

Экспериментальная проверка теоретических расчетов данных

При производстве подшипников скольжения самосмазывающихся на основе прессованной древесины после торцово-прессового деформирования древесных заготовок для стабилизации их размеров производится сушка СВЧ-энергией вкладывшей влажностью 17–25 % и начальной температурой 18⁰С.

Из заготовок шириной $B = 30$ мм и длиной $L = 60$ мм набирались блоки высотой H равной длине волны СВЧ-излучения $\lambda = 0,12$ м. Сушка проводилась трех блоков одновременно. Их объем составлял $V = 0,00065$ м³. Количество вещества в данном объеме – 2,02 моль.

Предварительные расчеты показали, что необходимая энергия для разрыва всех водородных связей – 16,9 кДж; для нагрева сырой древесины и испарения воды – 183,2 кДж. Всего необходимо – 200,1 кДж. Расчетная мощность необходимая для сушки – 56 Вт·ч.

При мощности источника СВЧ-излучения 580 Вт образцы влажностью 30 % должны быть полностью высушены за 10 минут. Результаты эксперимента приведены на рисунке 5. Сушка этих образцов до влажности $W = 7$ % продолжалась 6–18 минут в зависимости от толщины заготовок.

УДК 621.822.5.002.3:634.0.865:666.189.2

Екименко А.Н.

ДЕТАЛИ ТРЕНИЯ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ДРЕВОПЛАСТОВ

Новыми прогрессивными материалами, обладающими рядом ценных свойств, являются массы древесные прессовочные (МДП), представляющие собой измельченную древесину, импрегнированную фенолформальдегидной смолой. Простота и общедоступность изготовления материалов из местного сырья и отходов производства и низкая их стоимость создают перспективную возможность использования этих материалов в различных областях машиностроения.

Материалы МДП используются сейчас в основном для изготовления различных слабонагруженных изделий типа плиток, крышек, полочек и др. Ограниченное использование МДП для изготовления опор скольжения объясняется прежде всего низкой прочностью этого материала при работе на ударный изгиб [1]. С целью увеличения ударной вязкости МДП применяются способы армирования их металлом, специально подготовленной древесной стружкой и другими материалами. Однако применение металлической арматуры связано с определенными трудностями, вызываемыми необходимостью склеивания металла и дерева, значительными затратами на механическую обработку металлической арматуры, а также некоторыми особенностями формирования изделий в процессе их изготовления. При применении металлической арматуры нарушается монолитность изделия. В деталях и конструкциях за счет различного температурного коэффициента линейного расширения используемых составляющих, а также неравномерной усадки разнородных материалов могут возникать значительные внутренние напряжения, трещины и коробления, отрицательно сказывающиеся на работе конструкций. Таким образом, применение металлической арматуры в качестве упрочняющего средства для материалов из измельченной древесины приводит к значительному удорожанию изделий, увеличению веса, усложнению технологического процесса их производства.

В Институте инновационных исследований выполнены

Заключение

Изучение строения древесины на молекулярном уровне позволило теоретически обосновать предел гигроскопичности и рассчитать необходимое количество энергии и время воздействия СВЧ-излучения для обеспечения качественной сушки древесины без протекания деструктивных процессов.

Теоретические расчеты, подтвержденные экспериментальными исследованиями позволили разработать технологию качественной и производительной СВЧ-сушки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Врублевская В.И., Невзорова А.Б., Врублевский В.Б. Износостойкие самосмазывающиеся антифрикционные материалы и узлы трения из них. – Гомель: БелГУТ, 2000 – 324 с.
2. Невзорова А.Б. Теоретические основы и технология механо-трансформации древесины. – Гомель: БелГУТ, 2003. – 160 с.
3. Гареев Ф.Х. Проблемы и перспективы СВЧ-сушки древесины // Ж-л Лесная промышленность. ЛПИ. – 2004. - №1. - С.50-52.
4. Химия древесины / Под ред. Б.Л. Браунинга. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 415 с.
5. Левитина Т.П. Справочник по органической химии: Учебное пособие. – СПб.: "Паритет", 2002. – 448 с.
6. Дубин. З.Ю. Смоло-скипидарное производство. – 2-е изд. М.: Лесная промышленность, 1966 – 160с.

исследования по армированию МДП стекловолокнистыми наполнителями. Введение в состав МДП 15-20% стеклянного волокна марки НСО-6/300 длиной 20-30 нм позволяет в 3-4 раза повысить его ударную вязкость [2].

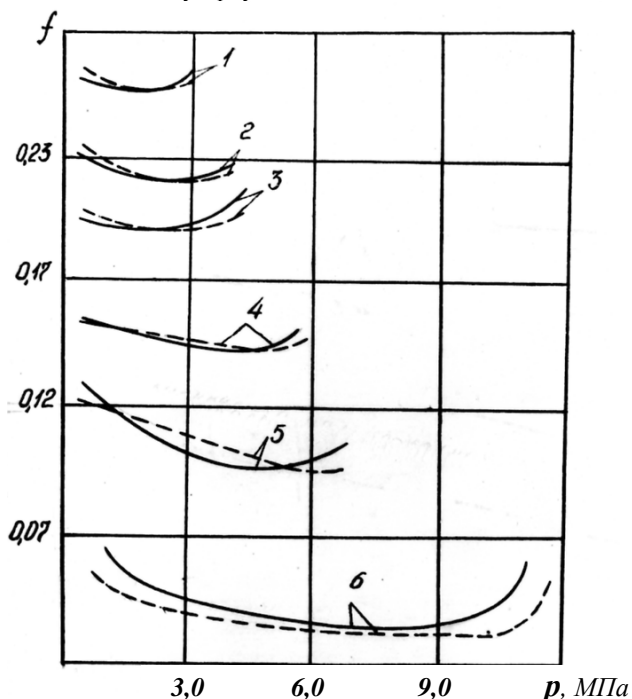


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения f АМДП и древесного шпона от удельной нагрузки p и содержания стекловолокна:

Екименко А.Н., научный сотрудник Института инновационных исследований. Беларусь, ИИИ, 246017, г. Гомель, ул. Карповича, 5/18.

1-5 – соответственно 25; 20; 15; 10 и 5%; 6 — для древесного шпона бинарно импрегнированного Фенолформальдегидной смолой марки ЛБС-1 и консистентной смазкой Литол-24. Сплошные кривые при $v_{ск} = 0,5$ м/с; штриховые при $v_{ск} = 1$ м/с.

С целью определения возможности использования армированных масс древесных прессовочных (АМДП) для изготовления не только корпусных, но и деталей трения были выполнены эксперименты по выявлению влияния количества стекловолокна на коэффициент трения материала по стали на машине трения МИ-1М по схеме «ролик - частичный вкладыш». Цапфой при исследовании служил металлический ролик диаметром 40 мм из стали 45 HRC 40-50. Роль подшипника выполнял образец, имеющий форму сегмента, с рабочей поверхностью 2 см^2 и углом охвата ролика, равным 60° . Исследования проводились при смазке поверхности трения маслом МС20 при $v_{ск} = 0,5 \div 1$ м/с. При верхнем пределе нагружения рабочая температура t составляла 90°C .

Как видно из результатов исследования влияния содержания стекловолокна на антифрикционные свойства АМДП (рис. 1), введение в состав МДП 15-20% стекловолокна в несколько раз повышает коэффициент трения скольжения материала и снижает его нагрузочную способность. С целью устранения указанного недостатка и расширения области использования АМДП для изготовления деталей трения разработан способ изготовления опор скольжения из АМДП с одновременной облицовкой трущихся поверхностей древесным шпоном, или импрегнированной прессованной древесиной.

В зависимости от применяемого метода облицовки изделия изготавливаются путем совместного прессования АМДП и древесного шпона или раздельного прессования, при котором первоначально из АМДП прессуется корпус опоры скольжения, а затем производится облицовка трущейся поверхности древесным шпоном.

В технологию изготовления опор скольжения из АМДП и древесного шпона кроме операций по изготовлению пресс-материала дополнительно включены операции по подготовке облицовочного слоя древесины, формированию и прессованию пакета из измельченной пресс-композиции и древесного шпона.

С целью придания древесному шпону, выполняющему роль подшипника, антифрикционных свойств и одновременно обеспечения жесткой связи его с корпусом опоры, изготавливаемым из АМДП, шпон подвергается импрегнированию разнородными наполнителями в следующей последовательности: на одну из поверхностей шпона наносят слой полимерного связующего (например, фенолформальдегидной смолы марки ЛБС-3), со второй стороны слой древесины на глубину 1-9 мм подвергается импрегнированию раствором или суспензией одного из антифрикционных материалов (фторопласт, графит, стеарат цинка и др.). Автором в качестве наполнителя для улучшения антифрикционных свойств облицовочного слоя применялась водная дисперсия фторопласта-4Д, содержащая 50-60% полимера и 9-12% поверхностно-активных веществ, расплав консистентной смазки Литол-24, в качестве связующего — спиртовой раствор фенолформальдегидной смолы марки ЛБС-3.

Импрегнирование древесного шпона дисперсией фторопласта и фенолформальдегидной смолы производилось в специальном приспособлении (рис. 2), в котором листы шпона толщиной 2-3 мм, влажностью 10-12% зажимаются попарно по периметру на ширину 1-1,5 см, торцы их закрываются от импрегнирования петлататурно-парафиновой смесью или специальной замазкой.

Сформированный пакет вместе с приспособлением помещается в ванну, заполненную тем или иным раствором, и производится импрегнирование листов древесины. Глубина и

степень импрегнирования регулируются путем изменения вязкости наполнителя и продолжительность воздействия на него вакуума и давления. После импрегнирования одним наполнителем на заданную глубину приспособление вместе с пакетом извлекают из ванны, листы шпона разворачивают и укладывают снова попарно в приспособление для импрегнирования вторым наполнителем с другой стороны. Затем импрегнированные листы шпона сушат при $t=60-80^\circ\text{C}$ до влажности 6-8%.

Сущность способа формирования опор скольжения совмещенным прессованием (рис. 3) заключается в следующем: в матрицу пресс-формы, нагретой до $t=160\pm 5^\circ\text{C}$, загружается пресс-композиция АМДП, предназначенная для формирования корпуса изделия, и производится предварительное ее уплотнение на 75-80%. Затем пуансон поднимается, и в образованные гнезда укладывается облицовочный шпон.

Укладывают шпон таким образом, чтобы поверхность, покрытая связующим, находилась внутри изделия, а поверхность трения, импрегнированная антифрикционным материалом, снаружи.

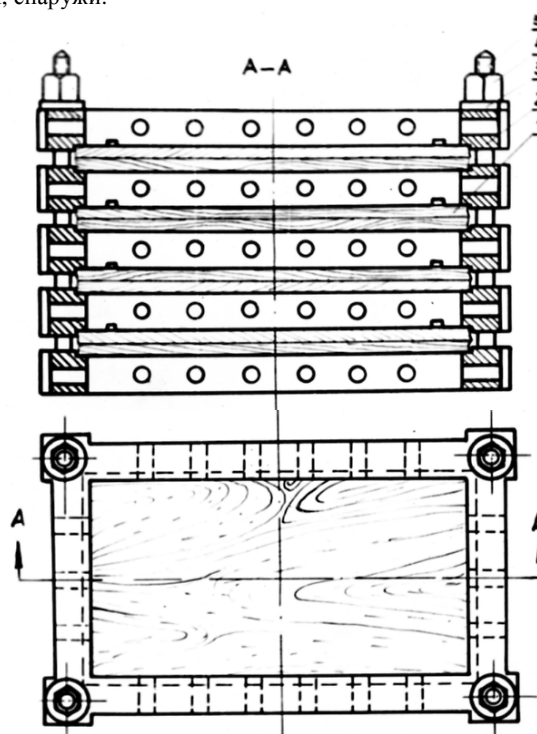


Рис. 2. Приспособление для импрегнирования древесного шпона разнородными материалами: 1 – шпон; 2 – зажимы; 3 – стержень; 4 – гайка.

Прессование изделий производят при $t=160\pm 5^\circ\text{C}$, $p = 40\pm 5$ МПа, времени выдержки под давлением $\tau = 0,8$ мин на 1 мм толщины изделия.

При раздельном формировании первоначально изготавливается необходимой формы и размеров корпус опоры, затем его трущаяся поверхность покрывается облицовочным слоем древесины. Соединение облицовочного слоя с корпусом опоры производится за счет адгезии промежуточной эластичной полимерной пленки, расположенной на границе раздела АМДП — древесный шпон. В качестве связующего используются различные виды клеев, как холодного, так и горячего отверждения. При использовании клея горячего отверждения на основе фенолформальдегидной смолы соединение облицовочного слоя с корпусом изделия осуществляют при $t=150\pm 5^\circ\text{C}$, $p=100-150$ кгс/см² и выдержке под давлением в течение 5-7 мин.

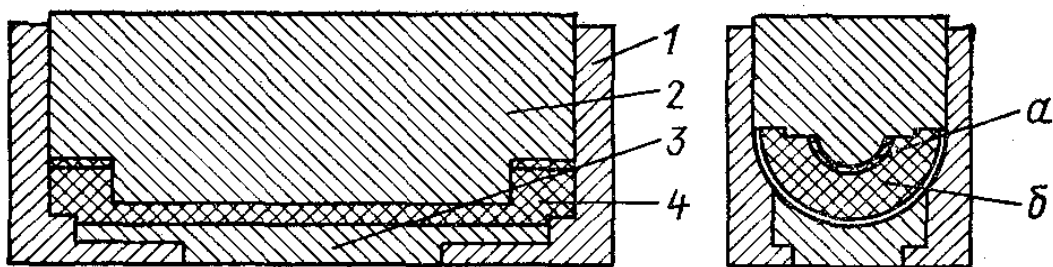


Рис. 3. Схема формирования ролика ленточного конвейера из АМДП и древесного шпона:
а – подшипник; б – корпус ролика; 1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – выталкиватель; 4 – секция ролика

При раздельном способе прессование древесного шпона может производиться до соединения его с корпусом изделия и после, в процессе облицовки. Предварительное прессование шпона производится между горячими плитами при $t=150\pm 5^\circ\text{C}$, $p=10-15$ МПа.

Комплексное решение вопросов армирования и облицовки опор скольжения разнородными материалами позволило разработать принципиально новую конструкцию опоры (рис. 4), состоящей из элементов: корпуса из АМДП, на внутренней поверхности которого расположены масляные каналы, выполненные в виде продольных и поперечных глухих пазов, и входного масляного отверстия для пресс-масленки; эластичной склеивающей прослойки и облицовочного антифрикционного слоя, выполненного из капиллярно-сосудистого материала — древесного шпона, пропитанного одним из антифрикционных материалов (дисперсией фторопласта, АМАНА, дисульфида молибдена и др.) [3].

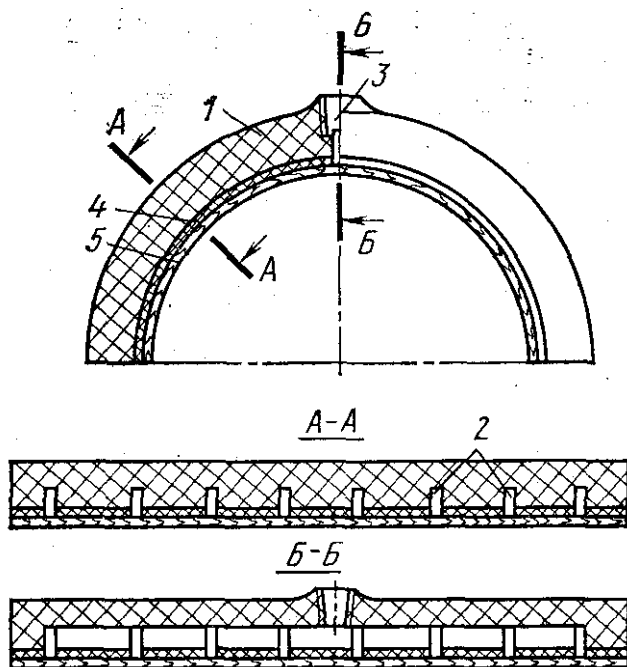


Рис. 4. Подшипник скольжения с тонким слоем древесины:
1 – корпус; 2 – масляные каналы; 3 – отверстие для пресс-масленки; 4 – эластичная склеивающая прослойка; 5 – антифрикционный слой из древесного шпона.

Разработанная конструкция опоры обеспечивает смазывание пары трения смазкой, находящейся в каналах подшипника.

В разработанной конструкции опоры смазка фильтруется при прохождении через пористый слой древесного шпона. Тепло интенсивно отводится из зоны трения, так как антифрикционный слой соединен непосредственно через тонкую полимерную пленку (толщиной 0,7-1 мм) с металлополимерным корпусом. Наличие эластичной прослойки между корпусом и антифрикционным слоем предохраняет последний от разрушения при тепловом расширении разнородных материалов.

Разработанная конструкция позволяет за счет импрегнирования антифрикционного слоя древесины различными материалами (фторопластом, дисульфидом молибдена, графитом и др.) придавать последнему необходимые свойства (кислотостойкость, водостойкость, повышенную теплопроводность и др.).

Работоспособность опор скольжения определялась лабораторными и производственными испытаниями.

В процессе лабораторных исследований были определены зависимости коэффициента трения от нагрузки для АМДП при различном содержании стекловолокна, а также для древесного шпона, импрегнированного фенолформальдегидной смолой и консистентной смазкой Литол-24 (рис. 1). Как видно из графика, с увеличением содержания стекловолокна в АМДП с 5 до 20% коэффициент трения материала увеличивается в 2,5-3 раза. Предельное значение давлений в интервале скоростей скольжения 0,5-1 м/с составляет 3,5 МПа. При трении же подшипников, облицованных древесным шпоном, коэффициент значительно ниже, чем у подшипников из АМДП, нагрузочная способность их соответственно выше в 2,5-3 раза.

Опорные подшипники мотовила кормоуборочного КСК-100 изготовлены из АМДП и древесного шпона, испытаны в условиях высоких температур и влажности различных климатических поясов. Полевые испытания показали, что подшипники в течение нескольких сезонов работы не требуют смазки, по долговечности превосходят металлические в 2-3 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коротаяв Э. И., Клименко М. И. Использование древесных опилок. М.: Лесная промышленность, 1974.
2. Екименко Н. А., Купчинов Б. И., Громыко Л. А. Древесная армированная пресс-композиция. Авторское свидетельство на изобретение 677947, б.и. N29, 1979.
3. Екименко А.Н., Колдаева С.Н., Терешко Ю.Н. Подшипник скольжения, решение на выдачу патента на полезную модель РБ, N20050269 от 12.05.2005.