

Аннотация

Электронные системы комплексных тренажеров для обучения, эксплуатации и ремонта сложной сельскохозяйственной техники

Предложена структура системы построенных на основе последовательных интерфейсов, устоявшихся в архитектуре компьютеров. Разработаны технологии объектно-ориентированного программирования модульных средств нового поколения с перестраиваемой архитектурой, которые реализованы в программном обеспечении рабочей станции программиста.

Abstract

The electronic system of integrated simulators for training, maintenance and repair of complex agricultural machinery

The structure of system which is constructed on the basis of the consecutive interfaces which have settled in architecture of computers is offered. Technologies of object-oriented programming of modular means of new generation with reconstructed architecture which are realized in the software of a workstation of the programmer are developed.

УДК 62-232.21/.22

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Невзорова А.Б., д.т.н., профессор; Врублевский В.Б., к.т.н., доцент;
Макеев В.В., Дацковский В.А., Врублевская В.И., д.т.н., профессор
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Республика Беларусь**

В настоящее время преобладающая доля узлов трения сельскохозяйственных машин комплектуется подшипниками качения. Из них большой объем составляют подшипники китайского производства. Несмотря на относительно невысокую стоимость, их приходится часто заменять, так как они не выдерживают заданные сроки эксплуатации из-за работы в абразивных и агрессивных средах. Поэтому качество деталей, их долговечность и надежность становятся решающими факторами при выборе комплектующих для машин и механизмов, работающих в сельском хозяйстве.

С развитием техники и возросшими нагрузками подшипники скольжения из древесины полностью были вытеснены подшипниками качения и скольжения из антифрикционных материалов (баббит, бронза, чугун, полимеры и др.). Но при работе в абразивных, агрессивных и влажных средах такие подшипники коррозируют, заклинивают, требуют регулярного подвода смазки и техухода, поэтому применение серийно выпускаемых подшипников качения и металлических подшипников скольжения становится нецелесообразным из-за преждевременного выхода из строя не только самих подшипников, но и сопряженных с ними деталей.

В связи с этим исследователи и производственники стали возвращаться к древесине, которая при определенных условиях модификации могла работать в специфических условиях: абразивной и агрессивной средах, переменных влажности и температуры, без регулярной смазки и др., и во много раз превосходила по износостойкости и долговечности аналогичные металлические антифрикционные материалы для подшипников.

В машиностроении древесина в натуральном виде применяется только очень твердых пород: бакаут, самшит (редкие породы), бук, дуб, граб, клен и ясень, запасы которых ограничены. В то же время, береза широко распространенная порода в средней полосе Европы и спрессованная до плотности $1,2 - 1,3 \text{ г/см}^3$, по механическим свойствам не уступает древесине самшита и бакаута [1].

Разработан новый класс подшипников скольжения самосмазывающихся (ПСС). Изготавливаются ПСС путем торцово-прессового деформирования березовых заготовок (карточек) во вкладыш с последующим заполнением свободных пустот капиллярно-сосудистой системы древесины минеральным маслом, модифицированным высокомолекулярной присадкой.

Можно выделить, по крайней мере, три основные причины, определяющие целесообразность применения в широких масштабах подшипников и узлов трения на основе модифицированной древесины в сельскохозяйственном машиностроении и при восстановлении деталей машин:

- повышение качества узлов трения скольжения вследствие применения модифицированной древесины торцово-прессового деформирования, обладающих более высокими служебными характеристиками в абразивно-агрессивных средах, чем подшипники качения, и возможность создания узлов нового поколения, основанных на уникальном комплексе свойств, характерных для этого класса материалов;
- замена дорогостоящих металлических подшипников на подшипники на основе древесины, производимых из местного сырья, которые лучше выдерживают условия окружающей агрессивной среды, более надежны и долговечны, и могут быть использованы как импортозамещающие изделия;
- упрощение схемы монтажа и демонтажа подшипников скольжения самосмазывающихся в узлах трения в полевых условиях при внезапном выходе их из строя;
- переход к новой высокопроизводительной, материально- и энергосберегающей технологии получения вкладышей на основе способа торцово-прессового деформирования древесины.

ПСС обладают полной взаимозаменяемостью с подшипниками качения и подшипниками скольжения из традиционных антифрикционных материалов [2]. При использовании ПСС значительно упрощается конструкция узла трения: исключается установка уплотнительных и смазочных устройств, крышек подшипников и др. деталей. Подшипники скольжения самосмазывающиеся эксплуатируются в абразивных, агрессивных и влажных средах при $pv \leq 2,5 \text{ МПа}\cdot\text{м/с}$. Срок их службы в 2-5 раз превышает срок службы ПК в узлах трения сельскохозяйственных машин, работающих в абразивно-агрессивных и влажных средах (влажная и сухая почва, удобрения, различные препараты для борьбы с вредителями и сорняками). Применение ПСС исключает частые остановки на ремонт сельхозтехники, которые недопустимы при работе в поле в период посевной и уборочной кампаний, когда необходимо в кратчайшие сроки качественно выполнять технологические операции.

В настоящей работе приведены примеры замены подшипников качения подшипниками скольжения на основе прессованной модифицированной древесины в сеялке СПУ-6М «Берестье» (рисунок 1) и бороне дисковой тяжелой БДТ - 7 (рисунок 2). В таблице 1 показаны машины и агрегаты сельскохозяйственной техники в узлах трения которых в полевых условиях испытывались ПСС для обеспечения безотказной их работы.

Сеялки являются наиболее часто используемыми машинами в сельском хозяйстве и предназначены для формирования борозд и посева семян зерновых и зернобобовых растений. Наиболее уязвимыми конструктивными элементами сеялки СПУ-6М «Берестье», изготавливаемой на ОАО «Брестский электромеханический завод», являются узлы трения сошников (рисунок 1, б), количество которых на одну сеялку в зависимости от исполнения приходится от 32 до 48 штук.

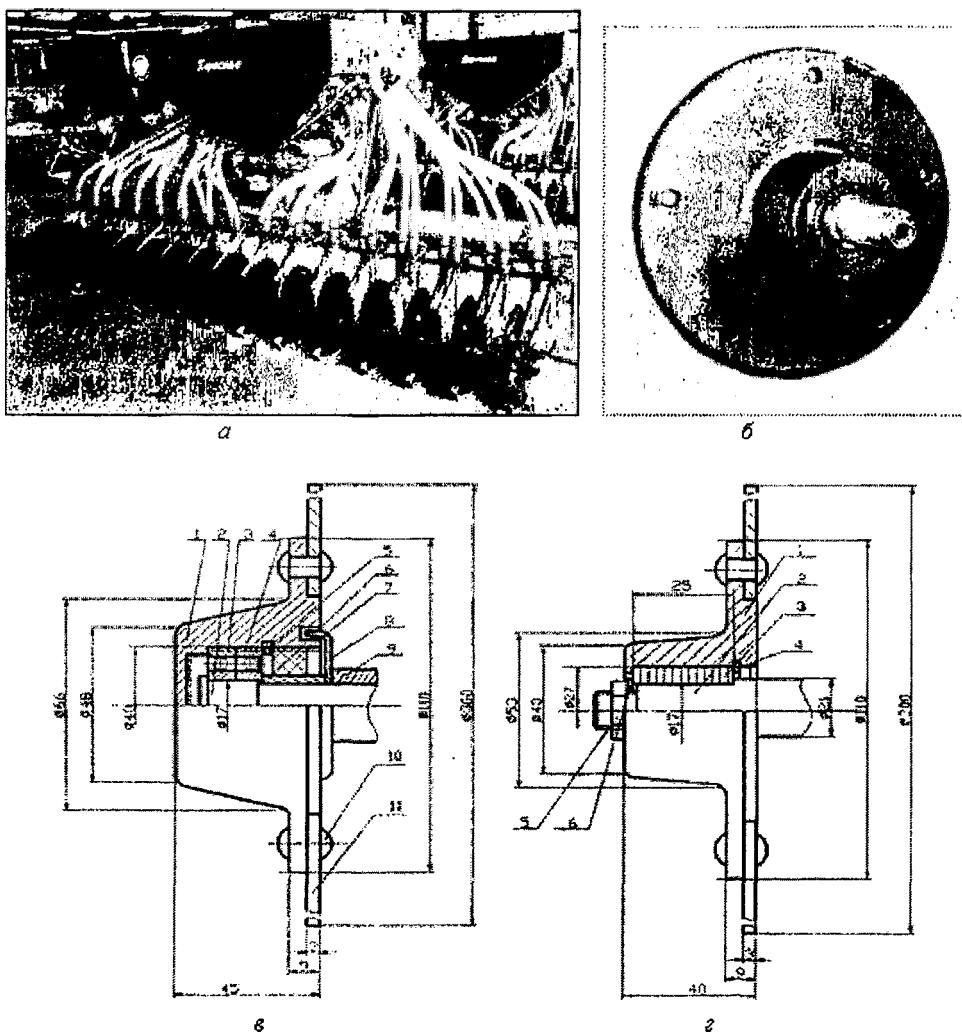


Рисунок 1 – Сеялка СПУ-6М «Берестье»: а – общий вид; б – узел трения сошника с ПСС; в – конструкция узла трения сошника с подшипниками качения: 1 – ступица; 2 – ось; 3 – подшипник 203; 4 – подшипник полузакрытый 160203; 5 – стопорное кольцо; 6 – втулка; 7 – полимерная манжета; 8 – крышка; 9 – втулка; 10 – заклепка; 11 – диск; г – конструкция узла трения сошника с ПСС: 1 – ступица; 2 – ось; 3 – ПСС, 4 – стопорное кольцо; 5 – гайка; 6 – шайба

В базовой комплектации узел трения сошника сеялки (рисунок 1, в) состоит из ступицы 1, к которой крепится заклепками 10 диск 11; в ступице размещается ось 2 с напрессованными на нее двумя шарикоподшипниками радиальными 3 и 4 типов 203 и 160203; стопорное кольцо 5 и втулка 6, фиксирующие положение подшипников относительно ступицы 1; полимерная манжета 7 и крышка 8, предотвращающие попадание абразива к подшипникам качения 3, 4. Но, несмотря на такое защитное уплотнительное устройство, в

подшипниковый узел попадает пыль, влага и через 2-4 месяца эксплуатации подшипники заклинивают, коррозируют и выходят из строя. С целью увеличения долговечности узла трения сошника было предложено заменить подшипники качения на ПСС (рисунок 1, г). Установка одного ПСС позволила исключить из узла трения сошника два шарикоподшипника 203 и 160203, манжету 7, распорную втулку 6, крышку 8, и повысить ресурс работы узлов трения в сравнении с подшипниками качения в 2-5 раз [3].

При этом получен ощутимый экономический эффект: в одном сошнике при стоимости деталей на 01.01.2007 г. (руб.): шарикоподшипника № 203 – 1170 руб., шарикоподшипника № 160203 – 1300, манжеты – 520, крышки – 460, втулки распорной – 380 руб.; итого на сумму – 3830 руб. Стоимость комплектующих узла трения на одну сеялку с 32 сошниками составляет $3830 \times 32 = 122560$ рублей.

Вместо них, в соответствии с новой конструкцией узла трения, устанавливается древесный вкладыш самосмазывающийся стоимостью 710 рублей. В этом случае экономия на комплектующих на одной сеялке составляет $122560 - (710 \times 32) = 99840$ рублей.

Себестоимость изготовления узла трения сошника сеялки СПУ-6М «Берестье» с использованием подшипников качения составляет 10010 руб., а с ПСС – 5800 руб.; экономия от изготовления одного сошника составляет $10010 - 5800 = 4210$ руб. Следовательно, при производстве узлов трения сошников с ПСС экономия на каждой сеялке СПУ-6М составляет $4210 \times 32 = 134720$ руб.

Экономический эффект при эксплуатации одной сеялки определяется сокращением количества ремонтов узлов трения в 2-5 раз, и только за счет экономии комплектующих составляет $269440 \div 673600$ руб. за один и тот же промежуток времени.

Борона дисковая тяжелая БДТ-7 предназначена для предпахотной обработки почвы (рисунок 2, а) и используется во всех почвенно-климатических зонах.

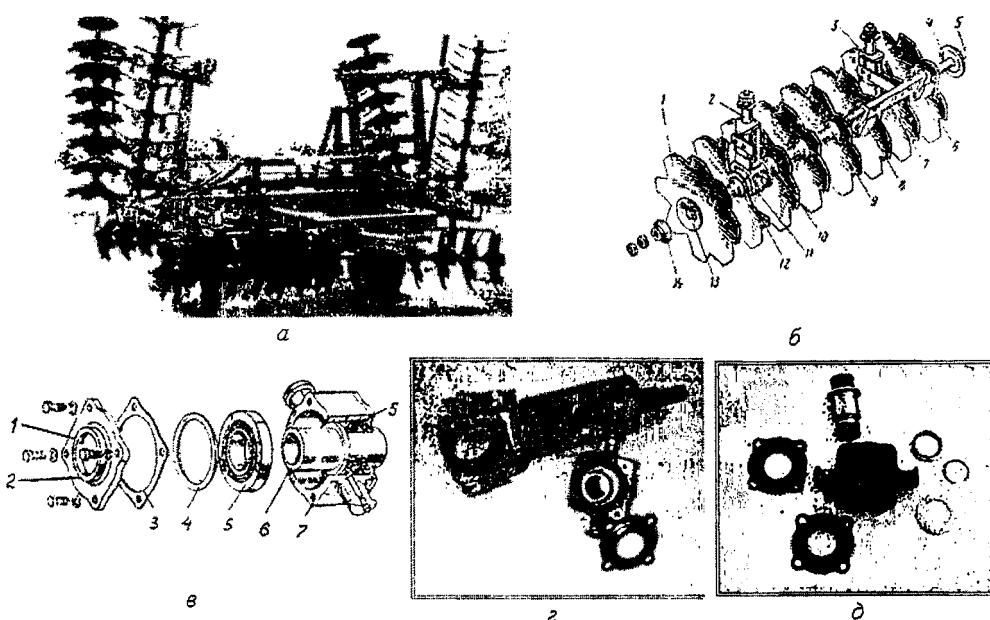


Рисунок 2 – Борона дисковая тяжелая БДТ-7: а – общий вид; б – дисковая батарея: 1 – диск, 2, 3 – кронштейны, 4 – шайба, 5 – ось, 6 – хомут, 7 – кронштейн, 8 – чистики, 9 – шпилька, 10, 12 – выпуклый и вогнутый упоры, 11 – подшипниковый узел, 13 – пружинная шайба, 14 – внутренняя шайба; в – подшипниковый узел дисковых батарей: 1 – крышка, 2 – резиновая манжета, 3, 4 – металлическая прокладка, 5 – роликоподшипник, 6 – втулка, 7 – корпус подшипника, 8 – масленка; г – кронштейн после восстановления и подшипниковый узел с ПСС; д – детали подшипникового узла с ПСС после полевых испытаний

Режим работы – интенсивный, прерывистый. Условия работы тяжелые: переменные динамические нагрузки, влажность, абразивная среда. Борона состоит из восьми дисковых батарей, которые являются основными рабочими органами машины. Батарею (рисунок 2, б) собирают из сферических вырезных дисков 1, насаженных на ось 5. Между дисками установлены промежуточные шпильки 9 и два подшипниковых узла 11. Подшипниковый узел (рисунок 2, в) состоит из двух конических подшипников 5 № 7212, которые в результате одновременного воздействия радиальных, значительных осевых нагрузок, а также плохого подвода смазки довольно быстро выходят из строя. Срок их службы составляет около 1,5 – 2 месяцев. Для увеличения срока службы была разработана конструкция узла трения, позволяющая использовать подшипники скольжения самосмазывающиеся (рисунок 2, г, д). Результаты производственных испытаний показали, что срок службы узлов трения увеличился в 3-5 раз [4].

ПСС прошли государственные испытания на Белорусской государственной сельскохозяйственной машиноиспытательной станции (пос. Привольное) в узлах трения звездочек транспортеров ТСН-160А для удаления навоза на фермах крупного рогатого скота. По результатам успешных испытаний ПСС Белорусская МИС рекомендовала их к внедрению вместо закрытых шарикоподшипников 180308.

ПСС прошли успешные эксплуатационные испытания в узлах трения и других сельскохозяйственных машин (см. таблицу).

Таблица – Применение подшипников скольжения самосмазывающихся на основе прессованной древесины в узлах трения сельскохозяйственной техники

№ п/п	Машины (механизмы), в узлах трения которых нашел применение ПСС	Типоразмер	Цена подшипника, руб (без НДС) на 01.01.2007	
			Импортные SKF (Китай)	Отечественные ОАО «МПЗ» (РБ)
1.	Пневмосеялка СПУ – 6М «Берестье»	203	1170	-
		160203	1300	
2.	Сеялка СЗУ – 3,6	503	1817	-
		180503	1794	
3.	Сеялка СТВ-3,6	203	1100	
4.	Скребковый навозоуборочный транспортер ТСН-160А	180308	6300	9734
5.	Картофелекопалка КТН-2Б	80206	2546	4719
		180206	2500	
6.	Агрегат комбинированный широкозахватный АКШ-7,2	180210	6400	9242
7.	Травяная жатка КСК-100	1606	7200	-
		1209	5500	
		7208	5270	
8.	Разбрасыватель органических удобрений РОУ-6	1308	9550	-
		1309	10550	
9.	Борона дисковая тяжелая БДТ-7	7212	8870	-

Проведенные испытания показали, что замена подшипников качения на подшипники скольжения самосмазывающиеся в узлах трения сельскохозяйственной техники, работающих в абразивных и агрессивных средах при скоростях скольжения до 1,5 м/с и нагрузках до 12 МПа, приводит к увеличению их срока службы в 2-5 раз. Данные таблицы

показывают, что большинство применяемых подшипников производятся за рубежом, а ПСС изготавливаются из местного сырья и являются импортозамещающими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врублевская, В.И. Износостойкие самосмазывающиеся антифрикционные материалы и узлы трения из них / В.И. Врублевская, А.Б. Невзорова, В.Б. Врублевский. – Гомель, 2000. – 324 с.
2. Врублевский, В.Б. Подшипники скольжения на основе древесины: проектирование и взаимозаменяемость: Пособие / Врублевский В.Б., Невзорова А.Б., Довгяло В.А. – Гомель: БелГУТ, 2001. – 55 с.
3. Невзорова, А.Б. Применение прессованной модифицированной древесины для совершенствования узлов трения сельскохозяйственной техники / А.Б. Невзорова, Б.В. Врублевский, В.В. Макеев, И.В. Красноружский // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития: сб. докл. межд. науч.-практ. конф. – Гомель, 2007. – С. 87 – 90.
4. Моисеенко, В.Л. Создание самоустанавливающихся подшипников скольжения на основе прессованной древесины и технологии их изготовления: Дис...канд. техн. наук: 05.21.05 / В.Л. Моисеенко. – Минск, 2002. – 120 с.

Аннотация

Опыт использования природных композитов для восстановления узлов трения сельскохозяйственной техники

Приведены примеры замены подшипников качения подшипниками скольжения на основе прессованной модифицированной древесины в сеялке СПУ-6М «Берестье» и бороне дисковой тяжелой БДТ-7. Показаны машины и агрегаты сельскохозяйственной техники, в узлах трения которых в полевых условиях испытывались подшипники скольжения самосмазывающиеся для обеспечения безотказной их работы.

Abstract

Experience in using composites for the restoration of the natural friction units of agricultural machinery

There are examples of friction units, which rolling bearings replaced on self-lubricating plain bearings, for example in a seed-machines (SPU-6M) and a harrows (BDT-7). Self-lubricating plain bearings were tested in field conditions for maintenance of non-failure operation of friction units.