

нями. Работая распространёнными агрегатами мы экономим на запчастях ведь специальные запчасти по увеличенной стоимости, а также не всегда есть на рынке и приходится ждать чтобы продолжать работу.

Закапыватель камней StoneBurier является идеальной машиной для подготовки ровного посевного места при любом типе почвы, в том числе в случае тяжелой естественной и плотной глинистой почвы, при наличии камней или уплотненных слоев. Закапыватель камней StoneBurier позволяет закапывать камни, траву и другие материалы глубоко в почву, оставляя на поверхности отлично обработанную почву [2].

Культиватор IRIS камнезакапыватель предназначена для небольших фермерских хозяйств, идеально подходит для земель с наличием остатков растений и небольших камней, а также для подготовки посевного ложа на ранее обработанной земле [3].

Мы не отказываемся от традиционного сбора камнесборочными машинами, которое рекомендуется проводить осенью, после сбора урожая, в середине лета (на паровых полях и пастбищах) и частично ранней весной.

В завершение можно отметить, что в арсенале современных средств механизации существует довольно много способов, которые позволят сельскохозяйственным предприятиям решить непростую задачу производства зерновых культур на почвах, засоренных камнями.

### **Список использованной литературы**

1. Урожай без камней / Н.Г. Бакач, А.Н. Басаревский, С.С. Кострома – Минск: Белорусское сельское хозяйство №4 (132) – 2013.
2. Закапыватель камней с гидравлическим регулятором Stone Burier Rotary Tiller [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agriexpo.ru/prod/toscano-agricultural-achinery/product-188600-130525.html> – Дата доступа: 22.03.2021.
3. Культиватор IRIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://valentini-group.ru/kultivator-iris.html> – Дата доступа: 22.03.2021.

УДК 621.43.001.4

### **МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АГРЕГАТОВ ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

П.С. Хмельницкий – 76м, 3 курс, АМФ

М.В. Шишкин – 10мпт, 3 курс, АМФ

Научный руководитель: ст. преподаватель Д.И. Сушко

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Оценить техническое состояние основных агрегатов гидропривода мобильных энергосредств возможно по полному КПД.

Объемные энергетические потери, как показывают практический опыт и результаты многочисленных исследований, являются основным критерием отказа насосов, моторов, распределителей, клапанов, а зачастую и цилиндров.

Поэтому объемный КПД принят повсеместно в качестве основного диагностического параметра [2, 3].

$$\eta_o = \frac{Q_T - q_{ут}}{Q_T} = 1 - \frac{q_{ут}}{V_o n_n} \quad (1)$$

где  $Q_T$  – теоретическая производительность насоса;

$$Q_m = V_o \cdot n_n, \quad (2)$$

где  $V_o$  – рабочий объем насоса (мотора);  $n_n$  – частота вращения вала насоса (мотора);  $q_{ут}$  – утечки жидкости в насосе (моторе).

При оценке технического состояния насоса (мотора) его нагружают до номинальных параметров ( $n=n_n=const$ ,  $V_o=V_{o\max}=const$ ).

В связи с этим разработка стенда и метода оценки технического состояния агрегатов гидравлического привода мобильных энергетических средств для повышения функциональной надежности и эффективности технического обслуживания, предупреждения отказов при эксплуатации гидропривода и обеспечения прогнозирования остаточного ресурса агрегатов на задаваемых интервалах наработки остается актуальным вопросом.

Суть метода состоит в том, что в проверяемом гидроагрегате с помощью насоса с электроприводом создается давление номинального значения, и рабочая жидкость при этом давлении запирается в системе гидроаккумулятора, путем прекращения подачи жидкости в проверяемый агрегат посредством гидрораспределителя. Оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса гидронасоса (гидромотора) проводится по объемному КПД, который определяется по скорости падения давления за единицу времени рабочей жидкости, запертой в гидросистеме через дренажное отверстие. Отсюда следует вывод, что утечки жидкости в диагностируемом насосе (моторе) равны изменению объема газа гидроаккумулятора  $\Delta V$ .

$$q_{ут} = \Delta V, \quad (3)$$

где  $\Delta V$  – изменение объема газа гидроаккумулятора.

Применяемые для измерения изменения объема газа гидроаккумулятора  $\Delta V$  уравнения зависят от влияния времени на процесс зарядки или разрядки. В качестве практического правила для применения соответствующего уравнения может послужить следующее ограничение: продолжительность цикла < 1-й минуты – изменение без теплообмена; продолжительность цикла > 3-х минут – изотермическое изменение; продолжительность цикла между 1-й и 3-й минутами – политропное изменение состояния.

Универсальная зависимость для нахождения изменения объема газа гидроаккумулятора  $\Delta V$  запишется в следующем виде:

$$\Delta V = V_{0r} \left[ \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right], \quad (4)$$

где  $V_{0r}$  – эффективный объем газа при наддуве;  $P_0$  – давление наддува газовой камеры без нагружения давлением камеры с жидкостью;  $P_1$  – минимальное рабочее давление гидросистемы;  $P_2$  – номинальное рабочее давление гидросистемы;  $n$  – показатель политропы сжатия.  $n=1,0 \dots 1,4$ .

Приведенная зависимость (4) действует только при условии, что в наличии будет идеальная характеристика газа. Различные газы отклоняются от идеальных законов газовой динамики прежде всего при более высоких давлениях. Такие свойства обозначаются как "реальные" или "идеальные". Математическая взаимосвязь между параметрами состояния ( $p$ ,  $T$  и  $V$ ) для реальной характеристики газа может подаваться только в виде приближенного уравнения.

На основании этого вытекает, что объем при изотермическом изменении состояния составляет

$$V_{\text{реал}} = C_i \cdot V_{0r}, \quad (5)$$

где  $V_{\text{реал}}$  – «реальный» объем газа;  $C_i$  – коэффициент коррекции при изотермическом изменении.

При изменении состояния без изменения теплообмена

$$V_{\text{реал}} = C_a \cdot V_{0r}, \quad (6)$$

где  $C_a$  – коэффициент коррекции без изменения теплообмена.

Коэффициенты коррекции  $C_i$  и  $C_a$  в уравнениях (5) и (6) могут заимствоваться непосредственно из диаграмм (рисунки 1 и 2) в зависимости от отношения давлений  $P_2/P_1$  и максимального рабочего избыточного давления.

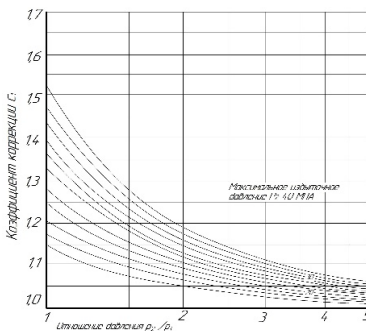


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента коррекции  $C_i$  от отношения давлений  $P_2/P_1$  для изотермического изменения состояния

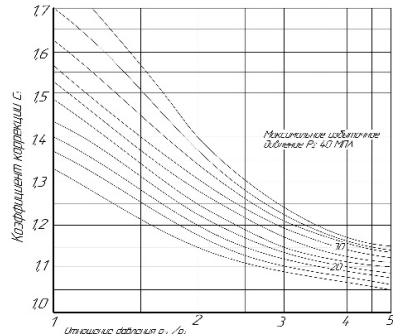


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента коррекции  $C_a$  от отношения давлений  $P_2/P_1$  для изменения состояния без изменения объема

Тогда зависимость (1) запишется в следующем виде:  
 – при изотермическом изменении состояния

$$\eta_o = 1 - \frac{C_i V_{0i} \left[ \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_n}, \quad (9)$$

– при изменении состояния без изменения теплообмена

$$\eta_o = 1 - \frac{C_a V_{0i} \left[ \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_n}. \quad (10)$$

Учитывая тот факт, что вал диагностируемого гидроагрегата гидравлически заторможен, то зависимости (7 и 8) следует уточнить для статического метода определения объемного КПД введя коэффициент, показывающий степень влияния частоты вращения вала гидроагрегата на внутренние перетечки:

– при изотермическом изменении состояния

$$\eta_o = 1 - \frac{a C_i V_{0i} \left[ \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_n}, \quad (11)$$

– при изменении состояния без изменения теплообмена

$$\eta_o = 1 - \frac{a C_a V_{0i} \left[ \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{V_o n_n}, \quad (12)$$

где  $a$  – коэффициент, показывающий степень влияния частоты вращения вала гидроагрегата на внутренние перетечки

$$a = \frac{q_{yt}^H}{q_{yt}^0}, \quad (13)$$

где  $q_{yt}^H$  – внутренние утечки жидкости в насосе (моторе) при номинальной частоте вращения, устанавливаемой стандартами и нормативами;  $q_{yt}^0$  – внутренние утечки жидкости в насосе (моторе) при гидравлически заторможенном вале.

Объемные энергетические потери, как показывают практический опыт и результаты многочисленных исследований, являются основным критерием отказа насосов, моторов, распределителей, клапанов, а зачастую и цилиндров. Поэтому объемный КПД принят повсеместно в качестве основного диагностического параметра.

Расход утечек в контурах гидропривода и гидроприводе в целом прямо пропорционален перепаду давления рабочей жидкости.

### **Список использованной литературы**

1. Сенин, А.П. Технология ремонта регулируемых аксиально-поршневых гидромашин восстановлением ресурсолимитирующих соединений: дис. канд. техн. наук. Саранск, ФГБОУВПО МГУ им. Н.П. Огарева, 2012. – 242 с.
2. Столяров, А.В. Повышение долговечности аксиально-поршневого гидронасоса с наклонным блоком восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дис. канд. техн. наук. Саранск, МГУ им. Н.П. Огарева, 2009. – 18 с.
3. Алексеенко, А.П. Совершенствование технологии диагностирования гидропривода одноковшовых строительных экскаваторов по объемному коэффициенту полезного действия: дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2001. – 180 с.
4. Жданко, Д.А. Оценка технического состояния агрегатов гидростатической трансмиссии по значению объемного КПД / Д.А. Жданко, Д.И. Сушко, И.В. Загородских // Агропанорама. – 2015. – №2. – С. 5–9.
5. Тимошенко, В.Я. Предремонтное диагностирование агрегатов гидростатической трансмиссии / В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко, А.В. Новиков, Д.И. Сушко, И.В. Загородских // Изобретатель. – 2014. – №3. – С. 42–44.

УДК 629.365:658.345

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКИХ ГРУЗОВ АВТОЦИСТЕРНАМИ**

Г.И. Кошля – аспирант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.Я. Тимошенко  
*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Немалая часть автоцистерн производится для нужд сельского хозяйства. Тут и перевозка молока, и перевозка химических удобрений и даже нефтепродуктов для сельскохозяйственной техники. Существуют специальные версии автоцистерн, оборудованные более мощным двигателем и более проходимыми колёсами. Всё это облегчает доставку грузов в отдалённые районы. Для повышения эффективности грузоперевозок иногда используют целую колонну автомобильных цистерн, которые в свою очередь оснащены дополнительными цистернами прицепами. Данная схема транспортировки намного выгоднее, чем, если бы одна или две машины доставляли груз в какой либо отдалённый район.

Транспортировку жидкостей, в частности, питьевой воды, молока, вина осуществляют с древних времен. Для этой цели ранее использовались бочки, которые устанавливали вертикально или горизонтально на конные повозки. Развитие промышленности, и специализация производства привели к необходимости транспортирования жидкостей на большие расстояния, что можно было осуществить только с использованием железнодорожного либо автомобильного транспорта. [1]