

УДК 62-82:625.74

О.А. Пономарева, А.А. Грац, В.Д. Рогожин

(МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилёв, Беларусь)

Научный руководитель – И.В. Лесковец

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА МОБИЛЬНЫХ МАШИН, ОСНАЩЕННОГО ГИДРОДВИГАТЕЛЯМИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

В статье обоснована необходимость своевременного диагностирования гидропривода дорожных машин. В настоящее время поддержание работоспособности техники обеспечивается системой планово-предупредительного ремонта. Отмечается, что своевременная диагностика гидропривода обеспечивает поддержание работоспособности дорожных машин. Проанализированы различные методы диагностирования гидросистем машин. Предлагается метод построения пьезометрических кривых на различных участках гидравлических систем на основании уравнения Бернулли. Приведены результаты теоретических расчетов режимов работы гидравлических участков для различных подач гидравлических насосов.

Бесперебойное функционирование дорожной инфраструктуры напрямую зависит от исправности специальной техники, обеспечивающей содержание дорог в рабочем состоянии круглый год. Этот парк машин, основу которого составляют тракторы и автомобили, включает в себя широкий спектр специализированного оборудования: снегоочистители, предназначенные для уборки дорожных покрытий в зимнее время, уборочные машины для очистки дорог от мусора, а также поливомоечные машины для поддержания чистоты и предотвращения образования пыли в летний период. Характерной особенностью этой техники является использование гидропривода для приведения в действие рабочего оборудования. Гидропривод, ввиду своей эффективности и надежности, обеспечивает плавность и точность работы механизмов, что особенно важно при содержании дорог. Эксплуатация таких машин осуществляется как в летний, так и в зимний период, что предъявляет высокие требования к их надежности и безотказности. Задержки в работе, вызванные поломками техники, могут иметь серьезные последствия, включающие

безопасность дорожного движения. Поэтому бесперебойная работа дорожной техники является критически важным фактором.

Для обеспечения бесперебойной работы и предотвращения внезапной потери работоспособности, применяется система планово-предупредительного ремонта (ППР) [1]. Эта система является неотъемлемой частью эффективного управления техническим состоянием всего парка машин. ППР представляет собой комплекс мероприятий, направленных на своевременное выявление и устранение потенциальных неисправностей. Система включает в себя несколько уровней плановых технических обслуживаний (ТО), каждое из которых имеет свою периодичность и объем работ. Это позволяет обнаружить и устранить неисправности на ранних стадиях, предотвращая выход из строя техники в неподходящий момент. Вместе с плановыми техническими обслуживаниями предусматривается регулярное диагностирование узлов и механизмов, включая сложные системы гидропривода.

Современный гидропривод дорожной техники представляет собой высокотехнологичную и автоматизированную систему, требующую высококвалифицированного персонала и специализированного оборудования для обслуживания и диагностики. Диагностика гидропривода – задача достаточно сложная, требующая применения современных методов и технологий. Она направлена не только на обнаружение уже имеющихся неисправностей, но и на прогнозирование потенциальных отказов в будущем [2]. Это позволяет планировать ремонтные работы заранее, минимизируя время простоя техники и обеспечивая непрерывность эксплуатации дорожного фонда. Задачей диагностики является не только поиск текущих неисправностей, но и оценка остаточного ресурса узлов и механизмов. Это позволяет определить оптимальный момент проведения плановых ремонтов, избегая как преждевременного, так и запоздалого вмешательства. Предсказание потенциальных отказов позволяет своевременно заказать необходимые запчасти и спланировать ремонтные работы, минимизируя потенциальные простои и максимизируя готовность техники к работе. Таким образом, система ППР, включая регулярные ТО и прогностическую диагностику, является ключевым фактором в обеспечении безотказной работы дорожной техники и, как следствие, безопасности и эффективности работы всего аэродрома. Современные методы диагностики, использующие компьютерное моделирование и аналитические программы, позволяют добиться максимальной точности в оценке технического состояния

оборудования и оптимизировать процессы его обслуживания и ремонта, снижая затраты и повышая надежность.

Внедрение современных информационных технологий в систему ППР позволяет значительно повысить ее эффективность. Создание цифровых баз данных, содержащих информацию о техническом состоянии каждой единицы техники, истории ее обслуживания и ремонта, позволяет анализировать закономерности возникновения неисправностей и оптимизировать графики ТО [3]. Использование мобильных приложений для фиксации результатов осмотров и диагностики позволяет оперативно передавать информацию техническим специалистам и принимать решения о необходимых ремонтных работах.

Таким образом, комплексный подход к организации системы ППР, включающий в себя современные методы диагностики, квалифицированный персонал, использование информационных технологий и эффективную организацию ремонтных работ, позволяет обеспечить бесперебойную работу дорожной техники и, как следствие, безопасность и эффективность функционирования всей дорожной инфраструктуры.

Современные методы диагностирования гидропривода включают в себя разные способы. От анализа качества рабочей жидкости [4], оценки режимов работы жидкости в разных участках гидропривода до создания сложных диагностических систем, основу которых составляют информационные технологии [3].

Важными показателями состояния гидравлических систем являются скоростной и пьезометрический напоры, возникающие на различных участках гидросистемы, в зависимости от его текущего режима работы. Эти показатели несут в себе информацию о состоянии гидросистемы и меняются в зависимости от технического состояния элементов гидропривода, температуры рабочей жидкости и внешней среды. Следует отметить, что режимы работы гидропривода, сопровождающиеся высоким давлением не всегда возможно создать во время технических обслуживаний и диагностических работ. Это связано с зависимостью давления от нагрузки на гидродвигателях, а высокие нагрузки возникают только на рабочих режимах.

Авторами, на основании теоретических способов вычисления значений давления жидкости на различных участках гидропривода, проанализированы режимы работы гидравлических участков типовых гидравлических схем дорожной щетки и автокрана. Фрагменты

гидравлических схем представлены на рисунках 1 и 2. Представленные фрагменты гидравлических схем содержат гидродвигатели вращательного действия (гидромоторы), гидронасосы, гидрораспределители и элементы гидравлического управления. В холостых режимах работы гидропривода, т.е. при отсутствии нагрузки на рабочих органах давление в гидроприводах определяется гидромоторами. Они развивают момент, который зависит от момента инерции вращающихся частей и частоты вращения гидромоторов. Таким образом, изменяя подачу жидкости с помощью изменения частоты вращения насосов можно создать различные режимы работы гидроприводов на разных участках гидросистем.

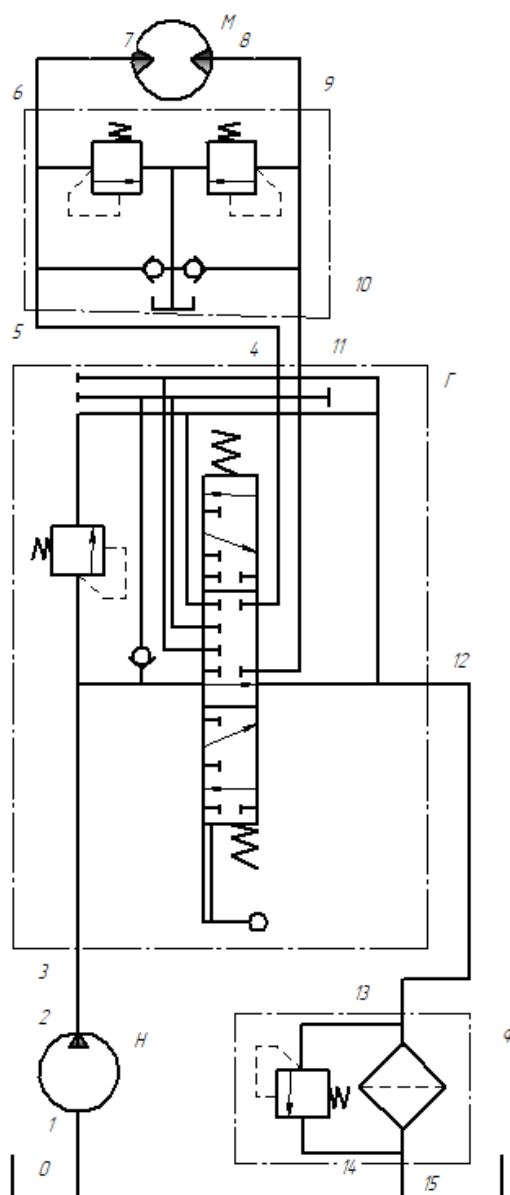
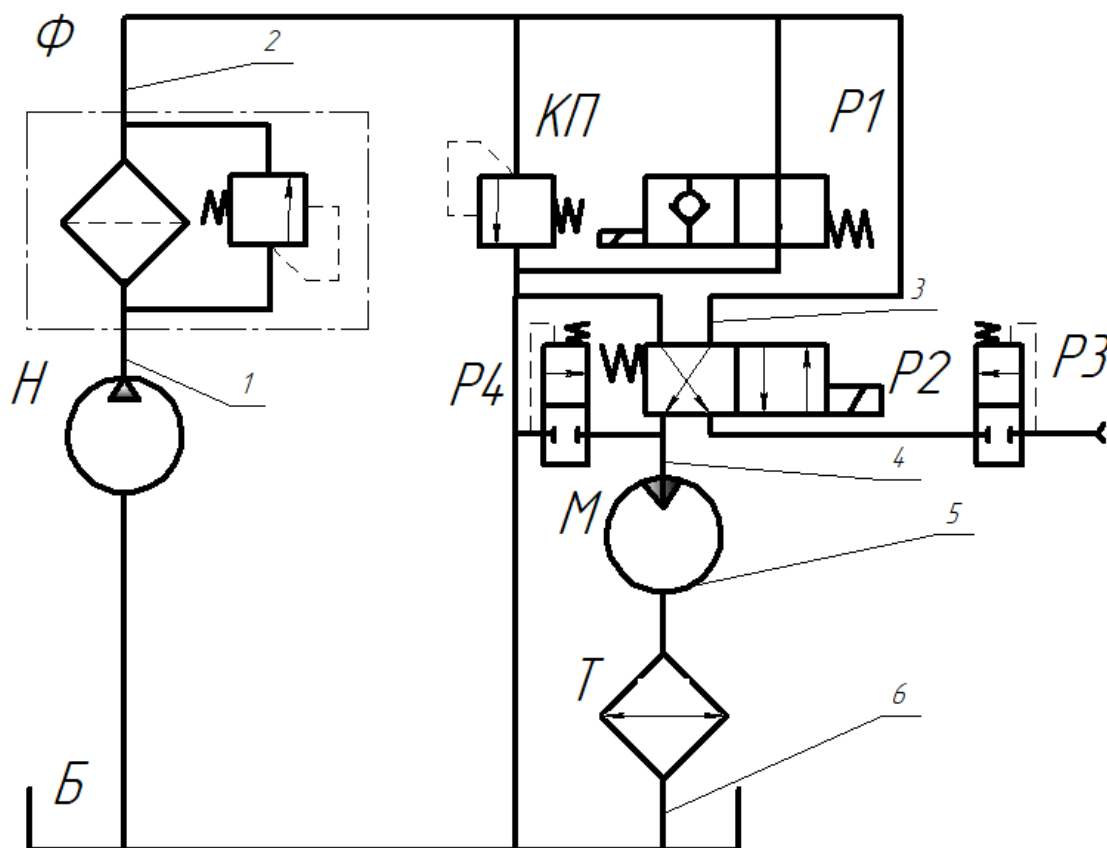


Рисунок 1 – Гидравлическая схема механизма поворота крана

На рисунке 1 представлены: Н – Насос шестеренный, рабочий объем 20 см³, Г – гидрораспределитель, М – гидромотор, рабочий объем 16 см³, Ф – фильтр, КП – блок клапанов для защиты от динамических и инерционных нагрузок.



Б – гидробак, Н – насос шестеренный, Ф – фильтр, КП – клапан предохранительный, Р1 – гидрораспределитель, Р2 – гидрораспределитель, Р3 – гидрораспределитель, Р4 – гидрораспределитель, М – гидромотор, Т – теплообменник

Рисунок 2 – Фрагмент гидравлической схемы машины уборочной аэродромной

На основании использования уравнения Бернулли авторами проанализированы режимы движения рабочей жидкости на различных участках гидропривода

$$z + \frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{v_{cp}^2}{2g} = \sum_i \left(z_i + \frac{P_i}{\rho g} + \alpha_i \frac{v_{cp,i}^2}{2g} + h \right), \quad (1)$$

где z, z_i – потери в местных сопротивлениях;

P – пьезометрический напор жидкости на участке;

ρ – плотность жидкости;

g – гравитационное ускорение;

α – коэффициент Корриолиса;

$v_{cp}, v_{cp,i}$ – средняя скорость жидкости на участке;

h – геометрический напор,

Анализ работы гидропривода при различных частотах вращения гидронасосов позволил установить схожие показатели для различных участков гидропривода. Пример диаграммы работы участков представлены на рисунке 3.

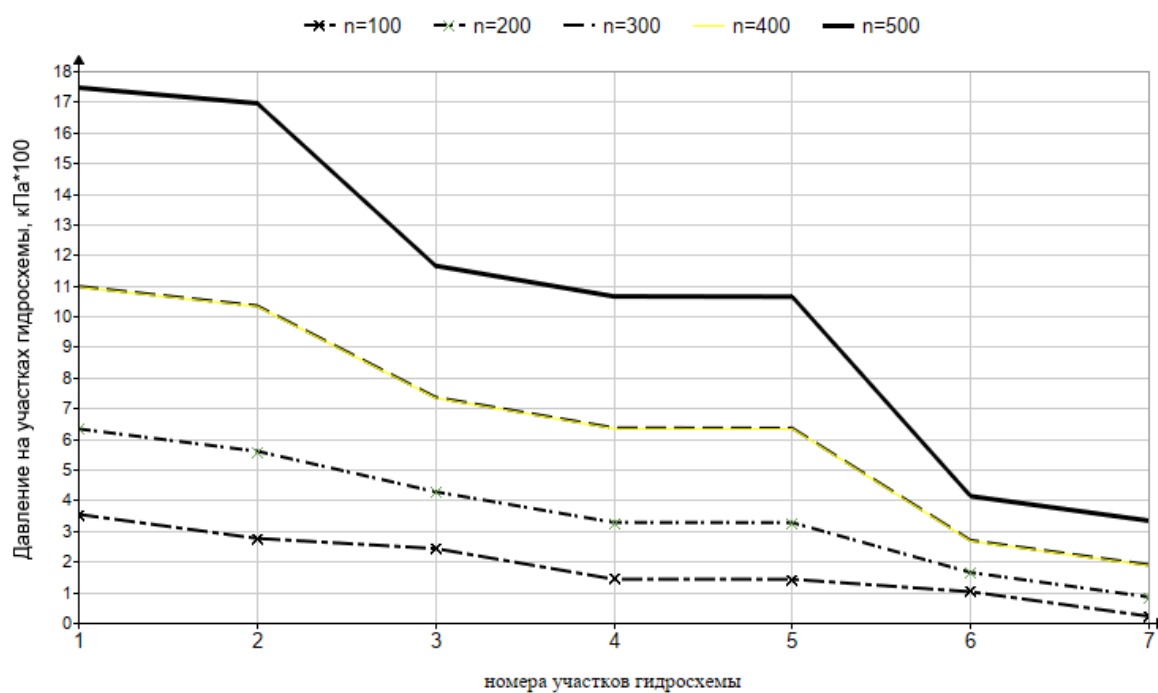


Рисунок 3 – Пример работы участков гидропривода

Представленные на рисунке 3 наборы графиков являются теоретической цифровой моделью конкретных участков гидросистемы. Изменения давлений на участках обусловлено режимами движения жидкости, трением жидкости в трубопроводах и местными сопротивлениями,

потерями давления в гидродвигателях и гидроаппаратах. Измерения давления на различных участках и его фиксация во время технических обслуживаний машины позволит накопить информацию об утечках и возможном увеличении давления, создать базу данных о текущем состоянии конкретных гидравлических аппаратов.

Сопоставление полученных результатов с теоретической кривой гидравлического уклона позволит определить возможное ухудшение технического состояния из-за естественного износа, загрязнения гидравлической жидкости, расслоения рукавов высокого давления. Наличие данной технической информации позволит эксплуатирующей сделать своевременные выводы о техническом состоянии техники и принять меры для своевременной замены гидравлической жидкости, фильтров или гидроаппаратов.

Список использованных источников:

1. Максименко, А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: Учеб. пособие. / А.Н. Максименко – СПб. БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
2. Повышение работоспособности гидропривода строительных и дорожных машин при внедрении агрегатного метода ремонта и диагностики / А. Н. Максименко [и др.] // Грузовик. – 2010. – № 4. – С. 5–11.
3. Зорин, В. А. Прогнозирование надежности дорожной и строительной техники с применением универсальных бортовых контроллеров / В. А. Зорин, А. А. Пегачков, Е. В. Рузанов // Техника и технология транспорта. – 2019. – № 4 (15). – С. 6.
4. Пираматов, У. А. Повышение эффективности существующих методов диагностирования гидропривода строительно-дорожных машин / У. А. Пираматов, К. Г. Пугин // Техника и технология транспорта. – 2019. – № S13. – С. 20.

The article substantiates the need for timely diagnosis of hydraulic drive of road vehicles. Currently, the maintenance of the equipment is provided by a system of scheduled preventive maintenance. It is noted that timely diagnostics of the hydraulic drive ensures the maintenance of road vehicles. Various methods of diagnosing hydraulic systems of machines are analyzed. A method

for constructing piezometric curves in various sections of hydraulic systems based on the Bernoulli equation is proposed. The results of theoretical calculations of the operating modes of hydraulic sections for various hydraulic pump feeds are presented..

Сведения об авторах:

Пономарева Ольга Александровна, МОУВО «Белорусско-Российский университет», автомеханический факультет, магистрант, специальность «Транспорт», 2 курс;

Грац Александр Андреевич, инженер, РУП «Национальный аэропорт Минск»;

Рогожин Владимир Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, инженерный факультет заочного образования, МОУВО «Белорусско-Российский университет».

Сведения о научном руководителе:

Лесковец Игорь Вадимович, МОУВО «Белорусско-Российский университет», заведующий кафедрой транспортных и технологических машин кандидат технических наук, доцент.