

УДК 629.3.083

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПТО
IMPROVEMENT OF TECHNICAL OPERATION OF HYDRAULIC
SYSTEMS OF LIFTING AND TRANSPORT EQUIPMENT**

А.Д. Андреев;

Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

И.В. Зуб, к.т.н., к.п.н., доцент;

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности эксплуатации гидравлического оборудования портовых перегрузочных машин (ПТО). Проведен критический анализ недостатков традиционной системы планово-предупредительных ремонтов применительно к современной высоконагруженной гидрофицированной технике. Обосновывается целесообразность перехода от регламентного обслуживания к системе технической эксплуатации по фактическому состоянию. Описаны современные методы диагностики гидравлических систем, а также предложены критерии для принятия обоснованных решений о проведении ремонтных воздействий, что в конечном итоге позволяет повысить коэффициент технического использования оборудования и снизить совокупную стоимость владения.

Ключевые слова: гидравлическая система, техническая эксплуатация, обслуживание по состоянию.

Abstract. This article examines ways to improve the operational efficiency of hydraulic equipment in port handling machines (PTM). A critical analysis of the shortcomings of the traditional system of scheduled preventive maintenance is provided, as applied to modern, heavy-duty hydraulic equipment. The feasibility of transitioning from routine maintenance to a condition-based technical operation system is substantiated. Modern diagnostic methods for hydraulic systems are described, and criteria for making informed decisions regarding repairs are proposed, ultimately leading to increased equipment utilization and a reduction in the total cost of ownership.

Keywords: hydraulic system, technical operation, condition-based maintenance.

Современные портовые перегрузочные комплексы невозможно представить без высокопроизводительной техники: кранов RTG и RMG, ричстакеров, автоконтейнеровозов и специализированных трейлеров. Практически все значимые операции этих машин — подъем груза, изменение вылета стрелы, поворот платформы или наклон вил — приводятся в движение гидравликой. Гидравлическая система является своего рода «кровеносной системой»

машины, и от её технического состояния напрямую зависят не только производительность и точность позиционирования, но и безопасность ведения портовых работ [1]. Выход из строя гидрооборудования в разгар стивидорных работ оборачивается дорогостоящими простоями судов и технологическими потерями [2].

Действующая на многих предприятиях система ТОиР до сих пор базируется на жестком регламенте, где все операции привязаны к наработке в моточасах. Однако практика показывает, что такой подход не учитывает индивидуальные условия эксплуатации каждой конкретной машины: реальные ударные нагрузки при перевалке тяжеловесов, запыленность атмосферы, квалификацию машиниста или даже климатические колебания [2, 4]. В итоге мы сталкиваемся с дилеммой: либо производим избыточные замены еще работоспособных компонентов, либо пропускаем зарождающийся дефект, который в самый неподходящий момент перерастает в серьезный отказ. Цель данной работы — показать пути совершенствования эксплуатации гидравлики портовой техники через внедрение диагностических комплексов и переход на обслуживание по фактическому техническому состоянию.

Опыт эксплуатации портовой техники позволяет выделить несколько основных причин, приводящих к отказам гидросистем. На первое место выходит загрязнение рабочей жидкости. Попадание абразивных частиц, воды или продуктов старения масла провоцирует ускоренный износ прецизионных пар насосов, гидромоторов и распределителей. По статистике, именно загрязнение становится причиной подавляющего большинства отказов [1, 2]. Известно, что даже незначительное превышение допустимого класса чистоты масла по ISO способно сократить ресурс аксиально-поршневого насоса вдвое [2].

Не менее остро стоит проблема герметичности. Внешние утечки не только влекут за собой экологические риски и потери дорогостоящего масла, но и сигнализируют о скорых проблемах [2]. Гораздо опаснее внутренние перетечки, когда масло перепускается внутри изношенного гидрораспределителя или гидромотора. Это приводит к падению объемного КПД, из-за чего падает скорость рабочих движений, а машина не может развить номинальное усилие при подъеме груза [4]. Критически важным фактором является и температурный режим. Работа на непрогретой жидкости или, наоборот, систематический перегрев из-за забитого теплообменника меняют вязкость масла и разрушают уплотнения, приближая дорогостоящий ремонт [1].

Традиционный подход, предписывающий менять фильтры и масло строго по наработке, не учитывает пиковые нагрузки на машину в период навигации

или работу в условиях повышенной запыленности (например, при перевалке угля или руды). Следовательно, он не может гарантировать защиту от преждевременного износа, так как ориентируется на усредненные, а не на реальные условия [3].

Альтернативой устаревшей регламентной системе является переход на обслуживание и ремонт по фактическому состоянию. Суть этого подхода заключается в том, что решение о выводе машины в ремонт или замене узла принимается исключительно на основе объективных данных, полученных в ходе мониторинга и диагностики [3, 4]. Для гидравлических систем это означает смену самой философии обслуживания: вместо замены масла по календарю мы переходим к замене по результатам лабораторного анализа пробы, а вместо плановой дефектовки гидромотора — к оценке его состояния по параметрам вибрации, давлению и температуре.

Такой подход дает портовому хозяйству ряд важных преимуществ. Во-первых, ресурс узлов используется максимально, мы не выбрасываем детали, которые могли бы проработать еще не одну сотню часов. Во-вторых, резко сокращается количество внезапных отказов, так как развивающийся дефект выявляется на ранней стадии. В-третьих, оптимизируется складской запас — на складе хранятся не все запчасти «на всякий случай», а только те, которые действительно скоро потребуются. И наконец, появляется возможность планировать ремонты на периоды наименьшей загрузки порта, не срывая обработку судов [1].

Чтобы система обслуживания по состоянию заработала эффективно, необходимо выстроить четкую иерархию диагностических мероприятий.

Первый, базовый уровень — это экспресс-диагностика, выполняемая оператором и сменным механиком. Современные портовые машины оснащены датчиками давления, температуры и уровня масла. Задача персонала — не просто фиксировать показания, а вовремя замечать тревожные сигналы: аномальный шум работающего насоса, падение давления в пилотной линии управления или перегрев гидробака выше допустимых значений [4]. Своевременное информирование службы главного механика — залог быстрого и дешевого устранения неисправности.

Второй, гораздо более глубокий уровень — это периодический углубленный контроль, или трибодиагностика [4]. Регулярный отбор проб масла из гидробака работающей машины и последующий спектральный анализ в лаборатории — это «взгляд» внутрь механизмов. По изменению вязкости, кислотного числа, а главное — по концентрации и элементному составу продуктов износа можно точно определить, что происходит внутри. Появление в пробе частиц железа укажет на износ насоса, хрома — на износ плунжерных пар, а кремния — на то, что в систему попадает пыль из-за

неисправного сапуна [4]. Анализируя тренды роста концентрации этих частиц, мы можем спрогнозировать остаточный ресурс узла за несколько сотен моточасов до отказа [4].

Наконец, третий уровень — функциональное диагностирование [4]. Оно подразумевает периодическое подключение переносных гидротестеров для снятия реальных характеристик насосов и гидромоторов под нагрузкой. Измерение объемного КПД является объективным и бесспорным критерием для вывода агрегата в ремонт. Если КПД насоса упал ниже установленного предела (обычно 75-80%), это говорит о критическом износе и необходимости вмешательства, вне зависимости от того, сколько моточасов числится в формуляре [1, 4].

Внедрение системы требует не только закупки диагностического оборудования, но и изменения регламентной документации, а также менталитета ремонтной службы. Прежде всего, для каждой единицы техники необходимо установить четкие критерии предельного состояния [3]. Это могут быть пороговые значения давления срабатывания клапанов, время выполнения контрольной операции (например, подъема стрелы), или предельный класс чистоты масла [4].

Далее, на основе этих критериев строится не жесткий календарный график, а гибкий план ремонтов, основанный на трендах. Если анализ показывает устойчивый рост содержания железа в масле, мы назначаем углубленную диагностику главного насоса, не дожидаясь плановой остановки [4]. Ремонт в этом случае проводится только при подтверждении дефекта. Часто выясняется, что насос еще полностью работоспособен и требует лишь замены уплотнений или промывки, что обходится в разы дешевле, чем покупка нового агрегата.

Совершенствование технической эксплуатации гидравлических систем портового перегрузочного оборудования — это объективная необходимость, продиктованная временем. Переход от жесткого регламента к обслуживанию по фактическому состоянию позволяет использовать современные методы диагностики, перейти от стратегии «ремонта по отказу» или избыточной «превентивной замены» к научно обоснованному управлению ресурсом. Внедрение описанных подходов напрямую влияет на экономику порта: повышается коэффициент технического использования (КТИ) дорогостоящей техники, снижаются риски внеплановых простоев в период максимальных нагрузок и сокращаются эксплуатационные затраты [1, 2]. Все это в конечном счете делает портовый терминал более конкурентоспособным и надежным звеном в глобальной логистической цепи.

Список литературы

1. Васильченко, В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: справочник / В.А. Васильченко. — Москва : Машиностроение, 2019. — 448 с. — Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 20765-2023. Системы технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. — Москва: Стандартиформ, 2023.
3. Методы технической диагностики гидроприводов: Методические указания / Под редакцией И.В. Леонова. — Санкт-Петербург.: Издательство ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2021. — 84 с. — Текст: непосредственный.
4. Сырицын, Т.А. Надежность гидро - и пневмопривода / Т.А. Сырицын. — Москва : Машиностроение, 2017. — 256 с. — Текст: непосредственный.