

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТОРЦОВО-ПРЕССОВОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

*Белорусский государственный университет транспорта  
Гомель, Беларусь*

Технологический способ деформирования древесины дискретным элементом в цилиндрическую оболочку открыл новые возможности для ее широкого использования в узлах трения различных машин и механизмов. Совершенствование старых технологий изготовления подшипников скольжения на основе древесины утратило актуальность в связи с изменившимися экономическими условиями [1,2]. В тоже время многолетние исследования позволили устранить технологический разрыв с точки зрения ресурсо- и энергосбережения и добиться существенных результатов в технологии деформирования древесины [3].

Разработанная новая технологическая схема позволяет получать качественные подшипники скольжения самосмазывающиеся (ПСС) на основе древесины, обладающие небольшой себестоимостью изготовления и высокой эффективностью при эксплуатации. Снижение себестоимости изготовления подшипников достигается за счет использования местного сырья и уменьшения трудоемкости изготовления путем оптимизации технологических процессов изготовления ПСС, а повышенная работоспособность и стабильные эксплуатационные свойства – за счет конструкционных параметров подшипников и применения термостойких, антифрикционных модификаторов для древесины.

Оптимизация технологии изготовления данного класса ПСС была проведена путем установления закономерностей между отдельными технологическими подсистемами, производимыми ими процессами и конструкционными параметрами ПСС. Опишем более подробно технологические процессы получения древесного вкладыша для ПСС, которые представлены на общей технологической схеме (рис. 1).

– **Торцово-прессовое деформирование древесины.** Впервые для этой операции применен дискретный элемент. Конструкция дискретного элемента рассчитана так, чтобы усилия, прикладываемые по внешней поверхности древесной карточки были распределены равномерно и прерывисто. В этом случае изменение формы прямоугольной карточки в цилиндрическую оболочку происходит без изменения сплошности природного материала в нормальных условиях при температуре окружающей среды и влажности древесины 10–15%. Для различных типоразмеров ПСС установлена зависимость максимальной толщины карточки в зависимости от высоты дискретного элемента [4].

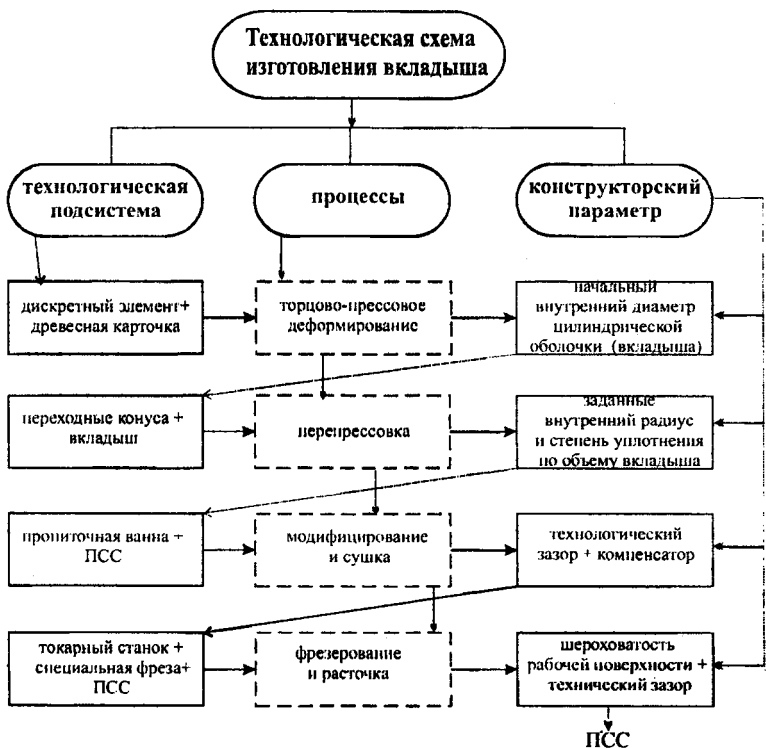


Рис. 1. Общая технологическая схема получения деревянного вкладыша для ПСС.

– **Перепрессовка** через конус применяется для получения более высокой степени уплотнения по радиусу вкладыша. Для каждого типоразмера ПСС рассчитаны оригинальные конструкции конусов с соответствующими переходными углами. Коноусность рассчитывается исходя из заданной степени уплотнения древесины, и в общем случае принимается по формуле

$$K = \frac{D-d}{l} = 2tg\alpha$$

где  $D$  – начальный внешний диаметр втулки, мм;  $d$  – заданный диаметр втулки, мм;  $l$  – длина переходного конуса, мм;  $\alpha$  – угол переходного конуса.

– **Модифицирование с одновременной сушкой** проводится для придания антифрикционных и самосмазывающих свойств деревянному вкладышу [5]. Данная операция позволяет уменьшить влажность древесины до 15% с одновременным уве-

личением прочности древесины в 1–5 раза и сокращением размеров вкладыша по внешнему и внутреннему диаметрам на 3–5%.

– **Технологический зазор** в стыке сторон карточки, появляющийся после завершения предыдущей операции, необходимо устранять конструкторским компенсатором (КК). Размеры КК рассчитываются исходя из начальной влажности древесины и типоразмера ПСС. Материалом для КК служит сталь или древесина. Применение данного компенсатора позволяет устранить изменение линейных размеров вкладыша при его изготовлении, а при эксплуатации – придать стабильность размерам и улучшить теплоотвод от узла трения.

– **Механическая обработка** проводится путем расточки древесной втулки по внутреннему диаметру и боковой торцовой поверхности специальной фрезой. Данная операция позволяет сформировать заданную рабочую поверхность вкладыша с оптимальной шероховатостью и одновременно получить необходимый технический зазор (таблица 1). Для ПСС установлена эмпирическая зависимость

$$y = (0,004 \dots 0,006)d.$$

Таблица 1

**Расчетные значения предельных величин изменения зазора в зависимости от влагопоглощения и шероховатости контактных поверхностей**

Диаметр подшипника $d$ , мм	Толщина древесной втулки $t$ , мм	Разбухание (усушка) по толщине (вдоль волокон) втулки $U_{II}$	Разбухание по диаметру при полном влагопоглощении $2U_{II}$	Высота микронеровностей по диаметру $S_1 = 2h_{\text{мкм}}$ , мкм	Зазор при изменении влажности на 30 % с учетом шероховатости	Изменение диаметра при влагопоглощении втулкой $W = 15\%$	Зазор с учетом шероховатости при изменении влажности на 15 %
10 – 20	7	0,007 – 0,021	0,014 – 0,042	40 (0,04 мм)	0,044 – 0,082	0,007 – 0,021	0,047 – 0,061
25 – 30	10	0,010 – 0,030	0,02 – 0,06		0,060 – 0,100	0,010 – 0,030	0,050 – 0,070
35 – 40	15	0,015 – 0,045	0,03 – 0,09		0,070 – 0,130	0,015 – 0,045	0,045 – 0,085
45 – 50	20	0,020 – 0,060	0,04 – 0,12		0,080 – 0,160	0,020 – 0,060	0,060 – 0,100
55 – 60	25	0,025 – 0,075	0,05 – 0,14		0,090 – 0,190	0,025 – 0,075	0,065 – 0,115
65 – 75	30	0,030 – 0,090	0,06 – 0,18		0,100 – 0,220	0,030 – 0,090	0,070 – 0,130
90 – 95	35	0,035 – 0,105	0,07 – 0,21		0,110 – 0,250	0,035 – 0,105	0,075 – 0,145
80, 85, 100	40	0,040 – 0,120	0,08 – 0,24		0,120 – 0,280	0,040 – 0,120	0,080 – 0,160

**Заключение.** Таким образом, структура технологического процесса торцово-прессового деформирования древесины совместно с сопутствующими технологическими подсистемами и учетом конструкторских параметров ориентирована на формирование необходимого комплекса служебных свойств ПСС и снижения затрат на их производство.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Врублевская В.И., Невзорова А.Б., Врублевский В.Б. Износосотойкие самосмазывающиеся антифрикционные материалы и узлы трения из них. – Гомель: БелГУТ, 2000. – 324 с. 2. Машкин Н. А., Хрулев В.М., Дорофеев Н.С. Модифицированная древесина и ее применение. – Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1988. – 120 с. 3. Невзорова А.Б., Врублевская В.И. Ресурсобогащающая технология изготовления самосвязывающихся подшипников скольжения//Ресурсооберегающие и экологически чистые технологии. Ч.2. – Гродно, 1995. С. 110–119. 4. Шамаев В.А. Модифицирование древесины. – М.: Экология – 1991. – 128 с.

УДК 539.3

Э.Д. Подлозный

### О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН ВДОЛЬ СТЕРЖНЯ ПРИ ПЕНЕТРАЦИИ ЕГО В УПРУГУЮ СРЕДУ – Ч.1

*Белорусская государственная политехническая академия  
Минск, Беларусь*

Проведенные автором и др. экспериментально- теоретические исследования позволили установить, что при воздействии одночастотных колебаний вибратора на верхний конец стержня имеет место отрыв нижнего конца его от упругой среды, с последующими ударами о среду, вибрационный (колебательный) режим переходит в виброударный. При этом необходимо найти не только характеристики виброударных режимов (перемещения, скорости, время), но и рассмотреть распространение волн напряжений (деформаций) вдоль стержня при ударе его об упругую среду. Такого вида задача о периодических движениях упругого стержня с ограничителем была решена в институте машиноведения АН СССР применительно к рабочему органу ультразвуковой машины [1].

Изучение волнового процесса вдоль стержня позволит в дальнейшем при применении датчиков деформаций или ускорений (прямая связь), использованных автором в экспериментах, и актуаторов ( обратная связь ) – устойчив регулируемых управляющее воздействие, прийти к созданию управляемых конструкций [2].

Рассматриваемая задача имеет практическое приложение, например, в строительной индустрии, при определении напряженно-деформированного состояния при возведении свай, погружаемых в грунты вибропогружателями или дизель-молотами [3] и др.

Расчетная схема задачи о пенетрации стержня в упругую среду изображена на рис.1, где 1 – стержень, 2 – одночастотный вибратор, 3 – присоединенная масса упругой среды на линейной пружине.

При постановке задачи принимаются следующие допущения: