

$$\eta_z = \frac{Z_\phi}{Z_n},$$

где  $Z_n, Z_\phi$  – нормативная и фактическая удельная стоимость продукции в руб. на рубль основных фондов.

Коэффициент использования растениеводства определяют из уравнения:

$$\eta_{up} = \frac{U_\phi}{U_n},$$

где  $U_\phi, U_n$  – фактическая и нормативная урожайность культуры, ц.

Коэффициент совершенства обслуживания растениеводства будет равен:

$$\eta_{op} = \frac{C_{рф}}{C_{рн}},$$

где  $C_{рф}, C_{рн}$  – фактические и нормативные затраты на обслуживание растениеводства, руб/га.

Коэффициент использования животноводства определяется из уравнения:

$$\eta_{и.ж} = \frac{N_{н.ж}}{N_{о.ж}},$$

где  $N_{н.ж}$  – нормативное количество животных, голов;

$N_{о.ж}$  – общее количество животных, голов.

Коэффициент совершенства обслуживания животноводства определяется из уравнения:

$$\eta_{о.ж} = \frac{C_{жф}}{C_{жн}}.$$

где  $C_{жф}, C_{жн}$  – фактические и нормативные затраты в животноводстве на одну голову, руб/шт.

Оценочные показатели для инженера, агронома, биотехнолога сведены в таблицу 2.

Вывод: Из таблицы следует, что первые три показателя характеризуют специалиста, а другие показатели характеризуют эффективность его работы в производстве. Предлагаемая оценка работы специалистов является наиболее простой, объективной и доступной.

### Литература

1. Денисов В.Г. Человек и машина в системе управления. – М.: Знание, 1973 - 62 с.
2. Полканов И.П. Научные основы учета и оценки работы сельскохозяйственных предприятий. – Ульяновск. 1987 - 320 с.
3. Киртбая О.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1982 - 319 с.
4. Крылов А.А. Человек в автоматизированных системах управления. – Л.:ЛГУ, 1972 - 192 с.
5. Омаров А.М. Управление и человек. – М., 1989 – 80 с.

УДК 631.3

## ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В МАШИНЕ

*К.У.Сафаров, кандидат технических наук, Ульяновская ГСХА*

Каждый объект в машине находится в определенном состоянии:

- исправное и работоспособное;
- неисправное, но работоспособное;
- неисправное и неработоспособное.

Состояние объекта характеризуется соответствующими показателями. Таких показателей может быть множество. При выборе диагностических показателей необходимо исходить из принципа — выбор главного показателя, наиболее точно характеризующий его состояние. Для этого необходимо четко классифицировать объекты диагностирования, рисунок 1.

Опорные сопряжения можно называть подшипниковыми. Подшипниковые сопряжения могут быть скольжения и качения. В двигателях внутреннего сгорания самыми распространёнными являются подшипники скольжения. В трансмиссии и ходовой части машин в основном применяются под-

шипники качения. При разработке методов диагностирования подшипников скольжения возникают большие трудности. Особенно трудно диагностировать мобильные сопряжения (шатунные подшипники). Это связано с тем, что обе детали сопряжения находятся в пространственном движении.

Основными показателями диагностирования подшипников скольжения являются: геометрический размер и расход масла или его давление. Геометрический размер это объём, образуемый зазором. Общий вид подшипникового сопряжения показан на рис.2. Из этого рисунка видно, что геометрический размер сопряжения равен:

$$V = \pi \cdot d_n \cdot l \cdot S, \text{ см}^3$$

Данное уравнение показывает, что объём и зазор между собой взаимосвязаны. Если считать диаметр и длину постоянными, то данное уравнение будет иметь вид:

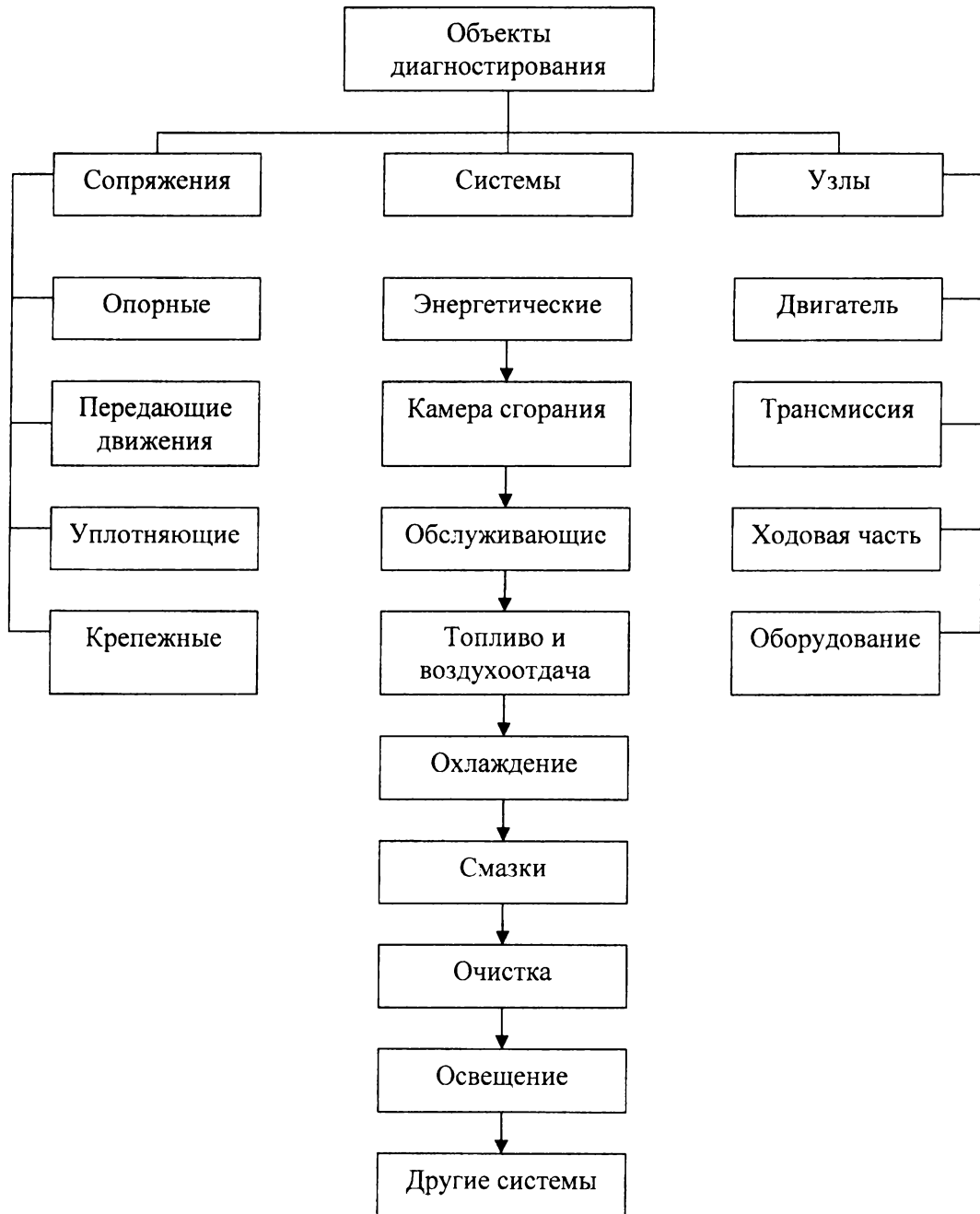


Рис.1. Классификация объектов диагностирования

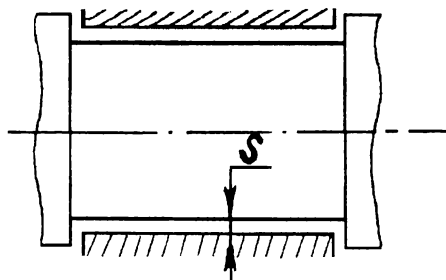


Рис.2. Общий вид подшипникового сопряжения

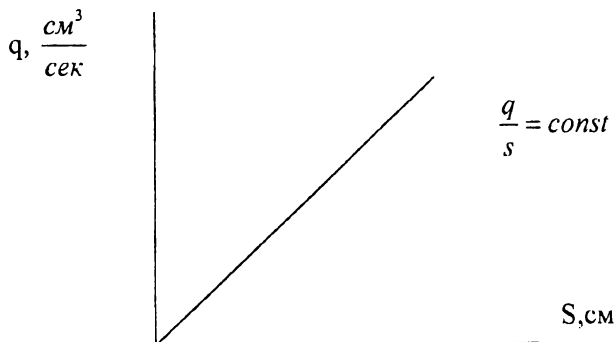


Рис.3. Взаимосвязь между расходом и зазором

$$V = A \cdot S, \text{ см}^3$$

Следовательно, между объёмом и зазором сопряжения имеется прямая связь. Отклонение от такой зависимости связано с изменением геометрических размеров сопряжения. Непосредственное измерение геометрических размеров без разборки не представляется возможным. Геометрические размеры обычно измеряются косвенным методом. Наиболее эффективным является показатель – расход масла и давление в системе.

Расход – это скорость прохождения объёма масла через подшипниковые сопряжения. Всякое подвижное сопряжение обслуживается системой смазки и охлаждения. Следовательно, расход масла через сопряжение зависит от геометрических размеров сопряжения и состояния обслуживающей системы. Расход материала через сопряжение можно определить из уравнения:

$$q = \pi \cdot d_g \cdot S \cdot V, \frac{\text{см}^3}{\text{сек}}$$

где  $V$  - скорость истечения материала через сопряжение, см/сек.

В общем виде взаимосвязь между расходом и геометрическим размером имеет вид:

$$\frac{q}{S} = A = \text{const} .$$

Увеличение зазора будет способствовать увеличению расхода жидкости через сопряжения. Давление взаимосвязано с расходом материала следующей зависимостью:

$$N = c \cdot p \cdot q,$$

где  $c$  - масштабный коэффициент;

$p$  - давление жидкости в сопряжении, кг/см<sup>2</sup>;

$N$  – мощность, кгм/сек.

Таким образом, между расходом и давлением имеется гиперболическая зависимость (рис.4). Эти показатели по своей значимости равноценные.

Из рассмотренного следует, что основными диагностическими показателями являются зазор и

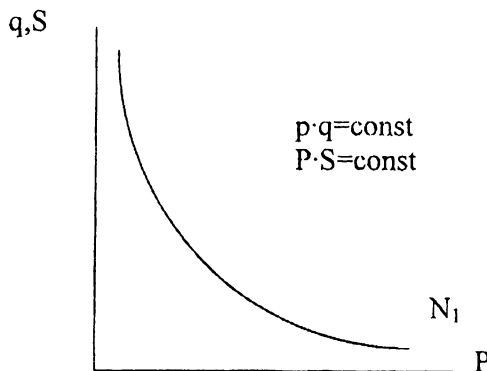


Рис.4. Взаимосвязь между расходом и давлением

расход масла или его давление.

В сопряжениях качения основным диагностическим показателем является зазор. В подшипниках качения других диагностических показателей нет. Это вытекает из принципа работы и смазки подшипников качения.

К передающим сопряжениям относятся зубчатые, цепные и ремённые передачи. Эти сопряжения служат для передачи движений с одного вала на другой. Изнашивание этих сопряжений приводит к изменению величины контакта и скольжения (удлинения) сопрягаемых деталей. Следовательно, в данных сопряжениях основным диагностическим показателем является зазор.

В зубчатом зацеплении зазор взаимосвязан с углом поворота шестерни следующей зависимостью:

$$\alpha = \frac{180 \cdot S}{\pi \cdot r}$$

или

$$\frac{\alpha}{S} = B = \text{const} ,$$

где  $S$  - зазор в зацеплении, мм;

$r$  - радиус, на котором измеряется зазор в зацеплении, мм.

Следовательно, между углом поворота шестерни и зазором в зубчатом зацеплении имеется прямолинейная зависимость.

В цепной передаче изнашивание сопряжений приводит к изменению шага звёздочки и цепи. В результате этого удлиняется цепь и наблюдается провисание обеих ветвей цепи. Исходя из принципа работы цепной передачи, основным диагностическим показателем является провисание цепи. Между провисанием и зазором существует связь. На рисунке 5 видно, что:

$$H = Z + S,$$

$$H^2 = Z^2 + h^2.$$

Решая эти уравнения относительно  $H$ , получим:

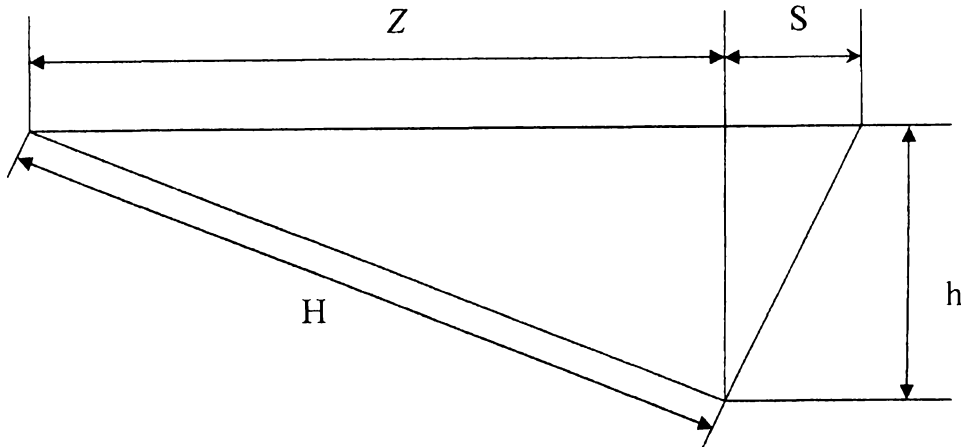


Рис.5. Схема положения цепи

$$Z + S = \sqrt{Z^2 + h^2}.$$

Возведя обе части уравнения в квадрат, будем иметь:

$$h^2 = 2ZS + S^2.$$

Исходя из конструкции цепной передачи  $S^2$  по сравнению с первым членом величина незначительная, которой можно пренебречь с целью упрощения выражения. Провисание взаимосвязано с зазором цепи следующей зависимостью:

$$\frac{h^2}{S} = 2Z = const.$$

где  $h$  – величина провисания цепи, мм;

$S = S_c \cdot n$  – суммарная величина зазоров (удлинение цепи), мм;

$S_c$  – зазор в одном сопряжении, мм;

$n$  – количество сопряжений в цепи (в соответствии со схемой);

$Z$  – расстояние между крайними опорами цепи, мм.

Сделанные допущения не оказывают существенного влияния на точность расчетов по полученному уравнению.

Данная зависимость справедлива и для ременной передачи.

**В крепёжных сопряжениях** основным диагностическим показателем является момент затягивания, определяемый из уравнения:

$$M_3 = P \cdot l, \text{ кгм},$$

где  $P$  – сила затягивания сопряжения, кг;

$l$  – плечо, на котором действует сила, м.

Для одинаковых конструкций машин необходимо иметь следующую зависимость:

$$\frac{M}{P} = l = const.$$

**Уплотняющее сопряжение** служит для защиты обслуживаемых сопряжений от загрязнения и смазки.

Для того чтобы в сопряжение не попадали загрязнители, необходимо всегда его содержать полностью заправленным. Уплотняющие сопряжения не должны допускать потерь смазки. Всё это определяется условиями работы обслуживаемого сопряжения. Состояние уплотняющего сопряжения необходимо определять по количеству масла и засорителя в масле.

**Система очистки** может быть двух видов: внешняя и внутренняя. Внешняя очистка предназначена для удаления загрязнителей с наружных поверхностей. Эта система действует на принципе смыва. Внутренняя очистка предназначена для удаления загрязнителей из сопряжений. Она действует на принципе фильтрации. Эти оба вида очистки имеют место в каждой машине. Основным показателем, характеризующим чистоту циркулирующего масла, является количество в нём засорителя. Чистота поверхности может быть определена по наличию в ней загрязнителя.

**Система смазки** предназначена:

- для обеспечения жидкостного трения;
- для удаления из сопряжения продуктов изнашивания;
- для отвода теплоты из сопряжения.

Выполняя эти функции, масло изнашивается (расходуется). В результате угара и утечек количество масла в системе уменьшается. Следовательно, состояние системы смазки можно характеризовать потерями масла. Из рассмотренного следует, что состояние системы смазки характеризуется:

- производительностью (расходом масла через сопряжение);
- чистотой (количеством примесей в масле);
- потерями (количеством заправляемого в систему масла).

**Система охлаждения** предназначена для обеспечения теплового режима сопряжений и горения. Охлаждение может быть водяное и воздушное. Наибольшее распространение получило водяное охлаждение. Состояние системы охлаждения характеризуется температурой двигателя и количеством солей в охлаждающей жидкости, характеризующих налп.

**Система освещения** предназначена для обеспечения видимости дороги. В связи с этим основным диагностическим показателем состояния системы освещения является освещённость.

Имеются две системы питания теплового двигателя: питание топливом и питание воздухом. Системы питания предназначены для своевременного обеспечения двигателя соответствующим количеством топлива и воздуха. Для этого в системе питания имеются механизмы управления подачей топлива (регулятор, карбюратор), а в системе питания воздухом имеется механизм управления подачей воздуха (механизм газораспределения). Исходя из работы системы питания, основными диагностическими показателями являются:

- 1) количество подаваемого материала;
- 2) своевременность подачи материала (фазовые показатели);
- 3) чистота подаваемого материала.

**Система зажигания** предназначена для своевременного воспламенения рабочей смеси. Для этого в системе зажигания имеется управление зажиганием

рабочей смеси. Состояние системы зажигания можно определить по величине искры и значению фазы подачи.

**Система управления** (гидросистема) служит для перемещения рабочих органов. Основным показателем, характеризующим состояние гидросистемы, является скорость перемещения рабочего органа (время подъёма или опускания).

**Состояние системы пуска** можно определить продолжительностью непрерывного действия (запуска).

В двигателе масло разжижается топливом. Вязкость является основным показателем, характеризующим состояние масла.

В двигателе происходит горение топлива. Явление горения всегда сопровождается выделением тепла и дыма. Чем ниже температура горения, тем больше выделяется дым. С другой стороны, чем выше температура горения, тем выше свечение. Отсюда следует, что состояние горения необходимо диагностировать по светоизлучению и своевременности горения (фазами освещённости).

#### Литература

1. Полканов И.П. Учёт и оценка работы сельскохозяйственных предприятий. - Ульяновск, 1978, 320 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве (под ред. В.И. Черноиванова). - М., 2003, 987 с.
3. Черноиванов В.И., Черепанов С.С., Михлин В.М., Халфин М.А., Северный А.Э. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин. - М.: ГОСНИТИ, 1996.