

Рылякин Евгений Геннадьевич,

кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

triplan1979@mail.ru



Костина Влада Игоревна,

студентка автомобильно-дорожного института ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

avto@pguas.ru

Экономическая эффективность системы терморегулирования гидропривода транспортно-технологических машин

Аннотация. В статье приводится методика определения затрат на изготовление системы регулирования температуры рабочей жидкости гидропривода транспортно-технологических машин оригинальной конструкции с учетом полученных результатов ее экспериментальных исследований. А также рассматривается экономическая эффективность проведенной модернизации гидропривода. Используемая методика подходит для расчета экономических параметров и других систем и агрегатов машин.

Ключевые слова: экономическая эффективность, транспортно-технологическая машина, гидропривод, затраты, комплексная экономия.

Раздел: (04) экономика.

На сегодняшний день гидрофицированные машины эксплуатируются в различных географических широтах с большим диапазоном температуры окружающего воздуха. Опыт эксплуатации машин показывает, что их надежность существенно зависит от климата. Это становится особенно заметным, если машина в целом или отдельные ее элементы работают в климате, на который они не рассчитаны.

Исследование надежности гидрофицированных машин различного назначения показывает, что на зимний период эксплуатации приходится 70–90% всех отказов и неисправностей гидрооборудования [1].

Основным фактором, ограничивающим долговечность гидропривода, является износ деталей. В связи с этим приобретает важное значение поиск новых эффективных путей сохранения потенциальных свойств конструкции в эксплуатационных условиях, где актуальным и эффективным является обеспечение рационального режима смазывания поверхностей трения деталей. При характерных для гидропривода мобильных машин неустойчивых нагрузочно-скоростных и температурных режимах работы важным параметром рационального режима смазывания является снижение скорости окисления масла и скорости поступления абразивных примесей, накопление которых связано с газообменом полости гидропривода, обусловленным изменением его температурного режима.

Одним из методов повышения износостойкости агрегатов гидропривода является улучшение режима их смазки путем применения рациональных температур гидравлических масел в условиях эксплуатации. Это связано с тем, что современные транспортно-технологические машины не имеют эффективных средств разогрева и поддержания температуры гидравлического масла в рациональных пределах, что сказывается в целом на работоспособности гидропривода, а известные конструкции систем терморегулирования в эксплуатационных условиях не полностью учитывают

особенности протекания процесса теплообмена между рабочей жидкостью с окружающей средой. Ввиду недостаточно изученного влияния температуры масла на процесс изменения работоспособности гидропривода, внедрение методов терморегулирования в реальные технологии и процессы представляет значительный теоретический и практический интерес.

На основании проведенных исследований установлено, что для повышения работоспособности гидропривода транспортно-технологических машин терморегулированием в условиях изменяющейся температуры окружающего воздуха можно рекомендовать использование системы регулирования температуры рабочей жидкости [2].

Применение предложенной системы обеспечивает уменьшение износа ресурсопределяющих сопряжений гидропривода в 1,47 раза (на 47%) и согласно проведенной аналитической оценке часовой расход топлива дизеля снизится на 2% [3].

Разработанная система регулирования температуры рекомендуется для раздельно-агрегатных гидросистем сельскохозяйственных, промышленных тракторов и дорожно-строительной техники, работающих в условиях изменяющихся температур окружающего воздуха. Она проста в изготовлении и обслуживании, приспособлена для переоборудования машин (модернизации), уже находящихся в эксплуатации [4].

Для оценки экономической эффективности от реализации практических мероприятий по поддержанию рационального температурного режима рабочей жидкости гидропривода в условиях эксплуатации техники ниже приведен расчет от повышения ресурса агрегатов гидропривода (на примере гидронасоса), обеспечиваемого за счет текущего совершенствования (модернизации) гидропривода машин при эксплуатации [5, 6] путем разработки системы ее терморегулирования. Техничко-экономические показатели вычислялись по общепринятой методике [7, 8].

Дополнительные затраты на модернизацию гидропривода определяются по формуле:

$$\Delta C = C_{\text{уд.}} - C_{\text{у.с.}} + C_{\text{монт}} + C_{\text{нал}} + H_{\text{оп}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{уд.}}$ – стоимость оборудования, дополнительно устанавливаемого на машину, руб.; $C_{\text{у.с.}}$ – стоимость снимаемых агрегатов, которые можно использовать на запчасти или продать, руб.; $C_{\text{монт}}$ – затраты на монтажные работы, руб.; $C_{\text{нал}}$ – затраты на наладку оборудования, руб.; $H_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы, связанные с модернизацией гидропривода, руб.

Стоимость оборудования $C_{\text{уд.}}$ определяется по формуле:

$$C_{\text{уд.}} = C_{\text{к.д.}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{н.д.}} + C_{\text{сб.к.}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{о.п.}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{к.д.}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, рам, каркасов, руб.; $C_{\text{о.д.}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.; $C_{\text{н.д.}}$ – цена покупных деталей, руб.; $C_{\text{сб.к.}}$ – полная заработная плата с начислениями на социальные нужды, производственных рабочих занятых на сборке конструкции, руб.; $C_{\text{в.м.}}$ – стоимость вспомогательных материалов (2–4% от основных), руб.; $C_{\text{о.п.}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

Затраты на изготовление корпусных деталей:

$$C_{\text{к.д.}} = C_{\text{м.к.}} + Z_{\text{п.к.}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{м.к.}}$ – стоимость материала, руб.; $Z_{\text{п.к.}}$ – оплата труда производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, руб.

$$C_{м.к.} = \Pi_{з.к.} \cdot Q_{к.д.}, \quad (4)$$

где $\Pi_{з.к.}$ – цена одного килограмма металла (готовых деталей), руб.; $Q_{к.д.}$ – масса заготовки, кг.

Оплата труда с отчислениями на социальные нужды производственных рабочих, занятых на изготовлении корпусных деталей:

$$З_{п.к.} = З_{о.к.} + З_{д.к.} + C_{соц.к.}, \quad (5)$$

где $З_{о.к.}$ – основная оплата труда рабочих, занятых на изготовлении корпуса, руб.; $З_{д.к.}$ – дополнительная оплата труда рабочих, занятых на изготовлении корпуса, руб.; $C_{соц.к.}$ – отчисления на социальные нужды, руб.

Основная оплата труда рабочих, занятых на изготовлении корпусных деталей:

$$З_{о.к.} = T_{изг.} \cdot C_ч, \quad (6)$$

где $T_{изг.}$ – средняя трудоемкость изготовления, чел.-ч; $C_ч$ – часовая тарифная ставка рабочего, исчисляемая по среднему разряду, руб.

Дополнительная оплата труда рабочих:

$$З_{д.к.} = (K_d - 1) \cdot З_{о.к.} \quad (7)$$

где K_d – коэффициент, учитывающий доплаты к основной оплате труда, $K_d = 1,125$.

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{соц.к.} = \frac{R_{соц.} \cdot (З_{о.к.} + З_{д.к.})}{100}, \quad (8)$$

где $R_{соц.}$ – процент отчислений на социальные нужды, %. Включает единый социальный налог и обязательное страхование от несчастных случаев.

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле:

$$C_{о.д.} = C_{м.о.} + З_{п.о.}, \quad (9)$$

где $C_{м.о.}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.; $З_{п.о.}$ – заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.

$$C_{м.о.} = \Pi_{з.о.} \cdot Q_{о.д.}, \quad (10)$$

где $Q_{о.д.}$ – масса заготовки оригинальной детали, кг; $\Pi_{з.о.}$ – цена килограмма заготовки для изготовления оригинальных деталей, руб./кг.

Оплата труда с отчислениями на социальные нужды производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей $З_{п.о.}$ и сборке конструкции $C_{сб.к.}$ определяется аналогично оплате труда, рабочих занятых на изготовлении корпусных деталей (формулы 5–8).

Стоимость вспомогательных материалов $C_{в.м.}$:

$$C_{в.м.} = \frac{p \cdot (C_{м.к.} + C_{м.о.} + C_{п.д.})}{100}, \quad (10)$$

где p – процент вспомогательных материалов от стоимости основных (корпусных, оригинальных и покупных деталей), $p=2\%$.

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции $C_{он.}$:

$$C_{он.} = \frac{З_{о.и.к.} \cdot R_{оп.}}{100}, \quad (11)$$

где $Z_{о.м.к}$ – основная оплата труда производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции (включая сборку), руб.; $R_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов.

Затраты на монтажные работы $C_{монт}$ определяются по формуле:

$$C_{монт} = 0,15 \cdot C_{у.д}, \quad (12)$$

Затраты на наладку оборудования $C_{нал}$:

$$C_{нал} = 0,1 \cdot C_{у.д}, \quad (13)$$

Общепроизводственные накладные расходы, связанные с модернизацией гидросистемы $H_{он}$ определяются по формуле:

$$H_{он} = 0,01 \cdot Z_n \cdot R_{он} \quad (14)$$

где Z_n – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в модернизации конструкции, руб.

$$Z_n = t_p \cdot C_q \cdot K_t \quad (15)$$

где t_p – трудоемкость модернизации конструкции; C_q – часовая тарифная ставка, руб.; K_t – коэффициент, учитывающий доплату за сверхурочные и другие работы, $K_t=1,1$.

Модернизация гидропривода транспортно-технологической машины на базе трактора Т-150К путем установки в нее системы терморегулирования рабочей жидкости позволит в условиях эксплуатации снизить износ поверхностей трения ресурсопределяющих сопряжений в 1,47 раза, что позволит увеличить ее ресурс на 47 % и повысить топливную экономичность дизеля на 2 %.

Комплексная годовая экономия от модернизации гидропривода определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_\Sigma = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2, \quad (16)$$

где \mathcal{E}_1 – экономия от увеличения ресурса гидропривода, руб.; \mathcal{E}_2 – экономия от снижения часового расхода топлива, руб.

Годовая экономия от модернизации гидропривода, связанная с увеличением ресурса ее гидроагрегатов в расчете на одну машину:

$$\mathcal{E}_1 = I_C - I_M, \quad (17)$$

где I_C , I_M – годовые издержки на проведение капитального ремонта привода, существующие и после модернизации соответственно, руб.

$$I_{с,м} = \frac{C_k \cdot t_r}{T_{к,м}}, \quad (18)$$

где C_k – стоимость капитального ремонта гидронасоса; t_r – среднегодовое количество часов работы гидропривода.

Согласно данным [9, 10] агрегаты гидросистемы работают под нагрузкой только до 65% времени работы машины, поэтому

$$T_r = 0,65 \cdot t_{год}, \quad (19)$$

где $t_{год}$ – среднегодовое количество часов работы трактора; T_C , T_M – наработка до капитального ремонта, существующая и после модернизации гидропривода соответственно, ч.

После модернизации гидропривода потребность в капитальном ремонте будет возникать через $T_M = 1,47 \cdot T_C$.

\mathcal{E}_2 определяется по формуле

$$\mathcal{E}_2 = 0,035 \cdot (G_q \cdot t_z \cdot C), \quad (20)$$

где G_q – часовой расход топлива; C – комплексная цена 1^{го} кг топлива.

Окупаемость дополнительных затрат на модернизацию гидропривода одной машины:

$$O_3 = \frac{\mathcal{E}_2}{\Delta C} \cdot 100\%, \quad (21)$$

Рассчитанная по предлагаемой методике экономическая эффективность модернизации гидропривода трактора Т-150К за счет применения разработанной системы терморегулирования подтвердила обоснованность выполненных работ.

Комплексная годовая экономия от увеличения ресурса гидропривода до капитального ремонта и увеличения топливной экономичности дизеля составила около 10000 руб. на один трактор. Окупаемость дополнительных затрат на модернизацию гидропривода трактора составляет порядка 40%.

Ссылки на источники

1. Rylyakin E. G., Kostina V. I. Research of hydrounits details wear resistance // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, no. 11. – P. 477-480. – <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5257>.
2. Рылякин Е. Г. Повышение работоспособности гидросистемы трактора терморегулированием рабочей жидкости: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2007. – 17 с.
3. Власов П. А., Рылякин Е. Г. Терморегулирование жидкости гидросистемы // Сельский механизатор. – 2007. – № 6. – С. 36.
4. Рылякин Е. Г., Курылев А. В. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 3(46). – С. 89–96.
5. Захаров Ю. А., Прохоров Д. Б. Обоснование актуальности совершенствования оборудования для замены рабочих жидкостей агрегатов мобильных машин // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 2. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/02/46682>.
6. Рылякин Е. Г., Костина В. И. Средства производства при эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов // Концепт. – 2015. – № 06 (июнь). – ART 15205. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/15205.htm>.
7. Волкова Н. А., Коновалов В. В., Спицын И. А., Иванов А. С. Экономическая оценка инженерных проектов (методика и примеры расчетов на ЭВМ): Учебное пособие, – Пенза, 2002. – 242 с.
8. Важенина Л. В. Методический подход к оценке эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – URL: <http://e-koncept.ru/2013/13221.htm>.
9. Дидур В. А., Ефремов В. Я. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. – Киев: Техника, 1986. – 128 с.
10. Захаров Ю. А., Спицын И. А., Мусатов Г. А. Повышение технологической надежности подготовки деталей мобильной техники к гальваническому осаждению цинковых покрытий // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 1, ч. 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2809.

Eugene Rylyakin,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the chair of Operation of Motor Transport, Penza State University of Architecture and Construction, Penza

triplan1979@mail.ru

Vlada Kostina,

Student, Automobile-Road Institute, Penza State University of Architecture and Construction, Penza

avto@pguas.ru

Economic efficiency of thermal regulation system in transport technological-machines hydraulic actuator

Abstract. The paper deals with the technique of production costs of temperature regulation system of transport technological-machines hydraulic actuator of original design taking into account the received results of its pilot

studies. Economic efficiency of carried-out modernization of a hydraulic actuator is considered. The used technique is either suitable for calculation of economic parameters of other systems and units of cars.

Keywords: economic efficiency, transport-technological machine, hydraulic actuator, expenses, complex economy.

References

1. Rylyakin E. G., Kostina V. I. *Research of hydrounits details wear resistance* // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, no. 11. – P. 477-480. – <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5257> (in English).
2. Ryljakina E. G. *Povyshenie rabotosposobnosti gidrosistemy traktora termoregulirovaniem rabochej zhidkosti*: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – Penza, 2007. – 17 p. (in Russian).
3. Vlasov P. A., Ryljakina E. G. *Termoregulirovanie zhidkosti gidrosistemy* // Sel'skij mehanizator. – 2007. – # 6. – P. 36 (in Russian).
4. Ryljakina E. G., Kurylev A. V. *Sistema regulirovaniya temperatury rabochej zhidkosti v gidroprivode transportno-tehnologicheskikh mashin* // Mir transporta i tehnologicheskikh mashin. – 2014. – # 3(46). – P. 89–96 (in Russian).
5. Zaharov Ju. A., Prohorov D. B. *Obosnovanie aktual'nosti sovershenstvovaniya oborudovaniya dlja zameny rabochnih zhidkostej agregatov mobil'nyh mashin* // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. – 2015. – # 2. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/02/46682> (in Russian).
6. Ryljakina E. G., Kostina V. I. *Sredstva proizvodstva pri jekspluatacii transportno-tehnologicheskikh mashin i kompleksov* // Koncept. – 2015. – # 06 (ijun'). – ART 15205. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/15205.htm> (in Russian).
7. Volkova N. A., Konovalov V. V., Spicyn I. A., Ivanov A. S. *Jekonomicheskaja ocenka inzhenernyh proektov (metodika i primery raschetov na JeVM)*: Uchebnoe posobie, – Penza, 2002. – 242 p. (in Russian).
8. Vazhenina L. V. *Metodicheskij podhod k ocenke jeffektivnosti ispol'zovanija jenergoresursov v magistral'nom transporte gaza* // Koncept. – 2013. – # 11 (nojabr'). – ART 13221. – URL: <http://e-koncept.ru/2013/13221.htm> (in Russian).
9. Didur V. A., Efremov V. Ja. *Diagnostika i obespechenie nadezhnosti gidroprivodov sel'skohozjajstvennyh mashin*. – Kiev: Tehnika, 1986. – 128 p. (in Russian).
10. Zaharov Ju. A., Spicyn I. A., Musatov G. A. *Povyshenie tehnologicheskoy nadezhnosti podgotovki detalej mobil'noj tehniki k gal'vanicheskomu osazhdeniju cinkovyh pokrytij* // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2015. – # 1, ch. 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2809 (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук,
 главным редактором журнала «Концепт»



www.e-koncept.ru

Поступила в редакцию <i>Received</i>	17.07.15	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	21.07.15
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	21.07.15	Опубликована <i>Published</i>	25.07.15

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2015

© Рылякин Е. Г., Костина В. И., 2015