

УДК 62-233.21/.22

**А.Б. Невзорова, проф., д-р техн. наук, В.И. Врублевская, проф., д-р техн. наук,
В.А. Дашковский, асп.**

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь

Использование самосмазывающихся подшипников скольжения на основе прессованной древесины в узлах трения сельскохозяйственной техники

В статье рассматриваются возможности применения в узлах трения сельскохозяйственной техники подшипников скольжения на основе древесины торцово-прессового деформирования, модифицированной минеральным маслом с полимерными присадками, что позволяет считать использования ПСС взамен ПК эффективным технологическим решением по увеличению срока службы узлов трения в 3-5 раз, работающих в абразивных и агрессивных средах.

подшипник скольжения, узел трения, прессованная древесина, сельскохозяйственная техника

Эффективность и долговечность работы современных машин и механизмов во многом определяется качеством и надежностью работы узлов трения, которые подвергаются воздействию различных неблагоприятных факторов таких как: запыленность (в летнее время при посевных работах в воздухе содержится в среднем 1,5-2 г/м³ пыли), значительные перепады температур (от -10 до +40 °С), повышенная влажность (до 100%), нерегулярность смазки, а также воздействие переменных нагрузок и вибрации. Поэтому разработка и внедрение в производство новых антифрикционных материалов, работающих без смазки или при ее ограничении, является важной и актуальной проблемой современной техники.

В настоящее время создано большое количество разнообразных материалов антифрикционного назначения из металлов и полимеров, однако, возрастающие требования к современной сельскохозяйственной технике и учет экономической ситуации, требует поиска новых материалов триботехнического назначения, соответствующих условиям их эксплуатации [1].

В связи с этим, исследователи и специалисты возвращаются к дальнейшему изучению древесины, 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.

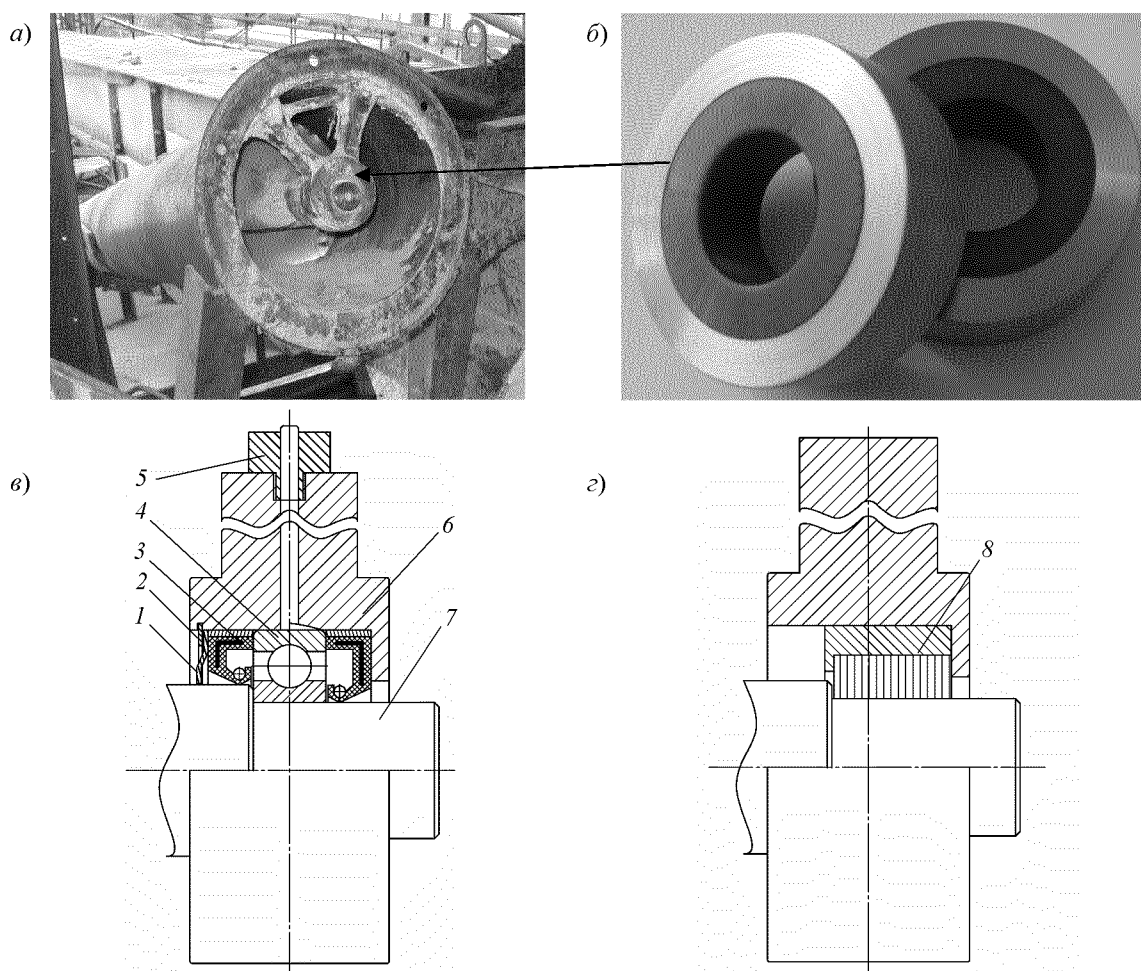
Разработан новый класс подшипников скольжения самосмазывающихся на основе прессованной древесины (ПСС). Они изготавливаются путем торцово-прессового деформирования древесных заготовок (карточек) во вкладыш с последующим заполнением свободных пустот капиллярно-сосудистой системы древесины минеральным маслом, модифицированным высокомолекулярной присадкой и обладают полной взаимозаменяемостью с подшипниками качения и подшипниками скольжения из традиционных антифрикционных материалов [2, 3].

При их использовании значительно упрощается конструкция узла трения: исключается установка уплотнительных и смазочных устройств, крышек подшипников и других деталей. ПСС эксплуатируются в абразивных, агрессивных и влажных средах

при факторе $pv \leq 2,5$ МПа·м/с, что делает возможным увеличение срока их службы в 2-5 раз по сравнению с подшипниками 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 минимизирует количество ремонтов сельскохозяйственных машин, которые нежелательны при работе в поле в период посевной и уборочной компаний, а также когда необходимо в кратчайшие сроки качественно выполнять технологические операции [4].

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

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 (рисунок 1, а).



а – общий вид; б – ПСС; схема узла трения с подшипником качения (в) и ПСС-206 (г):
 1 – крышка; 2 – стопорное кольцо; 3 – манжета резиновая; 4 – ПК-206; 5 – масленка;
 6 – корпус подшипника; 7 – вал; 8 – ПСС

Рисунок 1 – Транспортер передвижной шнековый ТПШ-1М

Одними из наиболее уязвимых частей транспортирующих машин является подшипниковый узел (рисунок 1, в), работающий в условиях переменной влажности,

повышенной запыленности продуктами помола, при частоте вращения шнека 480 об/мин (скорость скольжения контактной поверхности подшипника скольжения – 0,75 м/с), нагрузке на один подшипник до 0,9 МПа в рабочем состоянии. Тяжелый нагрузочный режим работы приводит к интенсивному износу, коррозии и заклиниванию подшипников качения или подшипников скольжения из цветных металлов. В промежуточных опорах секций шнека устанавливают подшипники качения ПК-206 (рисунок 1, в), требующих постоянного технического обслуживания, смазывание жировым солидолом через каждые 10 дней через масленки на фланцах кожуха. Однако практика эксплуатации ТПШ-1М свидетельствует о частом их заклинивании и интенсивном изнашивании из-за поглощения смазочным материалом абразива (зерновой пыли) и последующим его загущением. 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. Этот фактор потребовал усовершенствования конструкции узла трения. Для обеспечения надежности работы узлов трения промежуточных опор шнекового транспортера было предложено взамен ПК-206 установить ПСС-206 (рисунок 1, б). При этом отпала необходимость в использовании крышек, резиновых манжет и стопорных колец (рисунок 1, г).

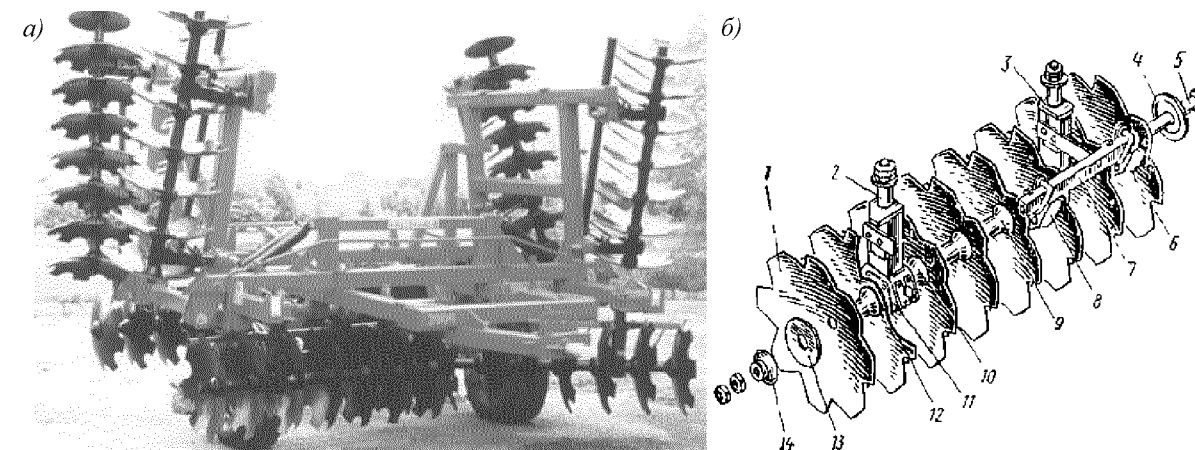
Эксплуатация узлов трения новой конструкции показала высокую работоспособность ПСС в абразивной среде. Это объясняется тем, что в процессе трения абразив не задерживается в зоне трения, а выводится из нее, образуя на торцовых поверхностях вкладыша наросты в виде слипшихся абразивных частиц. Исследование микроструктуры поверхности трения на лазерном микроскопе подтвердили, что поверхность вкладыша остается чистой от абразива. Также исследования микротопографии поверхности древесного вкладыша показали, что абразивные частицы не проникают в сосуды и капилляры древесины. По-видимому, это обусловлено тем, что степень прессования по внутренней поверхности древесного вкладыша составляет 58 %, при которой все сосуды и большинство капилляров спрессовано, а у оставшейся части диаметры меньше размеров абразивных частиц.

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

Борона дисковая тяжелая БДТ-7. БДТ-7 предназначена для предпахотной обработки почвы (рисунок 2, а) и используется во всех почвенно-климатических зонах. Режим работы – интенсивный, прерывистый, в условиях переменных динамических нагрузок, влажности, абразивной среды.

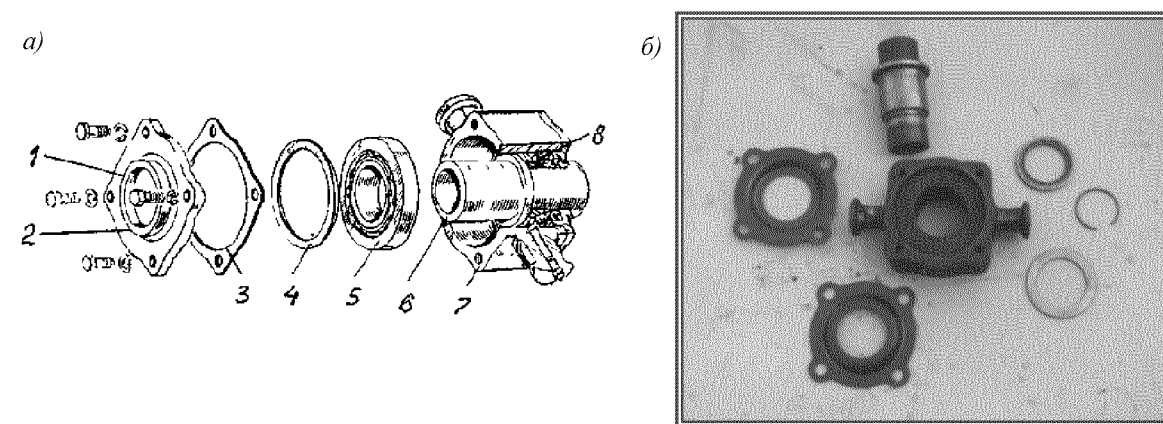
Борона состоит из восьми дисковых батарей, которые являются основными рабочими органами машины. Батарею (рисунок 2, б) набирают из сферических вырезных дисков 1, насаженных на ось 5. Между дисками установлены промежуточные шпильки 9 и два подшипниковых узла 11. Подшипниковый узел (рисунок 3, а) состоит 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 усовершенствована конструкция узла трения, позволяющая использовать ПСС (рисунок 3, б). В качестве внешней обоймы подшипника скольжения было предложено использовать корпус подшипникового узла. Для ограничения осевого перемещения во втулке сделали канавки для фиксации металлических колец, отпала необходимость в использовании резиновых манжет.



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

Рисунок 2 – Борона дисковая тяжелая БДТ-7



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

Рисунок 3 – Подшипниковый узел дисковых батарей

Было изготовлено около 200 узлов трения и укомплектовано соответственно 12 дисковых тракторных борон. Испытания проводились 4 месяца в полевых условиях, во время которых ни один узел не вышел из строя. Износ деревянной втулки составил от 0,1 до 0,2 мм, и подшипники находились в работоспособном состоянии. Износ внутренней втулки не обнаружен, что позволило использовать ее в дальнейшем [6].

Таким образом, рассмотренные пути повышения надежности и работоспособности сельскохозяйственной техники за счет совершенствования конструкций узлов трения и использования древесины торцово-прессового деформирования, модифицированной смазочным материалом с полимерными

присадками, позволяют считать использование ПСС взамен ПК эффективным технологическим решением по увеличению срока службы узлов трения в 3–5 раз, работающих в абразивных и агрессивных средах при скоростях скольжения до 1,5 м/с и нагрузках до 12 МПа.

Список литературы

1. Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах. / П.Н. Богданович, В.Я. Прушак. – Мн.: Выш. шк., 1999. – 374 с.
2. 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.
3. 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.
4. Невзорова, А. Б. Применение прессованной модифицированной древесины для совершенствования узлов трения сельскохозяйственной техники / А. Б. Невзорова, В. 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.
5. Врублевский, В. Б. Увеличение ресурса работы узлов трения в промежуточных опорах шнековых транспортеров / В. Б. Врублевский, В. А. Дашковский, В. В. Макеев, В. О. Матусевич // Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин: Материалы докладов VI Международной научно-технической конференции, Новополоцк, 24 – 26 апреля 2007 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2007. – С. 129-133.
6. 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. – Мн., 2002. – 120 с.

А. Невзорова, В. Врублевська, В. Дашковський

Використання підшипників ковзання, що самозмащуються, на основі пресованої деревини у вузлах тертя сільськогосподарської техніки

У статті розглянуті можливості застосування у вузлах тертя сільськогосподарської техніки підшипників ковзання на основі деревини торцюво-пресового деформування, яка модифікована мінеральною оливою з полімерними присадками, що дозволяє вважати використаним ПСС замість ПК ефективним технологічним рішенням зі зниження терміну служби вузлів тертя у 3-5 разів, які працюють в абразивному та агресивному середовищі.

A. Nevzorova, V. Vrublevska, V. Dashkovskiy

Use of the self-lubricated slidewaies on the basis of the pressed wood in the knots of friction of agricultural technique

In the articles considered of possibility of the use in the knots of friction of c.-r. technicians of slidewaies on the basis of wood of торцюво-пресового deformation, modified a mineral olive with polymeric additives, that allows to count utilized PSS in place of the PK by an effective technological decision from the decline of term of service of knots of frictions in 3-5 times, which work in an abrasive and aggressive environment.

Одержано 11.09.09