктажи, обучение, контроль)

11.5. Заказ ЗИП – стратегия (критичные позиции, норма запаса, сезонный запас, планирование)

11.6. Рекламационная работа (фиксация отказа, акт, контроль замены)

11.7. Инструкции для механика по документации и управлению

11.8. Вопросы для самопроверки

Раздел 12. Сварочные работы при ремонте буровых установок

12.1. Общие требования и безопасность

12.2. Материалы и электроды

12.3. Технология заварки трещин в рамах, мачтах и кронштейнах

12.4. Особенности сварки вблизи гидравлики и электроники

12.5. Контроль качества сварных швов

12.6. Вопросы для самопроверки

Приложение А. Типовые технологические карты ремонтных работ (буровые установки)

А.1. Замена насос-форсунки (Cummins QSB, ISBe, ISDe)

А.2. Замена подшипников выходного вала вращателя

А.3. Замена сальников гидроцилиндра подачи вращателя

А.4. Замена маслоотделителя (сепаратора) винтового компрессора

А.5. Регулировка натяжения гусениц

Приложение Б. Чек-листы механика

Б.1. Чек-лист ежедневного осмотра перед началом смены

Б.2. Чек-лист приёмки оборудования после ремонта

Б.3. Чек-лист подготовки к транспортировке мобильной буровой установки

Раздел 1. Общее устройство и классификация

1.1. Типы установок по методу бурения

Существует два принципиально разных подхода: алмазное колонковое бурение и обратная циркуляция (RC).

Алмазное колонковое бурение

Извлекается керн – столбик породы в кернаприёмнике.

Медленный, но очень информативный метод: структура породы, угол падения пластов, трещиноватость.

Используется промывка (вода, полимеры) для охлаждения коронки и выноса шлама.

Глубины достигают 2500–3000 метров, как на LF-230 или LX-16.2.

Обратная циркуляция (RC)

Разрушенная порода (шлих) выдувается воздухом на поверхность через внутреннюю полость штанг.

В 3–5 раз быстрее, но теряется структура породы – получается только химический состав.

Используется сжатый воздух с давлением до 25–35 бар, иногда с добавкой пены или воды.

Глубины обычно до 300–800 метров, как на Schramm T450GT и T685WS.

Что должен знать механик:

В алмазном бурении главное – крутящий момент и плавная подача; гидравлика работает в режиме точного регулирования.

В RC – высокое давление воздуха и ударные нагрузки на вращатель и штанги; компрессор – отдельная большая система, требующая особого внимания.

1.2. Компоновка по типу шасси и монтажа

Установки делятся на самоходные гусеничные, самоходные колесные, модульные (стационарные) и подземные.

Самоходные гусеничные

Примеры: LF-230, CS-14, Foremost MPD-1500, гусеничная версия Schramm T685WS.

Обладают высокой проходимостью и устойчивостью, но тяжелы в транспортировке.

Что должен знать механик: ходовая гидравлика – отдельный контур, требующий внимания; регулярная очистка гусениц от грязи и камней.

Самоходные колесные

Примеры: LX-16.2 и колесная версия Schramm T450GT.

Быстро перемещаются по дорогам, но требуют аутригеров для жесткой фиксации и нормальных подъездных путей.

Что должен знать механик: у колесных с пневмоподвеской (LX-16.2) нужно контролировать давление в баллонах и работу регуляторов; ежедневная проверка давления в шинах.

Модульные или стационарные установки

Пример: LF-90 (может быть и колесной, и модульной).

Собираются на площадке, иногда доставляются вертолетом.

Что должен знать механик: важна правильная стыковка гидравлики и электроники; ошибки при стыковке гидролиний – частая причина отказов.

Подземные установки

Пример: LM-75.

Работают в штреках, компактны, имеют системы пылеподавления и нейтрализации выхлопа.

Что должен знать механик: особое внимание к системам безопасности (газоанализ, вентиляция), защита электрооборудования от влаги.

1.3. Основные узлы на примере наших моделей

Силовая установка (дизель)

На LF, Foremost часто ставится Cummins.

На Schramm и LX-16.2 – Caterpillar.

На LM-75 – Deutz.

Мощность от 130 до 800 л.с.

Гидростанция

Аксиально-поршневые насосы с регулируемой подачей (Rexroth, Parker).

Управление пропорциональное, часто через CAN.

Компрессор

Присутствует на всех Schramm, а также опционально на LX-16.2 и MPD-1500.

Винтовые Sullair или Gardner Denver с производительностью до 45 м³/мин и давлением до 35 бар.

Вращатель

Гидромотор с редуктором.

Для RC-бурения вращатель усиленный, с большим крутящим моментом.

Мачта

Телескопическая (LF-90, T450GT) или ферменная (LF-230, CS-14), высотой до 9–13 метров.

Лебедка (кроме подземных машин)

Гидромотор с автоматическим тормозом; у LF-230 грузоподъемность до 9 тонн.

Система обработки штанг

У LM-75 полный автомат, у LX-16.2 автомат, у LF-90, LF-230, CS-14 полуавтомат.

Гидромеханические манипуляторы с датчиками позиционирования.

Ходовая часть самоходных машин

Либо гусеницы с гидромоторами (LF-230, CS-14, MPD-1500), либо колеса с аутригерами (LX-16.2, T450GT).

Что должен знать механик:

У каждой модели есть свои слабые места в этих узлах. Их знание помогает планировать ТО и заказывать ЗИП с учётом вероятных отказов.

1.3.1. Типичные «слабые места» моделей

LF-230 (алмазное бурение)

Направляющие мачты – износ из-за абразивной пыли. Требуют регулярной смазки и регулировки.

Цепная подача – вытяжка цепей, частая регулировка натяжения.

Вращатель – износ подшипников выходного вала при высоких нагрузках.

LX-16.2 (алмазное / RC)

Пневмоподвеска – утечки воздуха из баллонов, заклинивание регуляторов.

Аутригеры – заклинивание из-за грязи, износ уплотнений.

Вращатель – при RC-бурении ударные нагрузки ускоряют износ подшипников и шлицев.

Schramm T450GT / T685WS (RC)

Компрессор – перегрев из-за забитых радиаторов, разрыв маслоотделителя, износ винтовой пары.

Пылеулавливание – забивка рукавных фильтров, заклинивание шлюзовых затворов.

Карданный вал привода компрессора – износ крестовин.

CS-14 (алмазное)

Гусеничный ход – износ опорных катков, ослабление натяжения.

Гидравлика – загрязнение масла, заклинивание золотников распределителей.

Foremost MPD-1500 (алмазное / RC)

Система leveling – внутренние утечки в цилиндрах, заклинивание клапанов.

Компрессор (в RC-версии) – аналогично Schramm.

LM-75 (подземное)

Двигатель Deutz – износ механического ТНВД, закоксовывание форсунок.

Электрооборудование – окисление разъёмов из-за влаги.

Система пылеподавления – забивка форсунок.

1.4. Практические выводы для механика

После изучения этого раздела ты должен уметь:

По внешнему виду установки определить её тип (алмазка или RC) и примерные глубины бурения.

Назвать все основные узлы и их расположение на конкретной модели.

Понимать, какая система требует особого внимания в зависимости от типа бурения (например, при RC – контроль компрессора и пылеулавливания).

Зная модель, сразу представлять себе её шасси, тип вращателя, наличие автоматики штанг.

1.4.1. Алгоритм первичной диагностики приезжей установки

Когда техника прибывает на объект или после длительного простоя, перед запуском выполни:

Визуальный осмотр:

Подтёки масла, топлива, антифриза под двигателем, гидравликой, компрессором.

Состояние гусениц / шин, наличие аутригеров, их целостность.

Целостность шлангов высокого давления, электрожгутов.

Проверка уровней:

Моторное масло (холодный двигатель).
Гидравлическое масло (по щупу или уровнемеру).
Антифриз (расширительный бачок).
Топливо (слить отстой).

Проверка на наличие ошибок:

Включить зажигание, посмотреть на панель оператора – активные ошибки, предупреждения.

При наличии диагностического прибора – считать коды.

Прослушивание при запуске и прогреве:

Посторонние стуки, свист, неравномерная работа двигателя.
Работа турбины (свист, завывания).
Работа гидравлики (шум насосов, клапанов).

Проверка работы основных функций:

Подъём/опускание мачты (плавно, без рывков).
Вращение вращателя на холостых (разные обороты).
Работа лебёдки (подъём/опускание).
Выдвижение аутригеров (если есть).
Работа компрессора (набор давления, отсутствие утечек).

Контроль температуры:

После 10–15 минут работы – прогрев двигателя, начало прогрева гидравлики.
Температура масла компрессора (для RC).

1.5. Вопросы для самопроверки

В чём принципиальное различие между алмазным колонковым бурением и обратной циркуляцией?

Какие глубины достигаются при алмазном бурении на LF-230?

На каких машинах применяются мощные винтовые компрессоры и для чего?

Какие типы шасси бывают? Приведи примеры моделей.

Какие узлы входят в состав гидростанции?

Чем отличается вращатель для RC-бурения от вращателя для алмазного?

Какие типы мачт используются на буровых установках?

Назови слабые места модели LF-230.

Назови слабые места модели Schramm T685WS.

Какие действия входят в первичную диагностику приезжей установки?

1.6. Диагностическое оборудование механика

Современная диагностика буровых установок требует использования специальных приборов, позволяющих оценить состояние узлов без полной разборки. Грамотный механик должен уметь ими пользоваться и интерпретировать получаемые данные. Ниже приведён перечень основного оборудования, применяемого в полевых условиях и в мастерской.

1.6.1. Виброметр (портативный)

Применяется для измерения вибрации подшипников, насосов, моторов, компрессоров, вращателей, лебёдок. Позволяет выявить дисбаланс, износ подшипников, несоосность на ранней стадии.

Правила использования:

Точки измерения должны быть постоянными и маркированными (например, на корпусе подшипника в трёх направлениях: вертикальном, горизонтальном, осевом).

Сравнивать текущие показания с базовыми (замеренными после ремонта или в исправном состоянии) и с допустимыми нормами.

Ориентировочные пороги: для подшипников вращателей, насосов, компрессоров виброскорость до 4,5 мм/с – норма, 4,5–7,1 мм/с – допустимо при условии наблюдения, выше 11,2 мм/с – требуется немедленная остановка и выяснение причин.

Для выявления дефектов подшипников (питтинг, выкрашивание) использовать режим анализа огибающей (Envelope) или пик-фактор, если виброметр поддерживает эти функции.

1.6.2. Тепловизор или пирометр (бесконтактный термометр)

Позволяет быстро оценить температуру подшипников, масла, гидравлических узлов, электродвигателей, контактов в электрошкафах.

Правила:

Измерять температуру подшипников после установившегося режима (через 20–30 минут работы). Критическим считается превышение 80–85°C для подшипников качения, 70°C – для подшипников скольжения (зависит от типа и смазки).

Для гидравлического масла нормальная рабочая температура 50–70°C; выше 80°C – критично.

Пирометр удобен для быстрых проверок, но важно соблюдать расстояние и не измерять на блестящих поверхностях (наносить матовую метку или использовать тепловизор).

1.6.3. Мультиметр и токоизмерительные клещи

Мультиметр необходим для измерения напряжения, сопротивления, проверки целостности цепей, прозвонки соленоидов. Токоизмерительные клещи – для измерения тока в проводах без разрыва цепи.

Применение:

Проверка напряжения на аккумуляторах (24–28 В), на выходе генератора (27–28,5 В).

Измерение сопротивления катушек соленоидов (типовые значения 5–50 Ом; обрыв – бесконечность, короткое замыкание – 0).

Контроль тока электродвигателей, насосов, вентиляторов – сравнение с номиналом; превышение более чем на 10–15 % сигнализирует о перегрузке или неисправности.

Прозвонка проводов, поиск обрывов и коротких замыканий.

1.6.4. Мегаомметр

Прибор для измерения сопротивления изоляции электродвигателей, кабелей, распределительных устройств. Особенно важен для дизелей с электронным управлением, где пробой изоляции может вывести из строя ЕСМ.

Правила:

Перед измерением отключить питание, заземлить проверяемую цепь, разрядить её.

Для асинхронных двигателей напряжением до 1000 В изоляция считается исправной при сопротивлении не менее 1 МОм (на практике для исправных двигателей – десятки и сотни мегаом).

Проверять изоляцию относительно корпуса и между фазами.

Мегаомметр использовать только после снятия напряжения, обязательно отключая частотные преобразователи, контроллеры и электронные блоки (ЕСМ), чтобы не повредить электронику.

1.6.5. Осциллограф (портативный)

Необходим для диагностики CAN-шины и датчиков с импульсным выходом (датчики оборотов, положения). Позволяет увидеть форму сигнала, уровень помех, целостность передачи данных.

Параметры для CAN-шины:

Нормальная форма сигнала – прямоугольные импульсы с амплитудой около 2,5–3,5 В для CAN-H и 1,5–2,5 В для CAN-L.

Проверка симметрии, отсутствие завалов фронтов, уровень шума (помехи не должны превышать 0,5 В).

При наличии осциллографа также можно проверять датчики частоты вращения (энкодеры), датчики Холла и другие импульсные датчики.

1.6.6. Эндоскоп (боровизор)

Гибкий зонд с камерой для осмотра внутренних полостей без разборки. Особенно полезен для:

Осмotra внутренних полостей вращателей, редукторов, маслостанций через технологические отверстия.

Проверки состояния уплотнений, задиров на цилиндрах, состояния шлицевых соединений.

Поиска трещин в станинах, рамах, мачтах в труднодоступных местах.

1.6.7. Портативный анализатор масла

Приборы для экспресс-оценки состояния масла непосредственно на объекте. Позволяют измерить:

Кинематическую вязкость (отклонение более ± 10 % от номинала – сигнал о деградации или смешивании масел).

Содержание воды (критично $>0,2$ %).

Счётчик частиц (класс чистоты NAS). Для аксиально-поршневых гидравлических систем и маслостанций винтовых компрессоров класс чистоты должен быть не выше NAS 9–10.

Наличие ферромагнитных частиц (магнитный датчик) – позволяет быстро определить интенсивный износ.

Анализатор не заменяет лабораторный анализ, но даёт возможность оперативно выявить проблему и принять решение о срочной замене масла или ремонте.

1.6.8. Стетоскоп (электронный дефектоскоп подшипников)

Используется для прослушивания подшипников качения в насосах, моторах, редукторах, компрессорах, вращателях.

Характерные звуки:

Глухой стук, металлический звон – износ или разрушение сепаратора, тел качения.

Свист, вой – недостаток смазки или перекоп.

Прерывистый стук – попадание посторонних частиц.

Электронный дефектоскоп усиливает шумы и позволяет отфильтровать посторонние частоты, что повышает точность диагностики.

1.6.9. Манометры для гидравлики и пневматики

Обязательный набор:

Для гидравлики: манометры на 400–600 бар с быстросъёмными соединениями (для подключения в контрольные точки).

Для пневматики: манометры на 40–60 бар.

Позволяют проверить давление на выходе насосов, настройку предохранительных клапанов, падение давления на фильтрах, давление в гидросистемах вращателя, лебёдки, подачи.

Важное предостережение: Ни один прибор не заменяет знаний механика и оригинальной документации. Перед проведением измерений обязательно ознакомьтесь с допустимыми значениями параметров для конкретной модели и узла. При сомнениях в результатах – обращайтесь к официальным сервисным материалам или специалистам.

Раздел 2. Двигатели внутреннего сгорания (дизели) – подробно

Дизели на буровых установках – это сердце, от которого зависит вся энергия. Современные моторы (Cummins QSB, QSL, ISC, ISL; Caterpillar C7.1, C9.3, C13, C15, C18; Deutz 2012/2013) оснащены электронным управлением, системами снижения токсичности (EGR, DPF, SCR) и сложными турбокомпрессорами. Механик должен знать все возможные неисправности, методы их диагностики и устранения как в поле, так и в мастерской.

2.1. Топливная аппаратура

2.1.1. Механические ТНВД (Deutz, старые Cummins)

Конструкция: рядный или распределительный насос высокого давления, механические форсунки.

Возможные поломки:

Износ плунжерных пар ТНВД

Причины: абразив в топливе, вода, естественный износ.

Выявление: трудный пуск, падение мощности, нестабильные обороты, чёрный дым при нагрузке. Диагностика – замер давления на выходе насоса (снижено) и угла опережения впрыска (может плавать).

Устранение: замена плунжерных пар, регулировка ТНВД на стенде. В поле – замена насоса.

Профилактика: чистое топливо, регулярная замена фильтров, слив отстоя.

Закоксовывание или зависание иглы форсунки

Причины: низкое качество топлива, перегрев, нагар.

Выявление: двигатель троит, дымит (чёрный или белый дым), повышенный расход топлива. Проверка – снятие форсунок, проверка на стенде (давление открытия, распыл).

Устранение: промывка, ремонт форсунок, замена.

Профилактика: использование качественного топлива, присадки для очистки.

Нарушение угла опережения впрыска

Причины: износ муфты опережения, неправильная установка насоса.

Выявление: жёсткая работа, детонация, перегрев, дым.

Устранение: регулировка угла по меткам, замена муфты.

2.1.2. Насос-форсунки (Cummins HPCR)

Конструкция: каждая форсунка имеет собственный плунжер, приводимый от распределителя, управление – соленоид.

Возможные поломки:

Залипание соленоида

Причины: грязь, перегрев, короткое замыкание.

Выявление: цилиндр не работает, двигатель троит, ошибка в Insite (баланс цилиндров).

Проверка – замер сопротивления катушки (норма 0,5–1,5 Ом), проверка сигнала от ЕСМ.

Устранение: замена насос-форсунки. Для доступа часто требуется снятие головки блока.

Профилактика: чистота топлива, своевременная замена фильтров.

Износ плунжерной пары

Причины: абразив, вода в топливе.

Выявление: повышенный обратный слив топлива, пропуски зажигания, падение мощности. Диагностика – измерение обратного слива (более 50–100 мл/мин на цилиндр).

Устранение: замена насос-форсунки.

Потеря герметичности уплотнений форсунки в головке

Причины: износ уплотнительных колец, трещина в головке.

Выявление: уровень масла растёт, запах топлива в масле, двигатель дымит, может быть пропуск компрессии.

Устранение: замена уплотнений, при необходимости – ремонт головки.

2.1.3. Common Rail (Caterpillar, Cummins QSB/QSL, новые Deutz)

Конструкция: ТНВД закачивает топливо в рампу (rail), форсунки с электромагнитным или пьезоэлектрическим управлением.

Возможные поломки:

Износ ТНВД

Причины: некачественное топливо, вода, абразив.

Выявление: давление в рампе не достигает заданного, особенно при нагрузке; в масле насоса металлическая стружка. Диагностика Cat ET / Insite: desired vs actual rail pressure.

Устранение: замена ТНВД, промывка всей системы, замена фильтров.

Профилактика: использование фильтров с тонкостью 2–5 мкм, регулярный слив отстоя.

Закоксовывание или зависание форсунок

Причины: грязь, нагар, износ пьезоэлемента.

Выявление: пропуски зажигания, неровная работа, повышенная дымность. Диагностика – проверка обратного слива (у исправной форсунки 10–30 мл/мин, у изношенной – более 100 мл/мин).

Устранение: замена форсунок, калибровка в ЕСМ.

Профилактика: качественное топливо, регулярная замена фильтров, применение присадок.

Утечка через обратку

Причины: износ форсунок или клапана ограничения давления.

Выявление: падение давления в рампе, трудный пуск, ошибка «низкое давление топлива».

Устранение: замена неисправных форсунок, проверка обратного клапана.

Отказ датчиков давления/температуры в рампе

Причины: вибрация, перегрев, короткое замыкание.

Выявление: ЕСМ переходит в аварийный режим (ограничение мощности), ошибка по датчику.

Устранение: замена датчика, проверка проводки.

2.2. Турбонаддув и промежуточное охлаждение

Конструкция: турбокомпрессор с подшипниками скольжения, интеркулер воздушно-воздушный или воздушно-водяной.

Возможные поломки:

Масляное голодание турбины

Причины: низкий уровень масла, забитый маслопровод, использование неподходящего масла, несвоевременная замена.

Выявление: люфт ротора (радиальный и осевой), задиры на валу, повреждение крыльчаток. При запуске металлический звук, сизый дым, падение мощности.

Устранение: замена турбокомпрессора, промывка маслопроводов.

Профилактика: использовать масло CJ-4/CK-4, соблюдать интервалы замены, давать турбине остыть перед глушением.

Закоксовывание маслоотводящей линии

Причины: частые холостые ходы, резкое глушение после нагрузки.

Выявление: масло выходит через уплотнения во впуск или выпуск, повышенный расход масла, дым.

Устранение: снятие турбины, очистка линии слива, замена уплотнений.

Профилактика: перед глушением дать поработать 2–3 мин на холостых.

Повреждение крыльчатки компрессора

Причины: попадание посторонних предметов (через воздушный фильтр), разрушение фильтра.

Выявление: снижение наддува, свист, металлический звон. Визуально – повреждённые лопасти.

Устранение: замена турбины, проверка воздушного тракта.

Профилактика: своевременная замена воздушного фильтра, герметичность впуска.

Неисправность интеркулера (утечки, забитость)

Причины: механическое повреждение, коррозия, загрязнение (для воздушно-воздушного).

Выявление: высокая температура наддувочного воздуха, падение мощности, при утечке – свист.

Устранение: ремонт или замена интеркулера, проверка герметичности.

2.3. Системы охлаждения

Конструкция: жидкостное охлаждение, радиатор, вентилятор (вискомуфта или гидропривод), термостат.

Возможные поломки:

Забитые радиаторы

Причины: пыль, пух, грязь, насекомые.

Выявление: перегрев двигателя даже при небольшой нагрузке, высокая температура охлаждающей жидкости.

Устранение: продувка сжатым воздухом (не водой!) снаружи и изнутри.

Профилактика: ежедневная продувка в пыльных условиях.

Неисправность термостата

Причины: заклинивание в закрытом или открытом положении.

Выявление: если заклинил закрыто – перегрев; если открыто – долгий прогрев, низкая температура.

Устранение: замена термостата.

Профилактика: проверка при каждом ТО-2.

Выход из строя вискомуфты вентилятора

Причины: утечка силиконовой жидкости, износ подшипника.

Выявление: вентилятор либо постоянно работает на полную (шумно, холодный двигатель), либо не включается (перегрев). Диагностика – раскрутить вручную на холодном двигателе (должно быть сопротивление).

Устранение: замена вискомуфты.

Профилактика: проверка натяжения ремня, отсутствие подтёков.

Неисправность гидравлического вентилятора

Причины: утечка масла из гидромотора, заклинивание клапана управления, загрязнение радиатора гидравлики.

Выявление: отсутствие вращения или постоянная максимальная скорость, перегрев.

Устранение: ремонт гидромотора, замена клапана, чистка радиатора.

Профилактика: контроль уровня масла, чистка радиатора гидравлики.

Пробитая прокладка головки блока

Причины: перегрев, дефект прокладки.

Выявление: пена в расширительном бачке, выброс антифриза, белый дым из выхлопа, газы в системе охлаждения (тестером).

Устранение: замена прокладки, проверка плоскости головки.

Профилактика: не допускать перегрева.

2.4. Электронные блоки управления (ЕСМ) и диагностика через CAN

Конструкция: ЕСМ управляет впрыском, турбонаддувом, EGR, вентилятором, собирает данные с датчиков, взаимодействует по CAN J1939.

Возможные поломки:

Отказ датчиков (давления, температуры, положения)

Причины: обрыв, КЗ, механическое повреждение.

Выявление: ошибка в ЕСМ, некорректные показания на панели.

Устранение: замена датчика, проверка проводки.

Профилактика: защита жгутов от перетирания, чистота разъёмов.

Потеря связи по CAN

Причины: обрыв CAN-шины, неисправность терминаторов, сбой ЕСМ.

Выявление: панель не показывает параметры, ошибки связи.

Устранение: проверка сопротивления между CAN-H и CAN-L (60 Ом), напряжения (CAN-H ~2,5–3,5 В, CAN-L ~1,5–2,5 В), осмотр разъёмов.

Профилактика: не подключать/отключать разъёмы при включённом питании.

Сбой ЕСМ (зависание, потеря калибровки)

Причины: скачок напряжения, перегрев, ошибка прошивки.

Выявление: двигатель не запускается, работает с ограничениями, нет связи.

Устранение: перезагрузка (отключить питание на 30 с), обновление прошивки, замена ЕСМ.

Профилактика: стабильное питание, защита от перепадов напряжения.

2.5. Системы снижения токсичности (EGR, DPF, SCR)

EGR (рециркуляция отработавших газов)

Клапан EGR: закоксовывание – двигатель теряет мощность, дымит, ошибка. Чистка или замена.

Охладитель EGR: забивка сажой – перегрев, потеря эффективности. Промывка или замена.

DPF (сажевый фильтр)

Забивка: частая регенерация, ограничение мощности. Причина – работа на холостых, некачественное топливо, неисправность датчиков. Принудительная регенерация через диагностику.

Разрушение фильтра: выброс сажи, ошибка. Замена.

SCR (селективная каталитическая нейтрализация)

Неисправность дозатора AdBlue: закоксовывание, отказ насоса. Ошибка, ограничение мощности. Промывка или замена.

Кристаллизация AdBlue: забивка форсунок. Промывка горячей водой.

2.6. Типичные поломки на наших моделях

Cummins QSB 6.7

Помимо насос-форсунок, частые проблемы: клапан EGR (закоксовывание), охладитель EGR (утечка антифриза), датчик давления наддува (забивка канала). Признаки – потеря мощности, ошибки, чёрный дым.

Caterpillar C15

Износ ТНВД Common Rail – частая проблема из-за топлива. Диагностика – падение давления в рампе, стружка в масле насоса.

DPF – забивка при частых холостых. Принудительная регенерация.

Deutz

Механические ТНВД – износ плунжерных пар. Проблемы с проводкой датчиков (окисление).

2.7. Работа с персоналом и повышение культуры эксплуатации

Прогрев: перед нагрузкой прогреть до 40–50°C по охлаждающей жидкости.

Контроль уровней: оператор проверяет масло, антифриз, сливает отстой ежедневно.

Заправка: только через фильтр, исключить попадание воды и грязи.

Своевременное ТО: не ждать, когда напомним механик.

Реакция на ошибки: при загорании Check Engine – зафиксировать код, сообщить механику, не продолжать работу.

2.8. Практические рекомендации для механика

Ежедневно:

Уровни масла, антифриза.

Слив отстоя из фильтров и бака.

Визуальный осмотр на подтекания.

Прослушивание на холостых и под нагрузкой.

Снятие показаний с диагностического прибора (активные ошибки).

Еженедельно/ежемесячно:

Проверка воздушного фильтра (замена по индикатору).

Очистка радиаторов сжатым воздухом.

Проверка натяжения ремней.

Запись моточасов и расхода топлива.

При появлении ошибок:

Записать коды и замороженные кадры.

Не сбрасывать до выяснения причины.

Критические ошибки – немедленная остановка.

Диагностика Insite / Cat ET.

2.9. Диагностика по кодам SPN/FMI (J1939)

На современных двигателях и гидравлических системах используется протокол J1939. Коды неисправностей представляются в формате **SPN (Suspect Parameter Number)** и **FMI (Failure Mode Identifier)**.

Общий принцип расшифровки:

SPN указывает на конкретный параметр (датчик, компонент).

FMI указывает на характер неисправности (обрыв, короткое замыкание, превышение диапазона и т.д.).

Наиболее частые SPN на буровых установках (для дизелей и гидравлики):

SPN

Параметр

Возможная проблема

100

Давление масла двигателя

Низкое давление, обрыв датчика

110

Температура охлаждающей жидкости

Перегрев, обрыв датчика

190

Частота вращения двигателя

Датчик коленвала, синхронизация

111

Уровень охлаждающей жидкости

Низкий уровень

94

Давление топлива

Низкое давление, забитый фильтр

102

Давление наддува

Неисправность турбины, забит воздушный фильтр

157

Напряжение системы

Низкое/высокое напряжение, генератор

1231

Датчик положения педали акселератора

Обрыв, короткое замыкание

108

Давление атмосферы

Неисправность датчика (редко, но влияет на расчёт топлива)

174

Температура топлива

Высокая температура (может указывать на утечку обратки)

3035

Дозирование AdBlue (SCR)

Забивка форсунки, отказ насоса

3363

Сажевый фильтр (DPF)

Забивка, необходимость регенерации

Алгоритм работы с кодом SPN/FMI:

Зафиксировать точный код (например, SPN 100 FMI 1).

Открыть оригинальную документацию производителя двигателя или машины – там приведены конкретные описания.

Проверить связанные с этим кодом датчики, цепи питания, исполнительные механизмы.

Использовать диагностический сканер (Insite, Cat ET, Sandvik My Fleet, Komatsu PPS) для углублённой диагностики.

Важно: не полагайтесь на общие таблицы из интернета – для каждой модели коды могут иметь разную интерпретацию. Обязательно сверяйтесь с заводскими данными.

2.10. Вопросы для самопроверки

Какие три типа топливных систем описаны? На каких двигателях встречаются?

Как отличить износ насос-форсунки от залипания соленоида?

Почему нельзя глушить турбодизель сразу после тяжёлой работы?

Каковы признаки забитого DPF?

Как проверить работу термостата?

Что означают коды SPN 100, SPN 111, FMI 1?

Как часто чистить радиаторы и почему?

Какое масло допустимо в двигателе с DPF?

Какие ежедневные проверки должен делать оператор?

Алгоритм действий при загорании Check Engine.

Раздел 3. Гидравлические системы – углублённо

Гидравлика – это кровеносная система буровой установки. На ней завязано всё: вращение, подача, подъём мачты, выравнивание, ходовая часть, системы обработки штанг. Отказ гидравлики в поле почти всегда означает остановку работ. Грамотный механик должен не только менять фильтры, но и уметь диагностировать любой узел: от насоса до клапана, определять характер износа по звуку, температуре, анализу масла, предсказывать отказ.

Ниже приведён перечень узлов с исчерпывающим описанием возможных неисправностей, методов их выявления и устранения.

3.1. Гидравлические насосы

На буровых установках применяются аксиально-поршневые насосы с регулируемой подачей (Rexroth A4VG, A10VSO, Parker, Denison) и, реже, шестерённые насосы для вспомогательных контуров.

3.1.1. Аксиально-поршневые насосы с регулируемой подачей

Устройство: блок цилиндров с поршнями, опирающимися на наклонную шайбу (люльку). Изменяя угол наклона шайбы, меняется ход поршней и подача масла. Управление – гидравлическое или электронное (пропорциональный соленоид).

Возможные поломки:

Износ поршневой группы и распределительного диска

Причины: абразив в масле (грязь, продукты износа), длительная работа на пределе давления, естественный ресурс.

Выявление: падение производительности, увеличение времени реакции, нагрев масла. При работе – глухой ритмичный стук или металлический звон. В дренажной линии насоса (слив с корпуса) появляется постоянный поток масла (у исправного насоса не более 5–10% от номинальной подачи). Анализ масла показывает повышенное железо, медь.

Устранение: замена насоса или ремонт в специализированном сервисе (замена блока цилиндров, поршней, распределительного диска). В полевых условиях – только замена.

Профилактика: чистота масла (класс NAS 8–10), своевременная замена фильтров, контроль уровня, недопущение кавитации.

Разрушение подшипников вала

Причины: перегрузки, вибрация, усталость, загрязнение масла.

Выявление: глухой гул, вибрация, люфт вала (проверяется после снятия шкива/муфты). При полном разрушении – заклинивание насоса, что может привести к обрыву привода.

Устранение: замена насоса. При своевременном обнаружении – замена подшипников (требует разборки).

Профилактика: контроль вибрации, анализ масла на металлы.

Кавитация (попадание воздуха на всасывании)

Причины: низкий уровень масла в баке, забитый всасывающий фильтр, подсос воздуха через сальник или неплотности на всасывающей линии.

Выявление: высокочастотный вой, переменная производительность, масло пенится в баке, возможны рывки механизмов. Кавитация быстро разрушает поршневую группу.

Устранение: немедленная остановка, проверка уровня, очистка фильтра, герметизация всасывающей линии (подтяжка хомутов, замена шланга).

Профилактика: ежедневный контроль уровня, периодическая замена всасывающих фильтров, осмотр шлангов.

Неисправность механизма регулирования (люльки)

Причины: заклинивание шайбы из-за грязи, износ цапф, неисправность управляющего соленоида (для электронного регулирования).

Выявление: насос не меняет подачу, работает либо на минимуме, либо на максимуме независимо от сигнала. При электронном управлении – отсутствие реакции на команду, ошибки в контроллере.

Устранение: разборка насоса, очистка, замена изношенных деталей регулирования, проверка соленоида.

Профилактика: чистота масла, периодическая проверка сигналов управления.

3.1.2. Шестерённые насосы

Применение: подпитка, вспомогательные контуры, привод вентилятора.

Возможные поломки:

Износ шестерён и корпуса

Причины: абразив, естественный износ.

Выявление: падение производительности, шум (повышенный вой), нагрев корпуса.

Устранение: замена насоса (ремонт нецелесообразен).

Профилактика: чистота масла, замена фильтров.

Износ торцевых уплотнений (сальника)

Причины: старение, задиры вала, перегрев.

Выявление: подтекание масла по валу.

Устранение: замена сальника (при изношенном вале – замена насоса).

Профилактика: отсутствие перекосов при монтаже.

Разрушение подшипников

Причины: перегрузки, вибрация.

Выявление: шум, люфт вала.

Устранение: замена насоса.

3.2. Гидрораспределители

Распределители направляют поток масла к исполнительным механизмам. Типы: золотниковые (с перемещением золотника), пропорциональные (с плавным регулированием), с электромагнитным управлением (соленоиды).

3.2.1. Золотниковые распределители (секционные, моноблочные)

Устройство: золотник – цилиндрическая деталь с канавками, перемещается в корпусе (часто алюминиевом) и открывает/перекрывает каналы. Управление – ручное, гидравлическое, электрическое (соленоид).

Возможные поломки:

Заклинивание золотника

Причины: грязь, абразив, заусенцы, деформация от перегрева.

Выявление: функция не срабатывает или срабатывает с задержкой, насос встаёт на предохранительный клапан (свист, нагрев). При переключении нет характерного щелчка (для соленоидов).

Устранение: разборка, промывка золотника и корпуса керосином или специальной жидкостью. Если есть задиры на золотнике – замена. Алюминиевый корпус при износе обычно не ремонтируется.

Профилактика: чистота масла, замена фильтров, недопущение перегрева.

Износ золотниковой пары (утечки)

Причины: естественный износ, абразив.

Выявление: исполнительный механизм «плывёт» (например, мачта медленно опускается под своим весом), или при отключении функции происходит самопроизвольное движение. Внутренние утечки ведут к нагреву масла. Диагностика: перекрыть нагрузочную линию манометром и наблюдать падение давления.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.