

УДК 62-232.21/2

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕССОВАННОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
В УЗЛАХ ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*канд. техн. наук, доц. В.Б. ВРУБЛЕВСКИЙ,
д-р техн. наук, проф. А.Б. НЕВЗОРОВА, В.А. ДАШКОВСКИЙ
(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель)*

Рассматривается применение в сельскохозяйственной технике нового класса износостойких антифрикционных самосмазывающихся материалов на основе прессованной древесины. Показано, что при их использовании значительно упрощается конструкция узла трения: исключается установка уплотнительных и смазочных устройств, крышек подшипников и других деталей, которые эксплуатируются в абразивных, агрессивных и влажных средах при факторе $pv \leq 2,5$ МПа·м/с. Приведены примеры замены подшипников качения подшипниками скольжения на основе прессованной модифицированной древесины в шнековом транспортёре ТПШ-1М и бороне дисковой тяжёлой БДТ-7. Опыт эксплуатации подшипников скольжения из прессованной древесины в узлах трения сельскохозяйственных машин и механизмов показал их высокую работоспособность.

Введение. С развитием техники и возросшими нагрузками подшипники скольжения из древесины полностью были вытеснены подшипниками качения и скольжения из металлических (баббит, бронза, чугун и др.) и полимерных антифрикционных материалов. Но при работе в абразивных, агрессивных и влажных средах такие подшипники корродируют, заклинивают, требуют регулярного подвода смазки и технического обслуживания, поэтому применение серийно выпускаемых подшипников качения и металлических подшипников скольжения становится нецелесообразно из-за преждевременного отказа 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 модифицирования может работать в специфических условиях: абразивной и агрессивной средах, переменной влажности и температуры, без регулярной смазки и во много раз превосходит по износостойкости и долговечности аналогичные металлические антифрикционные материалы для подшипников.

Следует отметить, что 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, спрессованная до плотности $1,2 \dots 1,3$ г/см³, по механическим свойствам не уступает древесине самшита и бакаута. В условиях дефицита ресурсов применение антифрикционного материала на основе прессованной древесины позволяет обеспечить рациональный подход к решению задач ресурсосбережения и импортозамещения в нашей стране [1].

В настоящее время разработан новый класс подшипников скольжения самосмазывающихся (ПСС) на основе прессованной древесины, которые изготавливаются путем торцово-прессового деформирования березовых заготовок (карточек) во вкладыш с последующим заполнением свободных пустот капиллярно-сосудистой системы древесины минеральным маслом, модифицированным высокомолекулярной присадкой.

Целесообразность применения подшипников и узлов трения на основе модифицированной древесины в сельскохозяйственном машиностроении состоит:

- в повышении долговечности узлов трения благодаря применению модифицированной древесины торцово-прессового деформирования, обладающей более высокими характеристиками износостойкости и работоспособности в абразивно-агрессивных средах, чем подшипники качения или металлические и полимерные подшипники скольжения;
- экономии дефицитных материалов путем замены дорогостоящих металлических подшипников более дешевыми подшипниками на основе прессованной древесины, производимых из местного возобновляемого сырья, которые также могут быть использованы как импортозамещающие изделия;
- упрощении схемы монтажа и демонтажа ПСС в узлах трения в полевых условиях при внезапном отказе;
- снижении металлоемкости готовых изделий, что позволяет уменьшить нагрузку на оборудование и обрабатываемую почву;
- сокращении материальных ресурсов и трудозатрат (соответственно, потребности в дорогостоящем станочном оборудовании) при производстве ПСС благодаря новой высокопроизводительной, материало- и энергосберегающей технологии получения древесных вкладышей подшипников скольжения;
- возможности создания узлов нового поколения, основанных на уникальном комплексе свойств, характерных для этого класса материалов.

Помимо этого ПСС обладают полной взаимозаменяемостью с подшипниками качения и подшипниками скольжения из традиционных антифрикционных материалов [2]. При их использовании значительно упрощается конструкция узла трения – исключается установка уплотнительных и смазочных устройств, крышек подшипников и других деталей.

Подшипники скольжения самосмазывающиеся на основе прессованной древесины эксплуатируются в абразивных, агрессивных и влажных средах при факторе $p v \leq 2,5$ МПа·м/с.

Срок их службы в 2...5 раз превышает срок службы подшипников качения в узлах трения сельскохозяйственной техники, работающей в сложных производственных условиях (высокая запыленность, абразив, влажность, различные химические препараты для борьбы с вредителями и сорняками).

Применение ПСС исключает частые остановки на ремонт сельскохозяйственных машин, которые нежелательны при работе в поле в период посевной и уборочной компаний, когда необходимо в кратчайшие сроки качественно выполнять технологические операции [3].

Основная часть. Рассмотрим примеры замены подшипников качения подшипниками скольжения на основе прессованной модифицированной древесины в шнековом транспортере ТПШ-1М и борне дисковой тяжелой БДТ-7.

В таблице приведены машины и агрегаты сельскохозяйственной техники, в узлах трения которых в полевых условиях испытывались ПСС для обеспечения безотказной их работы.

Примеры опытного применения ПСС в узлах трения сельскохозяйственной техники

Машины (механизмы)	Типоразмер	Цена подшипника, руб. (без НДС) на 01.01.2007	
		SKF (Китай)	ОАО «МПЗ» (Беларусь)
Пневмосеялка СПУ-6М «Берестье»	203	1170	–
	160203	1300	
Сеялка СЗУ-3,6	503,	1817	–
	180503	1794	
Сеялка СТВ-3,6	203	1100	
Картофелекопалка КТН-2Б	80206	2546	–
	180206	2500	4719
Агрегат комбинированный широкозахватный АКШ-7,2	180210	6400	9242
Травяная жатка КСК-100	1606	7200	–
	1209	5500	–
	7208	5270	–
Разбрасыватель органических удобрений РОУ-6	1308	9550	–
	1309	10550	–

Транспортер передвижной шнековый ТПШ-1М. Шнековые транспортеры широко используются на предприятиях сельского хозяйства и перерабатывающего комплекса. ТПШ-1М применяется для перемещения сыпучих грузов (зерно, крупа, зерноотходы) при погрузочно-разгрузочных работах (рис. 1, а). Самыми уязвимыми частями транспортирующих машин являются узлы трения, которые работают в агрессивно-абразивных средах, переменной влажности, повышенной запыленности продуктами помола. Тяжелый нагрузочный режим работы приводит к интенсивному износу, коррозии и заклиниванию подшипников качения или подшипников скольжения из цветных металлов. В промежуточных опорах секций шнека устанавливаются подшипники качения ПК-206. Они требуют постоянного технического обслуживания: смазывание жировым солидолом через каждые 10 дней через масленки на фланцах кожуха.

Практика эксплуатации ТПШ-1М свидетельствует о частом их заклинивании и интенсивном изнашивании. Смазывание жировым солидолом, несмотря на рекомендации разработчиков транспортера, сокращает межремонтный период узлов трения. Смазка впитывает абразив (зерновую пыль), вследствие чего сильно загущается и вызывает заклинивание подшипника качения. Постановка бронзовых подшипников скольжения также не решила проблему обеспечения надежности работы оборудования. Они быстро изнашиваются с образованием люфта.

Ремонт ТПШ-1М неизбежно связан с его разборкой и приостановкой погрузочно-разгрузочных работ, что влечет дополнительные материальные затраты. Срок службы подшипников качения или подшипников скольжения из бронзы не превышал 1,5...2 месяца. Данные о наработке на отказ подшипников качения в узлах трения, полученные при эксплуатации шнековых транспортеров, показывают, что они имеют наименьший ресурс среди всех элементов шнекового транспортера. Низкая надежность подшипников качения, вызывающая увеличение затрат, требует усовершенствования конструкции узла трения с целью повышения ресурса работы шнекового транспортера.

Для обеспечения надежности работы узлов трения промежуточных опор шнекового транспортера было предложено установить ПСС (рис. 1, б) взамен ПК-206 (рис. 1, в, г). Частота вращения шнека 480 об/мин (скорость скольжения контактной поверхности подшипника скольжения – 0,75 м/с).

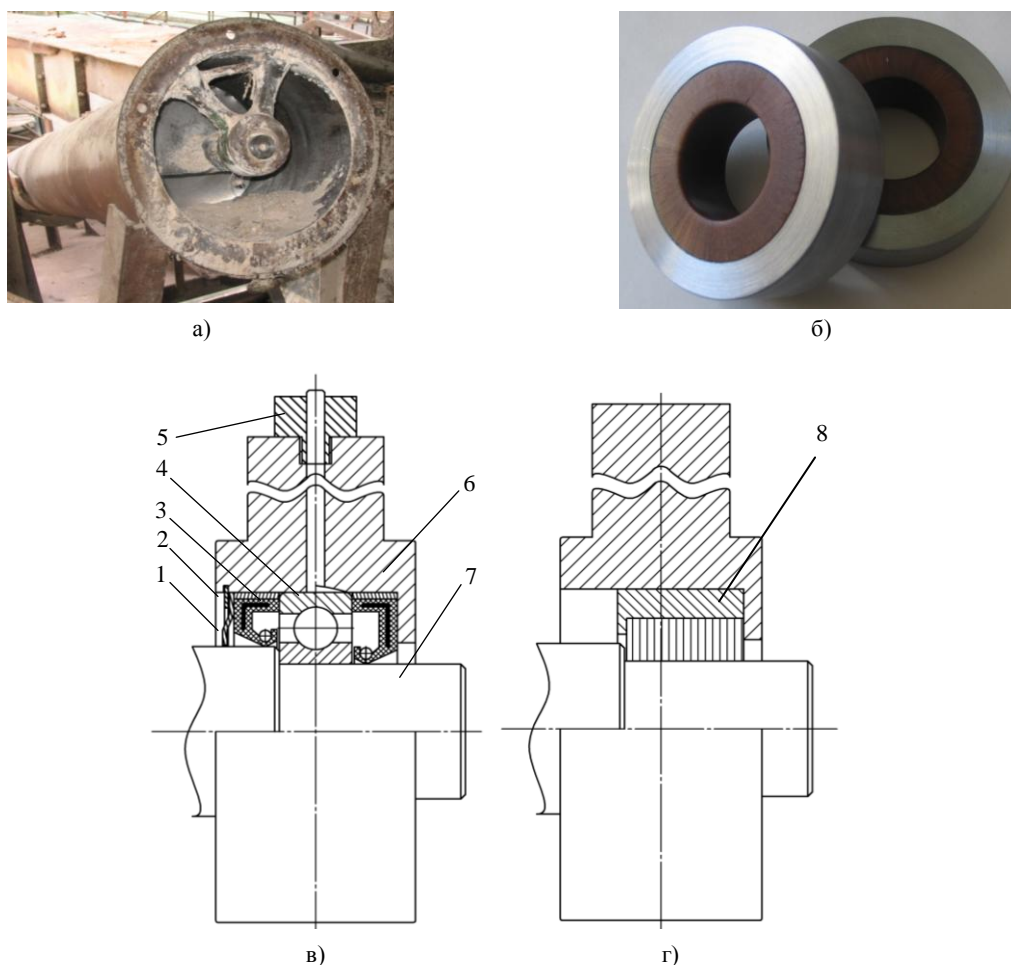


Рис. 1. Транспортер передвижной шнековый ТПШ-1М:
 а – общий вид; б – ПСС; в, г – схема узла трения с подшипником качения и ПСС соответственно;
 1 – крышка; 2 – стопорное кольцо; 3 – манжета резиновая; 4 – ПК-206;
 5 – масленка; 6 – корпус подшипника; 7 – вал; 8 – ПСС

Результаты опытно-промышленной проверки ПСС в узлах трения шнековых транспортеров на ОАО «Гомельхлебопродукт» взамен ПК 206 показали увеличение срока эксплуатации до 5 лет [5].

Совместно со специалистами предприятия был рассчитан экономический эффект от внедрения ПСС в узлы трения шнекового транспортера. При этом учитывалось количество рабочих дней в году, частота замены подшипников качения, стоимость ремонтов, связанных с заменой ПК, затраты на покупку, простой, время ремонта, часовая ставка слесаря и др. В итоге экономический эффект от внедрения ПСС на одном шнековом транспортере составил 2 543 130 руб. [6].

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

Режим работы – интенсивный, прерывистый.

Условия работы сложные: переменные динамические нагрузки, влажность, абразивная среда.

Борона состоит из восьми дисковых батарей, которые являются основными рабочими органами машины. Батарею (рис. 2, б) набирают из сферических вырезных дисков 1, насаженных на ось 5. Между дисками установлены промежуточные шпильки 9 и два подшипниковых узла 11.

Подшипниковый узел (рис. 3, а) 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 1,5...2 месяца. Для увеличения

срока службы была разработана конструкция узла трения, позволяющая использовать ПСС (рис. 3, б). Результаты производственных испытаний показали, что срок службы узлов трения увеличился в 3...5 раз [4].

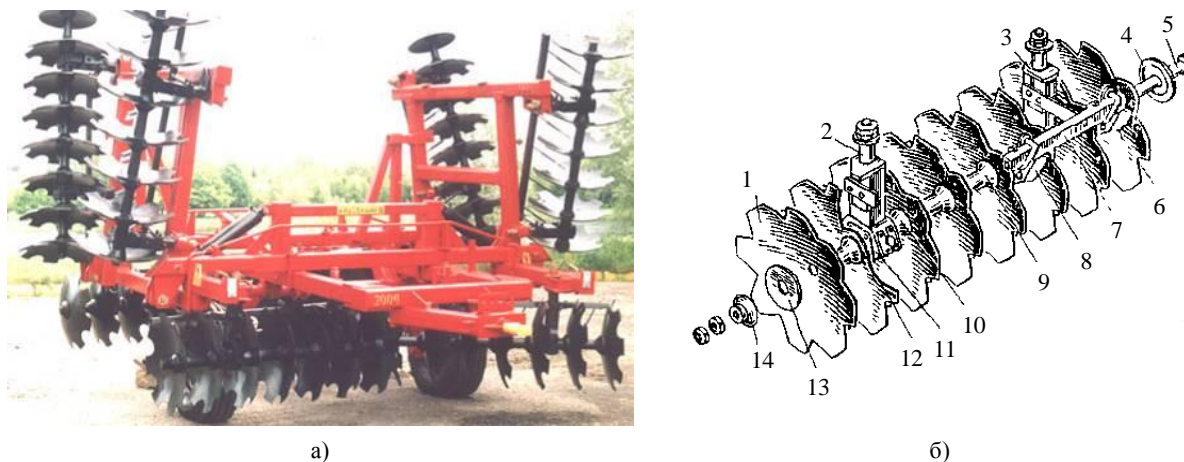
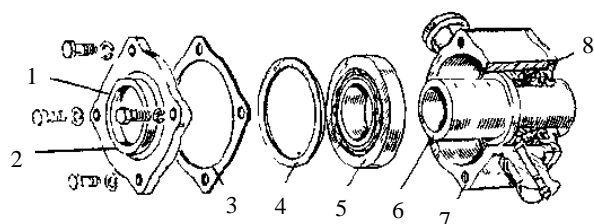


Рис. 2. Борона дисковая тяжелая БДТ-7:

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



а)

б)

Рис. 3. Подшипниковый узел дисковых батарей:

а – с подшипниками качения; б – с ПСС после полевых испытаний:

- 1 – крышка; 2 – резиновая манжета; 3, 4 – металлическая прокладка;
5 – роликоподшипник; 6 – втулка; 7 – корпус подшипника; 8 – масленка

Заключение. Подшипники скольжения самосмазывающиеся 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.

Следует отметить, что в настоящее время преобладающее число узлов трения сельскохозяйственных машин комплектуется подшипниками качения, значительную долю которых составляют подшипники китайского производства (см. таблицу). Несмотря на относительно невысокую стоимость, они требуют частой замены, так как быстро выходят из строя, не выдерживая заданные сроки эксплуатации при работе в абразивных, агрессивных и влажных средах. Поэтому качество деталей, их долговечность и надежность становятся решающими факторами при выборе комплектующих для машин и механизмов, работающих в сельском хозяйстве.

Проведенные исследования показали, что замена подшипников качения на ПСС 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 3...5 раз.

Большинство применяемых подшипников производятся за рубежом (см. таблицу), а подшипники скольжения самосмазывающиеся на основе прессованной древесины изготавливаются из местного сырья и, следовательно, 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 / В.Б. Врублевский, А.Б. Невзорова, В.А. Довгяло. – Гомель: БелГУТ, 2001. – 55 с.
3. Применение прессованной модифицированной древесины для совершенствования узлов трения сельскохозяйственной техники / А.Б. Невзорова [и др.] // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 2007 г. – Гомель: БелГУТ, 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.
5. Увеличение ресурса работы узлов трения в промежуточных опорах шнековых транспортеров / В.Б. Врублевский [и др.] // Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин: материалы докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 24 – 26 апр. 2007 г.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2007. – С. 129 – 133.
6. Проектирование и разработка узлов трения с применением модифицированной древесины для узлов трения шнековых транспортеров ТПШ-1М ОАО «Гомельхлебпродукт»: отчет о НИР / УО «БелГУТ»; рук. А.Б. Невзорова. – Гомель, 2007. – 33 с. – ХДТ № 5047.

Поступила 29.05.2009

APPLICATION OF THE PRESSED MODIFIED WOOD IN FRICTION UNITS OF AGRICULTURAL MACHINERY

V. VRUBLEVSKI, A. NEVZOROVA, V. DASHKOVSKI

There are new antifriction self-lubricated materials based on pressed modify wood for agricultural machinery researched in this article. Design friction unit of considerably becomes simpler. These materials allow exclude sealing and lubricant devices, covers of bearings and other details. They are maintained in abrasive, aggressive and damp environments at the factor $pv \leq 2,5 \text{ MPa}\cdot\text{m/s}$. We showed examples of replacements of roll bearings to sliding bearings based on pressed modify wood for screw conveyor and harrow disk heavy.

Operational experience of sliding bearings based on pressed modify wood in union of friction in agricultural machines and mechanisms has shown their high serviceability.