

изводной уравнения (3) – $\frac{d\sigma_u}{dC_{нэ}}$. В нашем случае это выглядит следующим образом:

$$C_{нэ} = \frac{16,76 - 0,66 \cdot P - 0,294 \cdot C_{ф}}{0,272} \quad (5)$$

Таким образом, оптимальное по критерию механической прочности содержание ПЭНД уменьшается с ростом P и количества терморективной смолы $C_{ф}$ в композиции (рис. 2).

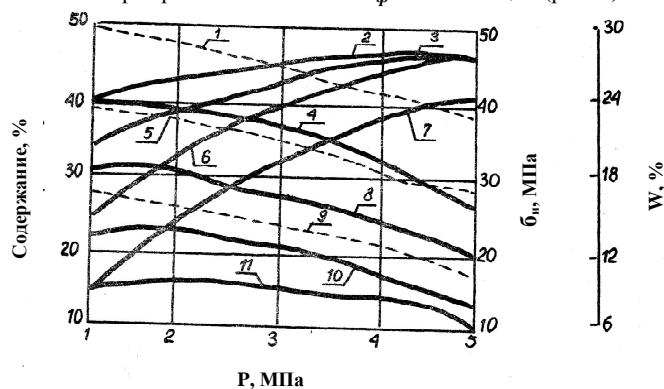


Рис. 2. Зависимость оптимального содержания ПЭНД в композиции (1, 5, 9), σ_u (2, 3, 6, 7) и W (4, 8, 10, 11) от давления прессования P . Содержание фенолформальдегидного олигомера, %: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5

Заключение. Полученные результаты позволяют определить оптимальный по критерию механической прочности состав композиционного материала, перерабатываемого при давлении 3 - 4 МПа в замкнутом объеме при температуре 130 - 140°C в зоне формования и 40 - 50°C в зоне термостабилизации. Время выдержки под давлением составляет 0,5 - 0,8 мин на 1мм толщины изделия при содержании термопластичного полимера 18 - 21 мас.%, терморективного связующего - 1,0 - 2,5 мас.%; остальное количество составляет измельчен-

УДК 634.0.381

Екименко А.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ АРМИРОВАННЫХ ДРЕВОПЛАСТОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

1. Введение

Основная причина ограниченного использования древесных пластиков (ДПК) в машино- и станкостроении для изготовления сложно-нагруженных деталей заключается в низкой прочности этих материалов при работе на ударный изгиб [1, 2].

Поскольку большинство машиностроительных деталей во время эксплуатации испытывает действие динамических ударов и вибрационных нагрузок, к ним предъявляются высокие требования работы на удар. К настоящему времени наметились некоторые направления по улучшению свойств ДПК путем армирования их металлом или стеклянными волокнами [3, 4].

В первом случае металлическая арматура в виде проволоки, штифтов, втулок, болтов, гаек, колец или пластин закладывается непосредственно в пресс-форму и запрессовывается в изделие во время формования. Однако применение металлической арматуры в качестве упрочняющего средства ДПК приводит к значительному удорожанию изделий, увеличению веса и усложнению технологического процесса.

ная древесина. Плотность полученного материала составляет 1,04 - 1,05 кг/м³, предел прочности при статическом изгибе: 35 - 45 МПа, водопоглощение: 4 - 9 %.

Для переработки композиционного материала при пониженном давлении разработано оборудование, дающее возможность получать крупногабаритные изделия трубчатой и плоской формы [8-10]. Разрабатываемые изделия могут быть использованы в строительстве и сельском хозяйстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Франц Смутка. Древесная экструзия – новая технология, кампания "ТЕХНОПЛАСТ Кунштштоффтехник ГмБХ" (Австрия). http://www.proplex.ru/dealers/oid/N74_08.html
2. Ф. Смутка. Экструзия древесно-волоконистых материалов: пути развития. // Строительные материалы и технологии, 2003. №1. – С. 10-14.
3. Купчинов Б.И., Немогай Н.В., Мельников С.Ф. Состав и технология переработки древесно-полимерных композиционных материалов на основе ПЭ // Пластические массы, 1982. №1. – С. 44-46.
4. Купчинов Б.И., Немогай Н.В., Мельников С.Ф. Технология конструкционных материалов и изделий на основе измельченных отходов древесины. - Минск: Наука и техника, 1992. – 199 с
5. Прушак В.Я., Колдаева С.Н., Михайлов М.И. Технология древесно-полимерных композитов для деталей машин. – Гомель: Информтрибо, 1992. – 225 с.
6. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л.: Химия, 1975.
7. Л.Д.Ландау, Е.М. Лившиц Теоретическая физика. Том IV. Гидродинамика. – М.: Наука, 1988.
8. Установка для формования трубчатых изделий. А.с. 547367 СССР. М. Кл. В29 5/00.
9. Устройство для формования изделий сложной конфигурации из древесно-прессовочных масс. А.с. 655564 СССР. М. Кл. В29 5/00.
10. Устройство для изготовления погонажных изделий. Патент РБ №2463 В 29N 3//00.

При применении металлической арматуры нарушается монолитность изделий. В деталях и конструкциях из-за различия в коэффициентах линейного расширения разнородных материалов могут возникать значительные внутренние напряжения, вызывающие трещины и коробления, которые отрицательно сказываются на работе армированных конструкций.

При армировании ДПК стеклянными волокнами наблюдается значительное улучшение физико-механических свойств, но при этом резко возрастает, в 3-4 раза, коэффициент трения, и такие изделия нельзя использовать для изготовления трущихся деталей машин. Кроме того, использование стеклянного волокна в процессе производства ДПК и при изготовлении из него деталей машин требует специальных защитных средств органов дыхания, рук, лица, так как оно поражает кожу и слизистую оболочку горла.

2. Результаты исследований и их обсуждение

Для устранения этих недостатков в Институте инновационных исследований разработан способ изготовления ударо-

прочных пластиков на основе древесины путем армирования их волокнистыми материалами.

При разработке этих материалов в качестве связующего использовались спиртовые растворы фенолформальдегидной смолы ЛБС-СТП Н05-02-91 и кремнийорганической К-9-Б, модифицированной поливинилбутиралем.

Эти смолы обладают сравнительно высокой адгезией к древесине, полиоксидазольному и углеродному волокнам, выпускаются многотоннажно промышленностью и имеют невысокую стоимость.

В качестве арматуры использовались отходы полиоксидазольных и углеродных волокон и нитей в виде путанки. Выбор их в качестве армирующих элементов обусловлен рядом положительных качеств, присущих этим волокнам.

В процессе исследований полиоксидазольное и углеродное волокна подвергались бинарному импрегнированию, т.е. первоначально на их поверхности из раствора поливинилового спирта или латекса формировалась адгезионно связанная «демпфирующая» оболочка, а затем они обрабатывались бинарным связующим.

Было изучено влияние вида материала промежуточного слоя между полиоксидазольным, углеродным волокнами и связующим, и его толщины на механические свойства ДПКА (древопласт композиционный армированный). При этом содержание латекса в композиции изменялось в пределах от 1 до 3%, а поливинилового спирта от 2 до 3%. Для сшивки молекул латекса в процессе вулканизации применяли раствор диметилдитиокарбоната натрия. Толщина полимерной оболочки на поверхности волокон изменялась в пределах от 2 до 15 мкм. Регулирование ее толщины осуществлялось путем изменения концентрации растворов исследуемых материалов при нанесении их на поверхность армирующих волокон. Сплошность и толщина пленки определялись на микроскопе МБИ-11.

Исследованиями установлено, что наилучшими показателями механических свойств обладает ДПКА при толщине промежуточного слоя между волокнами и связующим в пределах 3-5 мкм. Оптимальная толщина пленки достигается при импрегнировании волокон раствором поливинилового спирта 5-6% концентрации.

На рис. 1 показана зависимость некоторых механических свойств ДПКА (ударной вязкости, предела прочности при статическом изгибе, растяжении и сжатии, твердости) от длины полиоксидазольного и углеродного волокон. Как видно из графика, при увеличении длины волокон от 5 до 30 мм наблюдается значительное улучшение механических свойств материала. Дальнейшее увеличение длины волокна в интервале 30-50 мм не оказывает существенного влияния на изменение его механических свойств, а при увеличении длины свыше 50 мм наблюдается снижение механической прочности материала.

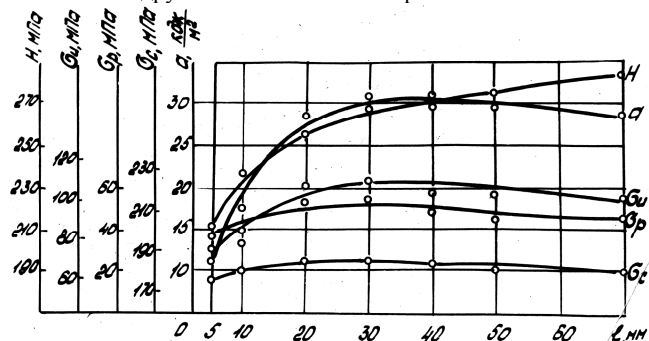
Это объясняется тем, что при длине волокна свыше 50 мм значительно возрастает число изгибающих участков, приводящих к частичному его разрушению. Кроме того, увеличение длины волокна приводит к формированию в армирующем материале специфических завитков, которые плохо обрабатываются связующим и при прессовании образцов образуют непроклеенные участки, снижающие прочность материала. Таким образом, наилучшими механическими свойствами обладают ДПКА, содержащие в своем составе волокно длиной 25-30 мм.

На рис. 2 приведены результаты зависимости физико-механических свойств ДПКА от содержания армирующих волокон.

Анализ полученных зависимостей показал, что с увеличением содержания армирующих волокон от 5 до 20% наблюдается интенсивное повышение механической прочности материала, а при дальнейшем увеличении свыше 20% прочность ДПКА изменяется незначительно.

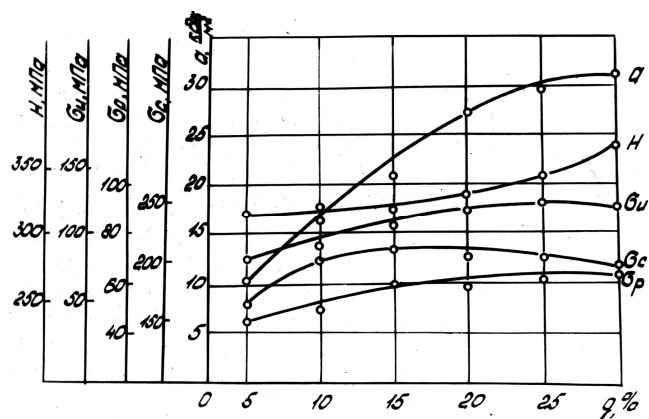
Введение в состав пресскomпозиции 10-15% полиоксидазольного и 5-8% углеродного волокон увеличивает прочность при растяжении в 2 раза, статическом изгибе – на 60-70%, сжатии – на 35-40%, ударную вязкость – в 4-5 раз и твердость на 15-20%.

В результате проведенных исследований особенностей физического и механохимического взаимодействия ингредиентов в композиционных материалах разработан научно-обоснованный метод получения новых композиций на основе полярных и неполярных материалов, таких как полиоксидазольное и углеродное волокна и полимерное связующее. Сущность его заключается в том, что на поверхности неполярных и малополярных материалов, предварительно перед импрегнированием их связующим с жесткой сетчатой структурой из эластичных полимеров (поливинилового спирта, латекса и др.), создается адгезионно связанная «демпфирующая» оболочка, способствующая снижению свободной поверхностной энергии на границе раздела и уменьшению внутренних напряжений в зоне контакта связующего с армирующими элементами из полиоксидазольного и углеродного волокон или других волокнистых материалов.



α – ударная вязкость; H – твердость; σ_{изг} – прочность при статическом изгибе; σ_р – прочность при растяжении; σ_с – прочность при сжатии

Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств ДПКА от длины армирующих волокон



α – ударная вязкость; H – твердость; σ_{изг} – прочность при статическом изгибе; σ_р – прочность при растяжении; σ_с – прочность при сжатии

Рис. 2. Зависимость физико-механических свойств ДПКА от содержания армирующих волокон

Для измельчения полиоксидазольных и углеродных волокон и нитей на отрезки заданной длины нами разработана установка, принципиальная схема которой приведена на рис. 3.

Установка состоит из режущего аппарата с ножевой головкой 1 и вставными ножами 2, у которых в зависимости от

направления вращения ножевой головки передний угол перемноженно меняет свою величину, а при измельчении направленного волокна задний угол ножа играет роль переднего и имеет отрицательную величину.

Режущий аппарат насажен на вал 3, причем его шпиндель снабжен правой и левой резьбой разного диаметра для обеспечения реверсивности вращения и имеет прижимной ролик 4, соединенный гибкой связью 5 с роликом 6, укрепленным в пазах стоек 7. Питающие ролики 8 и 9 установлены в корпусе загрузочного бункера 10 и снабжены снимающим ножом 11. Корпус 12 снабжен пазами 13 и неподвижными ножами 14. Установка снабжена бобиной с ровницей 15 и емкостью 16 для измельченного материала.

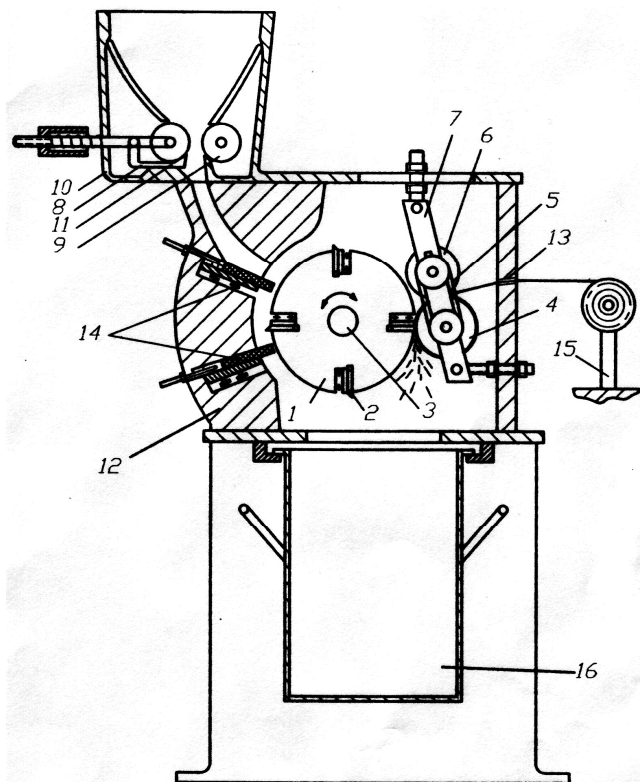


Рис. 3. Установка для измельчения волокнистого материала

Установка работает следующим образом.

Однонаправленные волокна с бобины через паз корпуса подаются между роликами 4 и 6.

При вращении ножевой головки по часовой стрелке и соприкосновении ножей 2 и ролика 4 происходит резка волокон. Длина нарезаемого волокна регулируется подачей волокна и скоростью вращения ножей 2.

При вращении ножей головки против часовой стрелки ножами 2 и 14 измельчается путаное волокно, которое подается в бункер через ролики 8 и 9 в корпус установки. Ролик 8 имеет регулировку и снабжен снимающим ножом 11 для предотвращения наматывания волокнистого материала на ролик. Измельченный материал направляется в бункер, установленный в пазах установки.

Разработанные нами материалы были всесторонне исследованы в лабораторных и производственных условиях.

На рис. 4 приведены элеваторы шарошлифовальных станков МШ-33, оборудованные металлическими ковшами и ковшами из конструкционного армированного древопласта.

На рис. 5 приведен общий вид ковшей из армированного древопласта.

На рис. 5а приведены изношенные металлические ковши после 15000 часов работы.

На рис. 5б – ковши из армированного древопласта после 15000 часов работы.

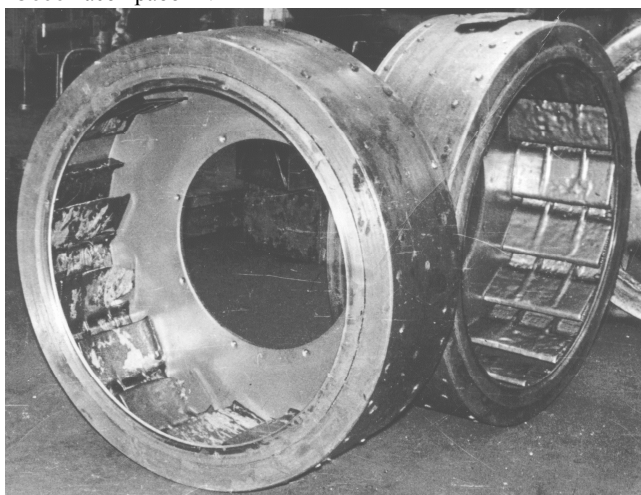


Рис. 4. Элеваторы шарошлифовальных станков МШ-33: а - оборудованный ковшами из армированного древопласта; б - оборудованный ковшами из стального литья

Ковши эксплуатировались в абразивной среде дизтоплива с включениями абразивных частиц от шлифовальных кругов под действием ударных нагрузок, вызываемых падением массы металлических шаров с высоты 1.2 м.

В результате эксплуатационных испытаний было установлено, что за 15000 часов работы стальные ковши полностью износились, а в ковшах из армированного древопласта износ за это же время составил 40-45%.

Проведенные испытания показали высокую надежность и работоспособность полимерных ковшей и рекомендованы к внедрению в производство.

Использование в элеваторах шарошлифовальных станков МШ-33 ковшей из армированного древопласта позволит в 3 раза сократить шум, вызываемый падением массы металлических шаров с высоты 1.2 м и ударом их о металлические ковши, а также увеличить срок их службы по сравнению с металлическими на 30-40%.

3. Выводы

На основе использования измельченных отходов древесины полиоксидозольного и углеродного волокна разработан новый ударопрочный композиционный материал ДПКА – древопласт конструкционный армированный.

Разработана установка для переработки отходов полиоксидозольного волокна в виде путанки в армирующий наполнитель заданной фракции для производства ДПКА.

Исследована работоспособность ДПКА в лабораторных и производственных условиях при изготовлении ковшей элеваторов шарошлифовальных станков марки МШ-33. Использование ковшей из ДПКА вместо металлических позволило снизить в три раза производственный шум и увеличить срок службы ковшей на 30-40%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Купчинов Б. И., Немогай Н. В., Мельников С. Ф. Технология конструкционных материалов и изделий на основе измельченных отходов древесины. – Мн.: Наука и техника, 1992.
2. Нысенко Н. Т. Древесные пластики. – М.: Лесная промышленность, 1976.
3. Колдаева С. Н. Конструкционные коррозионно-стойкие пластики на основе древесины и стекловолокна с повышенными антифрикционной и огнестойкостью. Автореферат. дис. канд. техн. – Новополоцк, 2005.
4. Любин Дж. Справочник по композиционным материалам в 2 т. Перевод с англ. под редакцией Геллера Б.Э. – М.: Машиностроение, 1988. - Т. 2.

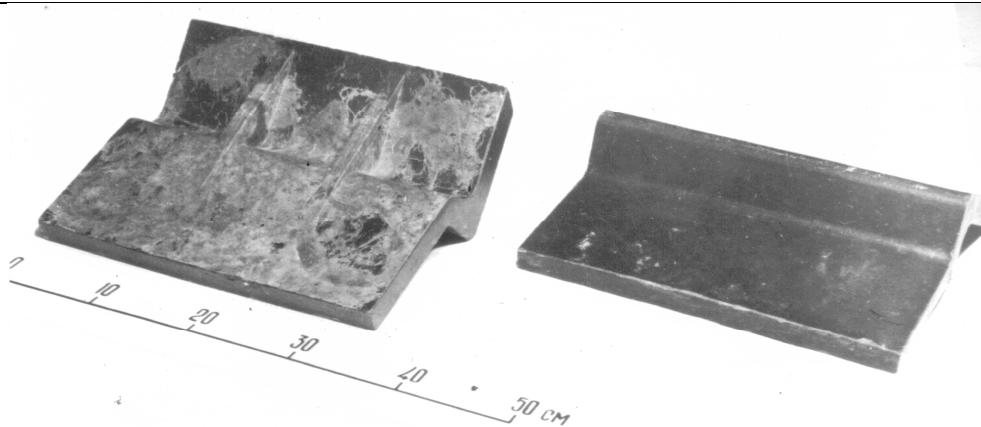


Рис. 5. Ковши элеваторов шарошлифовальных станков МШ-33, изготовленные из армированного древопласта.

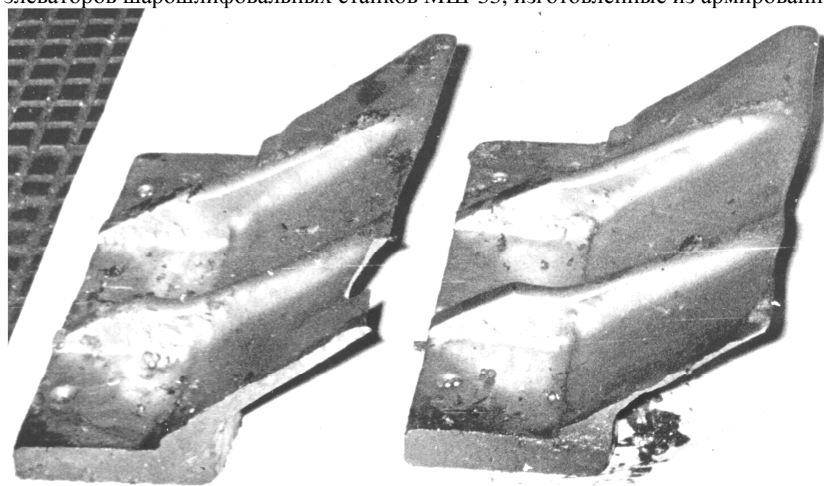


Рис. 5а. Изношенные металлические ковши после 15000 часов работы.

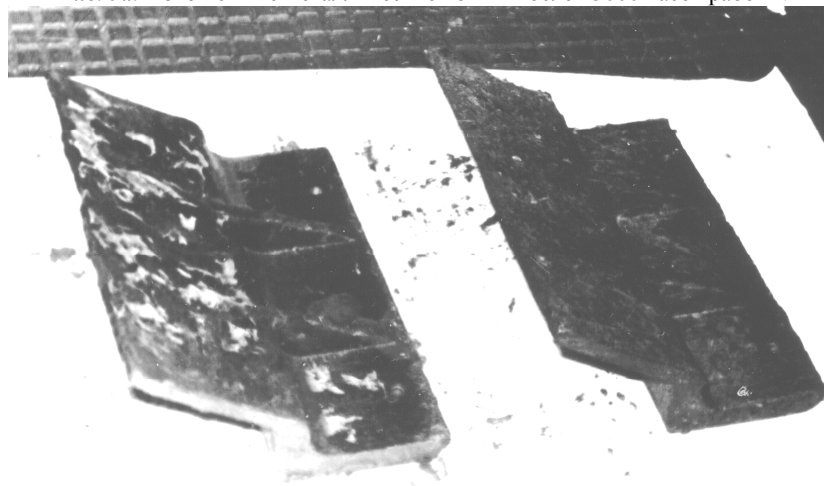


Рис. 5б. Ковши из армированного древопласта после 15000 часов работы.

УДК 621.83.05

Мирошниченко И.А.

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ. ВИБРАЦИЯ. ПОГРЕШНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЕ В ЧАСТОТНОМ СПЕКТРЕ

Введение. В мировой практике создания машинных механизмов (агрегатов) актуальной остается проблема обеспечения надежности их работы и проблема безразборного кон-

троля и прогнозирования их технического состояния. Как правило, практикуемые в настоящее время способы контроля параметров технического состояния машин и механизмов

Мирошниченко Игорь Александрович, ст. преподаватель каф. машиноведения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.