

Лузан С.А.

Сидашенко А.И.

Харьковский национальный технический  
университет сельского хозяйства имени  
Петра Василенка  
E-mail: [khadi.luzan@gmail.com](mailto:khadi.luzan@gmail.com)

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ  
КОЛЕЦ ГИДПРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ КОРОБКИ  
ПЕРЕДАЧ ПУТЕМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО  
НАПЫЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ**

УДК 631.3.004.8:339.13

В статье приведены результаты экспериментальных исследований износостойкости уплотнительных колец с покрытием ПГ-10Н-01 в сравнении с серийными, изготовленными из специального чугуна. Результаты свидетельствуют о возможности повышения ресурса колец путем газотермического напыления износостойкого покрытия.

**Ключевые слова:** износостойкость, ресурс, уплотнительное кольцо, гидрораспределитель, коробка передач.

**Введение.** Практика эксплуатации машин и оборудования подтверждает, что наиболее распространенной причиной их выхода из строя, в 80 случаях из 100, является не поломка, а износ и повреждение рабочих поверхностей [1–5].

Развитие конструкций машин происходит при постоянном стремлении к увеличению их производительности, что почти всегда сопровождается повышением механической и тепловой напряженности подвижных сопряжений деталей [1]. При этом ставятся задачи достижения высокой надежности и долговечности машины, снижения ее массы, сокращения расхода дефицитных материалов. Известно, что повышение долговечности машины даже в небольшой степени ведет к значительной экономии металла, уменьшению затрат на производство запасных деталей; сокращается число и объем ремонтов, а следовательно, увеличивается количество фактически работающих машин [1].

Одним из путей решения этой проблемы – применение современных технологий нанесения защитных покрытий газотермическими способами, такими как газопламенное и плазменное напыление [6–8].

**Анализ основных достижений и публикаций.** Ресурс большинства машин зависит от относительно небольшого количества деталей. В работе [9] на основе анализа влияния ряда факторов: нагрузки, частоты вращения, степени загрязнения смазочной среды, конструктивных особенностей узлов, сопряжений на интенсивность изнашивания и динамику накопления усталостных повреждений, а также с учётом накопленного опыта повышения работоспособности деталей и узлов на Харьковском тракторном заводе была определена номенклатура деталей шасси колесных тракторов типа Т-150К требующих повышения долговечности. Номенклатура содержит 36 деталей. Преобладающие вид повреждений – износ.

Агрегаты и узлы автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин представляют собой совокупность множества деталей типа: вал, втулка, рычаг, корпус, шестерня, подвергающиеся в процессе эксплуатации воздействию различного рода нагрузкам и среды, приводящих к необратимым процессам износа их рабочих поверхностей.

При обработке статистических данных по отказам деталей автомобилей установлено следующее их распределение: износ – 53,4%; разрушение (трещины, поломка, обрыв части детали) – 18,9%; деформация (растяжение, скручивание, изгиб) – 10,4%, другие виды дефектов – 17,3%.

На Одесском заводе поршневых колец внедрен технологический процесс изготовления компрессионных поршневых колец с плазменным молибденовым покрытием [10].

**Цель исследования.** Разработать рекомендации по повышению ресурса уплотнительных колец гидрораспределителя коробки передач тракторов типа

Т-150К путем газотермического напыления износостойкого покрытия.

**Результаты исследования.** Уплотнительное кольцо, изготавливаемое из специального чугуна, выполняет роль уплотнения между вторичным валом коробки передач и втулкой гидрораспределителя тракторов типа Т-150К. В процессе эксплуатации уплотнительные кольца изнашиваются вплоть до поломки, поскольку в трансмиссионном масле присутствуют продукты износа трущихся поверхностей деталей (зубчатых колес, дисков гидроподжимных муфт, подшипников), а также абразивные частицы, которые попадают в масло при заправке, замене агрегатов, обслуживании и ремонте. На рис. 1 показан момент включения передачи в коробке передач и указаны изнашиваемые поверхности уплотнительного кольца.

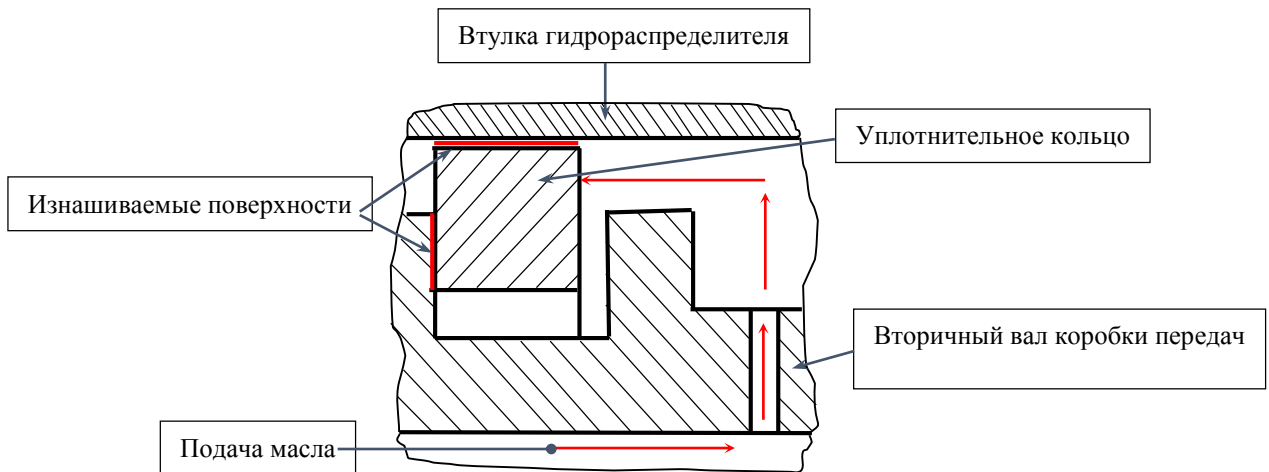


Рис. 1 – Схема износа уплотнительных колец гидрораспределителя коробки передач трактора типа Т-150К

Испытание уплотнительных колец вала коробки перемены передач проводилось в лаборатории гидравлики. Цель испытаний – определить износостойкость сопряжения: уплотнительное кольцо – вторичный вал коробки передач – втулка гидрораспределителя в режиме переключения передач. Серийные кольца изготовлены из специального чугуна, на опытные дополнительно напылено износостойкое покрытие порошком марки ПГ-10Н-01 на внешнюю цилиндрическую поверхность (рис. 3).

Испытуемые кольца устанавливались в кольцевых канавках, выполненных в передней части вторичного вала коробки перемены передач.

Питание гидросистемы осуществлялось насосом НШ-32-Л-2, который установлен на редукторе и получает вращение от электродвигателя с частотой 1460 об/мин. Через муфту и переходную втулку, запрессованную в отверстие первичного вала редуктора.

Перепускной распределитель постоянно поддерживает в системе рабочее давление 0,95–0,05 МПа. Распределитель управления коробкой передач служит для направления потока масла к гидроподжимным муфтам при переключении передач.

Автоматическое устройство позволяло осуществлять повторяемое переключение передач по циклу II – III – II (передачи) с частотой 12 циклов в минуту.

Давление масла в напорной магистрали контролировалось манометром типа ОБМТн 1 100 с пределом измерений 0 – 4 МПа класс 1,5.

Поскольку в полевых условиях эксплуатации, как было сказано выше, в масле содержатся продукты износа трущихся поверхностей деталей и абразивные частицы, которые попадают в масло при заправке, обслуживании и ремонте, для ускорения испытаний в качестве рабочей жидкости использовалась смесь масла М10Г с абразивной пылью.

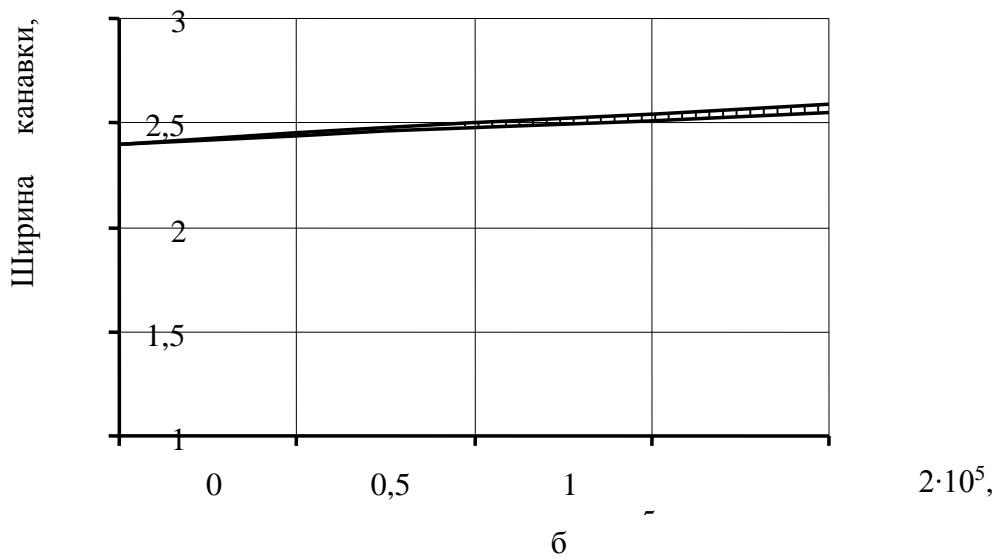
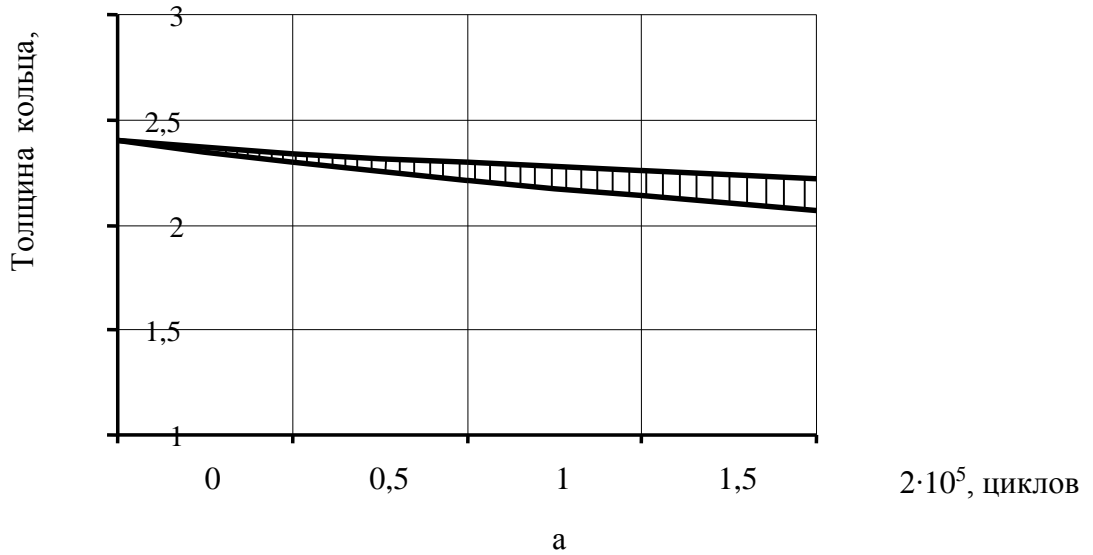
Кварцевая пыль с удельной поверхностью  $S = 5600 \text{ см}^2/\text{г}$  ГОСТ 2138-74 класс 1, группы от 063 до 016.

Состав пыли:

**Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів**  
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

1. Глинистая составляющая не более 2%.
  2. Кремнезем не менее 90–97%
- Весовое соотношение смеси 5 г/литр.

В процессе испытаний замерялись утечки через кольца. Испытания проводились при температуре масла 328–333К, которая контролировалась дистанционным термометром. Объем испытаний составлял 200000 циклов, исходя из гарантийного срока службы машин – 8000 моточасов. Результаты испытаний представлены на рис. 2.



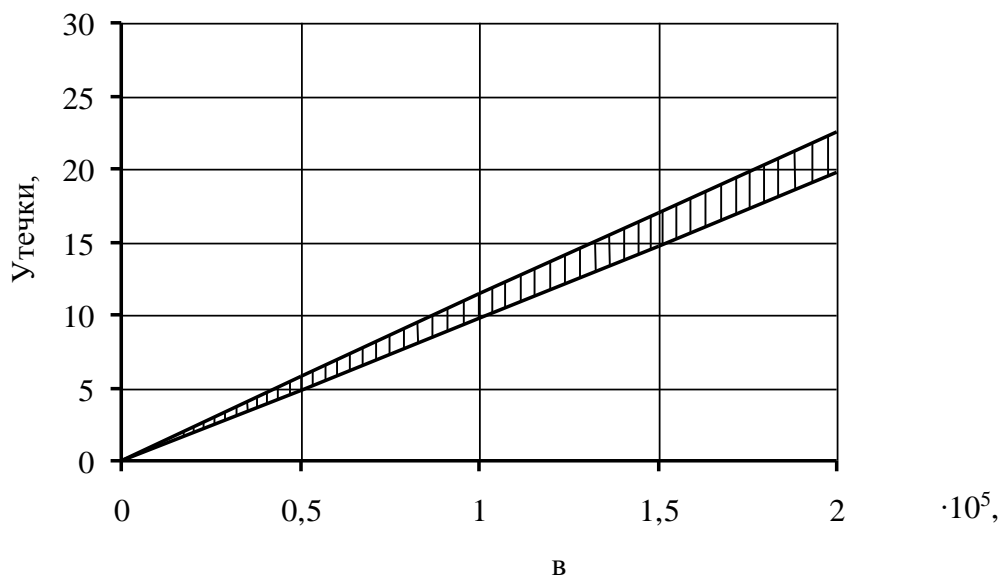


Рис. 2 – Графики изменения размеров колец (а), канавок вала (б), утечек (в)

Из анализа графиков (рис. 2) следует, что после наработки 200000 циклов максимальный износ уплотнительных колец составляет 0,18–0,33 мм, канавки вала – 0,15–0,19 мм, утечки через уплотнительные кольца находились в пределах 19,8–22,5 г/мин. Максимальный износ серийных уплотнительных колец составляет 1,36 мм, при этом утечки через них составляет 37,6 г/мин.

Таким образом, износостойкость колец с покрытием выше серийных в 4,1 – 7,5 раз, а утечки через них ниже в 1,7 – 1,9 раз (рис. 3).

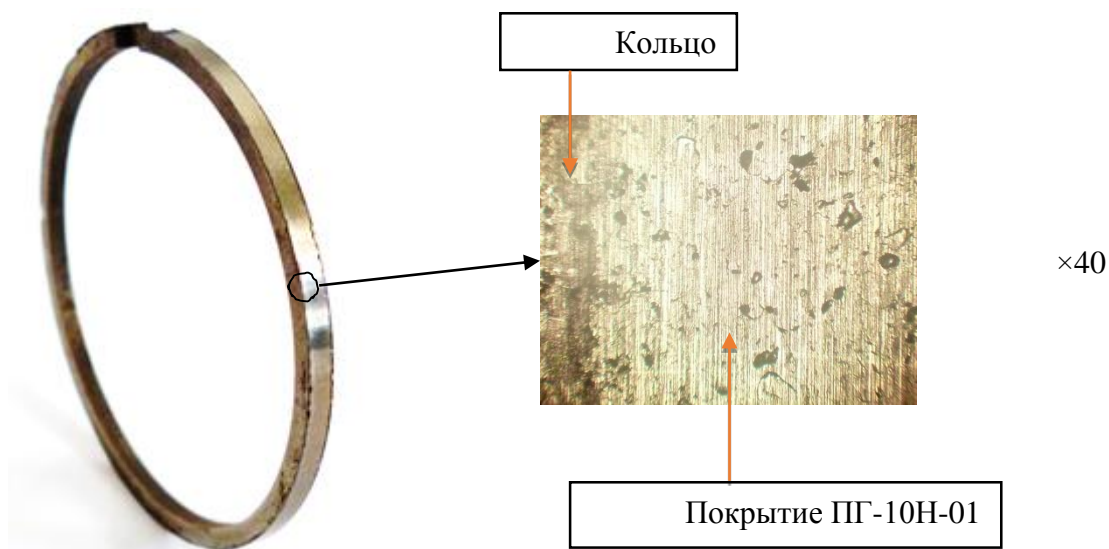


Рис. 3 – Кольцо уплотнительное с покрытием ПГ-10Н-01 после испытаний

Из рис. 3 видно, что кольцо после испытаний находится в рабочем состоянии, износ внешней цилиндрической поверхности с покрытие ПГ-10Н-01, составляющий 0,18–0,33 мм, позволяет осуществлять его дальнейшую эксплуатацию.

**Выводы.** Полученные экспериментальным путем результаты свидетельствуют о повышении износостойкости уплотнительных колец с покрытием ПГ-10Н-01 по сравнению с серийными, изготовленными из специального чугуна, в 4,1 – 7,5 раз и снижении утечек через них в 1,7 – 1,9 раз.

Таким образом, на основании выполненных исследований можно рекомендовать для

повышения ресурса уплотнительных колец гидпрораспределителя коробки передач тракторов типа Т-150К применяют износостойкое покрытие ПГ-10Н-01, напыленное газотермическим способом.

### **Литература**

1. Теоретические основы технологии ремонта машин: [учебник в 3-х т.] / Сидашенко А.И., Науменко А.А., Скобло Т.С. и др. / Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Т. 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин) – Харьков : ХНТУСХ, 2005. – 590 с.
2. Лузан С.А. Определение способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин, обеспечивающих их ресурс на уровне и превышающем уровень новых / С.А. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2015. – Вип. 158. – С. 93-98.
3. Лузан С.А. Повышение ресурса деталей шасси колесных тракторов во время их восстановительного ремонта / С.А. Лузан // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Автомобіле- та тракторобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. - № 9(1118). – С. 17-22.
4. Лузан С. Влияние параметров вибрационной обработки на износостойкость газопламенных антифрикционных покрытий / С. Лузан, Н. Кириенко // MOTROL. Commission of Motonization and Energetics in Agriculture. – Poland: 2015. – Vol. 17. – No. 7. P. 35-38.
5. Лузан С.А. Анализ методов и способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин / С.А. Лузан, Н.М. Кириенко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2015. – Вип. 156. – С. 544-552.
6. Лузан С.А. Пути решения проблемы повышения ресурса деталей тракторов плазменным напылением с учетом обеспечения взрывопожаробезопасности технологии / С.А. Лузан, Н.М. Кириенко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2015. – Вип. 156. – С. 581-587.
7. Туренко А.Н. Интегрирование технологии газотермического напыления покрытий и метода электроискрового легирования / А.Н. Туренко, А.С. Полянский, С.А. Лузан // Автомобильный транспорт : сб. научн. трудов. – 2011. – Вып. 28. – С. 109-113.
8. Лузан С.О. Комплексна оцінка номенклатури деталей, які визначають ресурс мобільної техніки та її безпеку / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2014. – Вип. 148. – С. 478-485.
9. Кухтов В. Г. Долговечность деталей шасси колёсных тракторов / Кухтов В. Г. – Харьков : ХНАДУ, 2004. – 292 с.
10. Соколов А. Д. Разработка и внедрение оборудования и техпроцесса напыления молибдена на поршневые кольца ДВС / Соколов А. Д. // Тез. докл. на III-ей респ. науч. - техн. конф. по современным методам наплавки и наплавочным материалам. – Харьков. – 1981. – С. 27.

**Luzan S., Sidashenko A. Improving resource seal rings hydrodistributors gearbox by thermal spraying wear-resistant coatings**

The article presents the results of experimental studies snooty-bone o-rings with a coating of PG-10N-01 in comparison with a serial, manufacture manufactured from special cast iron. The results indicate the possibility of increase of a resource of the rings by thermal spraying of wear-resistant coating.

The results of experimental studies of the wear resistance of the sealing rings coated PG-10N-01 in comparison with serial made of special cast iron. The results indicate the possibility of increasing the resource life of the rings by thermal spraying wear-resistant coating.

**Key words:** wear resistance, resource, seal ring, hydrodistributor, gearbox.

### References

1. Teoreticheskie osnovy tehnologii remonta mashin: [uchebnik v 3-h t.] / Sidashenko A.I., Naumenko A.A., Skoblo T.S. i dr. / Pod red. A.I. Sidashenko, A.A. Naumenko. T. 1. (Teorija i tehnologija proizvodstvennyh processov remonta mashin) – Har'kov : HNTUSH, 2005. – 590 s.
2. Luzan S.A. Opredelenie sposobov vosstanovlenija detalej sel'skohozhaj-stvennyh mashin, obespechivajushhih ih resurs na urovne i prevyshajushhem uroven' novyh / S.A. Luzan // Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka. – Harkiv: 2015. – Vyp. 158. – S. 93-98.
3. Luzan S.A. Povyshenie resursa detalej shassi kolesnyh traktorov vo vremja ih vosstanovit'nogo remonta / S.A. Luzan // Visnyk Nacional'nogo tehnichnogo universytetu «HPI». Zbirnyk naukovykh prac'. Tematychnyj vypusk: Avtomobile- ta traktorobuduvannja. – Harkiv: NTU «HPI». – 2015. - № 9(1118). – S. 17-22.
4. Luzan S. Vlijanie parametrov vibracionnoj obrabotki na iznosostojkost' gazoplamennyh antifrikcionnyh pokrytij / S. Luzan, N. Kirienko // MOTROL. Commission of Motonization and Energetics in Agriculture. – Poland: 2015. – Vol. 17. – No. 7. S. 35-38.
5. Luzan S.A. Analiz metodov i sposobov vosstanovlenija detalej sel'skoho-zhajstvennyh mashin / S.A. Luzan, N.M. Kirienko // Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka. – Harkiv: 2015. – Vyp. 156. – S. 544-552.
6. Luzan S.A. Puti reshenija problemy povyshenija resursa detalej traktorov plazmennym napyleniem s uchetom obespechenija vzryvopozharobezopasnosti tehnologii / S.A. Luzan, N.M. Kirienko // Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka. – Harkiv: 2015. – Vyp. 156. – S. 581-587.
7. Turenko A.N. Integrirovanie tehnologii gazotermicheskogo napylenija pokrytij i metoda jelektroiskrovogo legirovanija / A.N. Turenko, A.S. Poljanskij, S.A. Luzan // Avtomobil'nyj transport : sb. nauchn. trudov. – 2011. – Vyp. 28. – S. 109-113.
8. Luzan S.O. Kompleksna ocinka nomenklatury detalej, jaki vyznachajut' resurs mobil'noi' tehniky ta ii' bezpeku / S.O. Luzan // Visnyk HNTUSG im. P. Vasylenka. – Harkiv: 2014. – Vyp. 148. – S. 478-485.
9. Kuhtov V. G. Dolgovechnost' detalej shassi koljosnyh traktorov / Kuhtov V. G. – Har'kov : HNADU, 2004. – 292 s.
10. Sokolov A. D. Razrabotka i vnedrenie oborudovanija i tehprocessa napylenija molibdena na porshnevye kol'ca DVS / Sokolov A. D. // Tez. dokl. na III-jej resp. nauch. -tehn. konf. po sovremennym metodam naplavki i naplavochnym materialam. – Har'kov. – 1981. – S. 27.