

УДК 62-93

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Ф.Ф. Зартдинов, аспирант  
тел. 89021220443, Zartdin1993@rambler.ru*

*Ф.Ф. Зартдинова, аспирант  
тел. 89084702064, faina-solnce@rambler.ru*

*А.Л. Хохлов, кандидат технических наук, доцент  
8 (8422) 55-95-13, chochlov.73@mail.ru*

*И.Р. Салахутдинов, кандидат технических наук, доцент  
8 (8422) 55-95-13, ilmas.73@mail.ru*

*А.А. Глуценко, кандидат технических наук, доцент  
8 (8422) 55-95-13, oildel@yandex.ru*

*ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

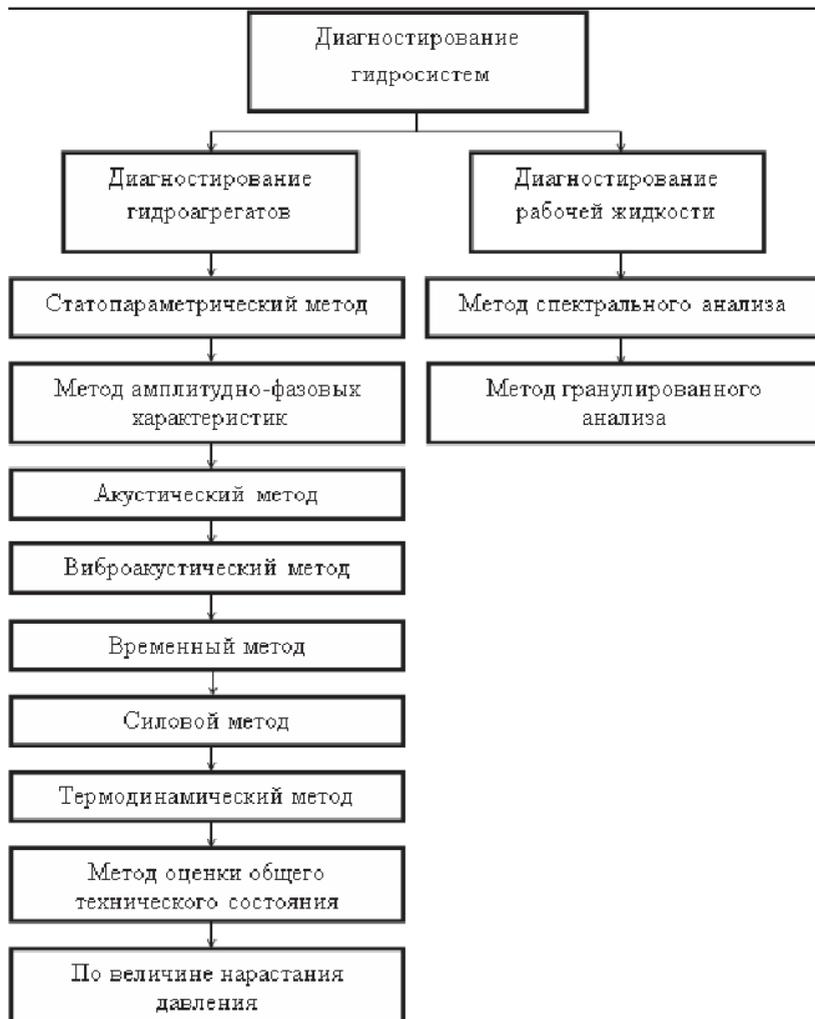
**Ключевые слова:** гидросистема, диагностирование, методы, техническое состояние машин.

В статье раскрываются классификация разработанных на сегодняшний день методов диагностирования гидросистем сельскохозяйственной техники для определения их технического состояния. Описанные методы позволяют диагностировать как агрегаты и детали гидравлической системы, так и рабочую жидкость гидравлической системы.

**Введение.** Сфера использования гидросистем чрезвычайно велика и постоянно расширяется. Гидросистемы применяют в различных отраслях для передачи энергии рабочим органам, в качестве исполнительных систем управления машинами и технологическим оборудованием и как самостоятельную следящую систему.

Диагностика является составной частью планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта и производится с целью оценки и прогнозирования технического состояния машин (оборудования), узлов и агрегатов.

**Основная классификация методов диагностирования.** На сегодняшний момент разработаны несколько методов диагностирования гидросистем [1] (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Схема классификации методов диагностирования гидросистем**

Для предупреждения и устранения неисправностей нужно проводить своевременную диагностику гидроприводов. Существует множество методов диагностики при определении неисправности механизмов.

1) *Стадопараметрический метод* основан на измерении параметров установившегося задросселированного потока рабочей жидкости (давления или расхода). Этот метод получил широкое применение для диагностирования сельскохозяйственных машин как в России, так и за рубежом. Метод может быть использован для оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса всех сборочных единиц гидросистемы. Номенклатура диагностических параметров, определяемых при реализации этого метода, совпадает в основном с номенклатурой параметров, установленных стандартами на правила приемки и методы испытаний составных частей гидроприводов (ГОСТ 14658-86, ГОСТ 18464-96, ГОСТ 20245-74).

К недостаткам метода относится трудоемкость, обусловленная необходимостью разъединения трубопроводов и рукавов в гидросистеме для установки датчиков непосредственно к каждой диагностируемой сборочной единице, а также необходимость применения целой гаммы датчиков для разных типоразмеров сборочных единиц гидроприводов.

2) *Метод амплитудно-фазовых характеристик* имеет и другое название – метод пульсации давления. Он основан на том факте, что между диагностическим параметром (импульсом нарастания давления) и подачей насоса (объёмным КПД) при постоянном режиме диагностирования существует определённая зависимость. В общем случае интенсивность изменения давления определяется измерением величины и времени нарастания давления.

Амплитуда импульса и продолжительность нарастания давления измеряются следующим образом. Гидропривод выводится на определённый режим работы, необходимо задать частоту вращения вала насоса, вязкость рабочей жидкости и давление нагружения. Затем с помощью нагружателя резко повышается рабочее давление в напорной гидролинии до определённого значения и измеряется время нарастания давления от исходного значения давления до установившегося. Для снижения погрешности время, затрачиваемое на изменение проходного сечения дросселя, должно быть строго постоянным.

3) *Акустический метод* применяется для диагностирования внутренней негерметичности гидроагрегатов. Измерения проводятся с помощью высокочувствительных микрофонов, которые в ультразвуковом диапазоне регистрируют шумы рабочей жидкости, протекающей через повреждённые уплотнения. Предварительная тарировка позволяет определить утечки в гидроуплотнителях, клапанах и других элементах гидросхемы. Необходимость тарировки и наличие помех от соседних агрегатов окупаются высокой скоростью этого метода диагностики.

4) *Виброакустический метод* диагностирования основывается на измерении вибраций объектов диагностирования. В отличие от акустического метода приборы регистрируют шумы не в ультразвуковом, а в более высоком диапазоне – от 500 до 1000 Гц. Виброакустический метод применяют в основном для механизмов с выраженным повторяющимся (циклическим) режимом работы, например, для гидронасосов. Его основное достоинство – это возможность получения информации о работе любого элемента гидропривода, без необходимости его отключения от работы и разборки. Приближенную оценку состояния системы можно проводить по замеренным в ее отдельных точках общим уровням вибраций в долях ускорения силы тяжести  $g$  ( $9,81 \text{ м/с}^2$ ) или в децибелах (дБ)[2].

5) *Временный метод*, основанный на *определении времени* выполнения рабочих операций исполнительными органами диагностической системы (полный ход поршня силового цилиндра) с грузом и без груза. Он, как и другие методы, отличается сравнительно низкой точностью замера и значительной трудоемкостью подготовительных работ, связанных с установкой и настройкой датчиков фиксации хода штока поршня.

6) *Силовой метод* основан на определении усилия, создаваемого исполнительным механизмом. Проводя диагностику этим методом, невозможно получить данные об отдельных механизмах гидропривода или объеме утечек. Проводится оценка только лишь общего состояния привода. Поэтому этот метод схож с кинетическим. Невысокая точность – главный недостаток силового метода. Преимуществом метода является возможность проведения испытаний без специального оборудования. В некоторых случаях можно ограничиться визуальным осмотром заготовки после воздействия на неё рабочего механизма, чтобы понять, что давления в гидросистеме недостаточно для работы оборудования.

7) *Термодинамический метод* диагностирования. Он основан на законе сохранения и превращения энергии, согласно которому вся подводимая к гидравлическому агрегату механическая энергия преобразуется в энергию потока жидкости - тепловую, виброакустическую, электромагнитную и т.д. Суть методов состоит в измерении температуры рабочей жидкости на входе и выходе насоса или другого элемента гидросистемы. Наличие неисправностей приводит к увеличению температуры. Но с течением времени это увеличение прекращается. Большой диагностической ценностью, чем прирост температуры во времени, обладает такой параметр, как скорость изменения прироста температуры.

Основой термодинамических методов является температурные измерения, точность которых должна быть высокой. Термопреобразователи выби-

раются с высоким уровнем выходного сигнала, малой инертностью, малыми габаритами, нечувствительными к вибрациям, ударам, электромагнитным полям. В СибАДИ разработан переносной прибор, реализующий данный метод. Измерение температуры производится с точностью 0,1 С°, далее рассчитывается полный к.п.д. с целью определения предельного состояния.

8) *Метод оценки общего технического состояния* заключается в том, что значение диагностического параметра (расхода воздуха в горловине гидробака диагностируемой системы) измеряется при движении исполнительного органа нагруженной и не нагруженной системы. При этом определяется условный объемный коэффициент, сравнивается с техническими условиями и оценивается техническое состояние гидравлической навесной системы. Метод реализован в приборе, позволяющем определить расход воздуха.

9) Техническое состояние гидравлической системы можно выявить по величине нарастания давления. В этом случае выявляется взаимосвязь между диагностическим сигналом (давление, развиваемое насосом, и импульс нарастания давления) и производительностью насоса (объемный к.п.д.). Чем больше изношен насос, тем быстрее снижается его производительность с ростом давления. В зависимости от производительности изменяется величина и время нарастания давления. Для измерения давления используется тензометрическая аппаратура с индуктивными датчиками.

Одним из перспективных направлений в диагностировании гидросистем является оценка их технического состояния по состоянию рабочей жидкости. Кроме контроля температуры рабочей жидкости как диагностического параметра гидросистемы получают развитие методы диагностирования, основанные на анализе загрязненности жидкости: по ее качественному и количественному составу.

10) *Метод спектрального анализа*, который позволяет определить химический состав элементов загрязнений и процентное их содержание. Предельно допустимые уровни концентрации продуктов и примесей, сравниваемые с полученными, дают возможность прогнозировать остаточный ресурс.

11) *Метод гранулированного анализа* загрязнений рабочей жидкости по изменению содержания количества частиц загрязнений в рабочей жидкости на входе и выходе. Гранулированный анализ позволяет определить места более интенсивного изнашивания [3].

**Заключение.** Сравнительный анализ методов диагностики гидросистем показал, что использование статопараметрического метода является наиболее приемлемым для проведения исследования по опре-

делению технического состояния гидросистемы при работе на рыжиково-масляной смеси. Преимуществом данного метода является то, что он позволяет провести не только диагностику гидроаппарата, но и его обкатку. А высокая точность данного метода является его явным преимуществом. Применяемость для всех гидроагрегатов позволит беспрятственно провести диагностирование исследуемых агрегатов и выявить неисправности гидросистемы [4].

### *Библиографический список*

1. Диагностики технического состояния машин: практикум для студентов специальности 1-37 01 03 «Тракторостроение»/ В.П. Бойков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2012. – 116 с.
2. Чиликин, А.А. Сравнительный анализ современных методов диагностики состояния гидравлических систем /А.А Чиликин, Н.Н Трушин.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014.– №3. – С. 117-127.
3. Ефимов, В.В. Обеспечение эксплуатационной надежности гидросистем сельскохозяйственной техники при альтернативном использовании рапсового масла в качестве рабочей жидкости / В.В. Ефимов// Дис... канд. тех. наук. - Самара, 2000. – 174 с.
4. Зартдинов, Ф.Ф. Установка для диагностирования гидросистем/ Ф.Ф. Зартдинов, Ф.Ф. Зартдинова, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко// Материалы всероссийской научно-практической конференции «Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы» октябрь 2015г г.Пенза.- С. 26-29

## **CLASSIFICATION OF METHODS OF DIAGNOSING OF HYDRAULIC SYSTEMS**

*Zartdinov F.F., Zartdinova F.F., Khokhlov A.L., Salakhutdinov I.R., Glushchenko A.A.*

**Keywords:** hydraulics, diagnostics, methods, technical condition of cars.

The article describes the classification developed to date methods of diagnosing of hydraulic systems of agricultural machinery to determine their technical condition. The described methods allow to diagnose both units and parts hydraulic system and the working fluid of the hydraulic system.