



Тэхніка

УДК 621.745.56

Неменёнок Б. М., Задруцкий С. П., Пивоварчик А. А., Довнар Г. В. НИЗКОТОКСИЧНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Ключевые слова: рафинирование, модифицирование, карбонаты, пористость, микроструктура, механические свойства.

Целью данной работы является исследование эффективности дисперсных смесей на основе кальций-стронциевых карбонатов при рафинировании и модифицировании сплавов на основе алюминия. Научная новизна состоит в получении экспериментальных данных по изменению плотности расплава, индекса пористости сплава в зависимости от времени обработки расплава кальций-стронциевыми смесями в реальных производственных условиях при различных технологических режимах. Во введении содержится краткая информация по материалам, используемым в качестве модифицирующих и рафинирующих препаратов на технологическом этапе модифицирования расплава с целью повышения технологических свойств получаемых отливок. Описаны достоинства и недостатки использования таких модифицирующих веществ, как хлор, фтор, натрий и стронций. В основной части изложена методика проведения исследований по определению эффективности использования кальций-стронциевых карбонатов, применяемых в качестве модифицирующе-рафинирующей смеси при обработке расплава алюминия. Установлено, что использование модифицирующе-рафинирующей смеси на основе кальций-стронциевых карбонатов позволяет повысить плотность сплава с 2330 до 2420 кг/м³, а также способствует измельчению микроструктуры сплава. Показано, что длительность эффекта от модифицирования при обработке расплава смесью на основе кальций-стронциевых карбонатов составляет от 50 до 70 мин, в то время как при обработке жидким флюсом на основе гексахлорэтана эффект модифицирования сохраняется в течение 40 мин. Установлено, что после обработки расплава смесью на основе кальций-стронциевых карбонатов индекс плотности сплава снижается в среднем в 3 раза. Результаты исследований будут полезны технологам-металлургам при выборе модифицирующих и рафинирующих препаратов, применяемых в качестве модификаторов при обработке алюминиевого расплава с целью повышения механических свойств отливок, получаемых литьем под низким давлением, литьем в кокиль, а также при литье в песчано-глинистые формы.

Табл. – 1. Рис. – 3. Библиограф. – 8 назв.

УДК 621.74.699

Задруцкий С. П., Неменёнок Б. М., Довнар Г. В., Пивоварчик А. А. НИЗКОТОКСИЧНЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ РАФИНИРУЮЩЕЙ И РАФИНИРУЮЩЕ-МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Ключевые слова: рафинирование, модифицирование, расплав алюминия, карбонат стронция, состав, плотность, прочность, пластичность.

Целью исследования является разработка низкотоксичного препарата, используемого для рафинирующей и рафинирующе-модифицирующей обработки расплавов на основе алюминия, обеспечивающего высокие технологические свойства получаемого сплава. Научная новизна работы состоит в создании оптимального состава низкотоксичного препарата на основе карбоната кальция и карбоната стронция для рафинирующе-модифицирующей обработки расплава на основе алюминия. Во введении содержится краткая информация по материалам, применяемым в качестве рафинирующих и модифицирующих препаратов. Показаны недостатки

использования таких модифицирующих материалов, как солевые композиции на основе калия, натрия, фтора. В основной части описана методика проведения исследований по технологии обработки расплава низкотоксичными препаратами. Представлены результаты изучения технологических свойств сплава, полученного после предварительной рафинирующей и рафинирующе-модифицирующей обработки расплава низкотоксичным препаратом на основе карбоната кальция и карбоната стронция. Установлено, что с увеличением содержания SrCO_3 в составе рафинирующего препарата с 10 до 50 % время бурления расплава возрастает с 3,05 до 3,25 мин, т.е. увеличивается на 20 с. При использовании составов с содержанием в карбонатной смеси свыше 50 % SrCO_3 время реакции возрастает более существенно. Показано, что после обработки расплава составами, содержащими в карбонатной смеси свыше 50 % SrCO_3 , в колокольчике остается непрореагировавший остаток смеси в количестве 7,0 и 20,0 % от первоначальной массы навески, что связано с недостаточным количеством CaCO_3 . При использовании составов с меньшим содержанием SrCO_3 смеси расходуется в колокольчике без остатка. Результаты исследований будут полезны технологам при выборе рафинирующих и рафинирующе-модифицирующих препаратов, используемых во время обработки алюминиевого расплава, с целью повышения его механических свойств.

Табл. – 1. Рис. – 6. Библиограф. – 5 назв.

УДК 621.791.011

**Исаков С. А., Лещик С. Д., Гостик Ю. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СОЕДИНЕНИЙ ДУГОВОЙ СВАРКОЙ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА**

Ключевые слова: дуговая сварка, среда защитных газов, продольное магнитное поле, зона термического влияния, микротвердость, усталостная прочность, ультразвуковая ударная обработка, газодинамика, пульсирующий источник тепла, микролегирование.

Во введении указан объект исследования – технологический процесс получения неразъемных соединений дуговой сваркой стальных деталей в среде защитных газов. Целью работы является обзор, структурирование, классифицирование и сравнение наиболее эффективных методов улучшения технологических параметров сварных соединений стальных деталей, определение оптимальных параметров существующих технологий для получения соединений с необходимой структурой и свойствами. Научная новизна состоит в разработке универсальной классификации методов формирования сварных соединений дуговой сваркой в среде защитных газов. В основной части статьи приведен обзор существующих методов, применяемых для улучшения и оптимизации технологического процесса сварки стальных деталей, а именно: применения продольного магнитного поля для получения сварных соединений, а также влияния магнитного поля на сварочную дугу и последующее формирование сварного шва для изменения свойств соединения; воздействия структуры зоны термического влияния на усталостные характеристики сварных соединений (представлены результаты исследований воздействия ультразвуковой механической обработки сваренных образцов на преобразование структуры зоны термического влияния, а также определения микротвердости зоны термического влияния после механической обработки); применения результатов исследований внешнего пульсирующего источника тепла на расплавленный металл и формирование твердых фаз сварного шва; применения газодинамического метода, который оказывает воздействие на формирование и перенос капель электродного металла и профиль сварного шва; применения результатов исследования импульсно-дуговой сварки как метода управления, показывающих, что при правильном управлении процессом сварки можно добиться положительного эффекта в формировании структуры металлов; применения метода микролегирования поверхности, который позволяет улучшить качество и состав металлов, входящих в сварное соединение. Приведена классификация названных методов, дано их описание. В заключении сделаны выводы об эффективности комбинирования представленных методов.

Рис. – 8. Библиограф. – 19 назв.

УДК 616.71

**Жарнова О. А. КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА
ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ В САГИТТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ**

Ключевые слова: цифровая рентгенограмма, компьютерный анализ, межпозвонковый диск, шейный отдел позвоночника.

Во введении описаны методы диагностики шейного отдела позвоночника. Целью исследования является разработка компьютерной программы для анализа цифровых рентгенограмм шейного отдела позвоночника в автоматическом режиме, позволяющей оценить состояние межпозвоночного диска, что важно для ранней диагностики заболеваний шейного отдела позвоночника. В основной части описан метод функциональной рентгенографии, с помощью которого получается цифровая рентгенограмма в боковой проекции для трех положений объекта: ортостатического, максимальных наклонов вперед и назад (полное движение в сагиттальной плоскости). Приведено описание калибровки цифровых рентгенограмм для определения основных параметров шейного отдела позвоночника. Изложена методика измерения угловых, линейных и плоскостных параметров цифровых рентгенограмм объектов, а именно: угловых перемещений тел позвонков при движении в сагиттальной плоскости, линейных размеров между соседними телами позвонков при их движении, периметров и площадей межпозвоночных дисков. Экспериментально получены данные параметры для контрольных групп с учетом возрастной и половой категории, характеризующие состояние шейного отдела позвоночного столба в норме, что дает возможность сопоставления результатов измерений для конкретных объектов с нормой. Приведено описание разработанного и внедренного пакета программ «Позвонок–2», позволяющего хранить и обрабатывать информацию о состоянии шейного отдела позвоночника при сопоставлении численных результатов обработки изображений с нормой для каждой возрастной категории. Разработанный пакет программ «Позвонок–2» может применяться для исследований шейного отдела позвоночника в динамике, обеспечивая высокую точность исследования, а также не требуя длительного времени для обработки рентгенограмм. Метод является простым в исполнении, с использованием минимальных затрат на расходные материалы. С помощью данного метода становится возможным проводить диагностику без дорогостоящих исследований магнитно-резонансной, а также компьютерной томографии.

Табл. – 2. Рис. – 6. Библиограф. – 11 назв.

УДК 623.437.42

**Линник Д. А., Лецик С. Д. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
КОЛЕБАНИЙ МАСС КАБИНЫ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА
И МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ НА ПЭВМ**

Ключевые слова: математическая модель, подрессоренная масса, колесный трактор, подвеска кабины, моделирование, спектральная плотность.

Во введении указан объект исследования – система подрессоривания кабины водителя колесного трактора Минского тракторного завода (МТЗ). Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования системы подрессоривания кабины водителя колесного трактора МТЗ, что обеспечит повышение производительности и конкурентоспособности тракторной техники, производимой в Республике Беларусь. Целью исследования является разработка математических моделей колебаний масс колесного трактора и метода имитационного моделирования колебаний на персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ) для определения параметров упруго-диссипативных характеристик элементов подвески кабины, позволяющих обеспечивать смещение частот низкочастотного резонанса на сиденье водителя в область более высоких частот, находящихся вне зоны рабочих скоростей движения колесного трактора. В основной части представлен обзор существующих конструкций систем подрессоривания кабин зарубежных и отечественных колесных тракторов. Необходимо отметить, что кабина колесного трактора МТЗ крепится к остоу через виброизоляторы, которые являются фильтрами высокочастотных колебаний, гасят шум, но не являются подвеской. Описаны математические модели колебаний масс. Определены оптимальные параметры упруго-диссипативных характеристик подвески кабины водителя колесного трактора (вторичное подрессоривание). В заключении отражены основные результаты исследований, заключающиеся в определении оптимальных значений упруго-диссипативных характеристик элемента релаксации демпфирования сиденья и кабины водителя колесного трактора. Результаты имитационного моделирования подтвердили эффективность включения элемента релаксации демпфирования в подвеску кабины колесного трактора. Элемент релаксации демпфирования выводит низкочастотные колебания в область более высоких частот, чем у серийной опоры. Полученные результаты могут быть использованы при создании систем подрессоривания кабины водителя колесного трактора МТЗ.

Рис. – 12. Библиограф. – 4 назв.

**Сергиенко И. Г., Зноско К. Ф., Тарковский В. В. ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ
И СУСПЕНЗИЙ НА ИХ ОСНОВЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ
В ЖИДКОСТИ ПРИ МИКРОСЕКУНДНОМ ИМПУЛЬСЕ**

Ключевые слова: электрический взрыв, микросекундный импульс, продукты разрушения, медь, графит, наночастицы и суспензии на их основе.

Объектом исследования является метод получения частиц нано- и субмикронного уровней разрушением исходного материала электрическим разрядом микросекундной длительности в жидкости. Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования методов получения наноструктур. Целью исследования является получение наноструктур разрушением исходного материала электрическим разрядом микросекундной длительности в жидкости, исследование их размерных и других характеристик, а также суспензий на их основе. Во введении представлен краткий обзор литературы, описывающей теоретические основы электровзрывного разрушения материалов в жидкости. Приведены достоинства и недостатки метода, зафиксированные в исследованиях других авторов. Дано обоснование более детальному изучению метода электроразрядного разрушения. В основной части описана экспериментальная установка. Изложены методика проведения экспериментальных исследований морфологических и размерных характеристик продуктов разрушения, результаты проведенных экспериментов. На практике реализован способ получения частиц нано- и субмикронного уровней методом микросекундного электрического разряда в жидкости меди в дистиллированной воде. Установлено, что образующиеся наноструктуры имеют размер до 100 нм. Доля более крупных частиц относительно невелика. Определена экспериментальная зависимость параметров распределения частиц по размерам от условий их получения. Изучен габитус частиц. Полученные данные исследования наночастиц и суспензий на их основе делают привлекательным данный метод для дальнейшего изучения и практического применения. В частности, представляет интерес получение наноструктур в других жидкостях. В заключении сформулированы основные выводы о проделанной работе. Определена концентрация частиц в получаемых суспензиях, показано, что использование микросекундного импульса дает возможность получать частицы нано- и субмикронного уровней. Выводы, сделанные по результатам исследований наночастиц и суспензий на их основе, позволяют определять необходимый метод в зависимости от требуемых параметров.

Рис. – 10. Библиограф. – 13 назв.

**Свиридёнко А. И., Чижик С. А., Кравцевич А. В., Суслов А. А., Шашура Л. И., Русецкий В. А.
МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДА «PULL-OUT» ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ
АДГЕЗИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ «АРМИРУЮЩЕЕ ВОЛОКНО – ТЕРМОПЛАСТИЧНАЯ МАТРИЦА»**

Ключевые слова: адгезия, метод «pull-out», полиамидное волокно, льноволокно, полиэтилен низкой плотности, композит.

Во введении отмечено важное значение разработки новых композиционных материалов на основе многотоннажно выпускаемых термопластичных материалов (матрицы) и армирующих волокон искусственного и природного происхождения, производимых предприятиями химической промышленности Беларуси. Конструирование новых композиционных материалов включает процессы лабораторного моделирования адгезионных контактов при их изготовлении и испытаниях. Целью работы является усовершенствование методики исследования межфазных явлений на примере модели адгезионной системы «полиэтиленовая матрица – армирующее волокно» методом вытаскивания («pull-out») волокна из матричной ячейки с использованием адгезиметра АТ-101. В основной части статьи изложены элементы модернизированной методики, преимуществами которой являются более высокая производительность изготовления экспериментальных образцов и воспроизводимость измерений. Приведены результаты исследований влияния на прочность адгезионного соединения: площади адгезионного соединения «полиамидное волокно – матрица», температуры расплава в момент формирования образцов, наномодификации полиэтиленовой матрицы, увеличения площади контакта (шероховатости) поверхностей армирующих элементов, влияния внешнего давления и роли трения в адгезионной прочности. Оценена эффективность совместного применения жестких армирующих волокон природного происхождения (лен) и синтетических полиамидных волокон (двухволоконное армирование). Экспериментальным путем показана высокая воспроизводимость полученных данных. В заключении сделан вывод о том, что возможности использования полиэтилена в качестве матрицы композиционного материала не исчерпаны. Адгезией полиэтилена низкой плотности к армирующим волокнистым материалам синтетического и

природного происхождения можно управлять как за счет индивидуальных и комплексных технологических, механических и физико-химических приемов модифицирования полимерного связующего, так и изменения морфологии поверхности применяемых ингредиентов. Предложены оригинальные схемы экспериментальной оценки влияния внешнего давления и фрикционной составляющей усилий разрушения элементарного адгезионного контакта «волокно – связующее». Расширены возможности с меньшими затратами времени и средств с достаточно высокой достоверностью осуществлять первичный отбор основных составляющих полимерных композиционных материалов.

Табл. – 2. Рис. – 12. Библиограф. – 19 назв.

УДК 678.02:547.995.12(043.3)+678.02:577.11(043.3)

**Троцкая Т. П., Клишанец Е. Т., Апанович З. В. ВЫДЕЛЕНИЕ
ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ БИОМАССЫ *ASPERGILLUS NIGER*,
ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ,
И ЕГО ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА**

Ключевые слова: хитин, хитозан, хитин-глюкановый комплекс, биомасса *Aspergillus niger*, деминерализация, депротенирование.

Во введении дана краткая характеристика биополимерам хитину и хитозану, их основным свойствам, источникам получения. Целью исследования является разработка научно обоснованной технологии выделения хитин-глюканового комплекса из биомассы *Aspergillus niger*, побочного продукта производства лимонной кислоты, и его товароведная оценка. В основной части представлены результаты разработки нормативной документации на мицелий гриба *Aspergillus niger* L. как основного сырья для выделения хитин-глюканового комплекса в производственных масштабах Республики Беларусь, позволяющие перевести биомассу *Aspergillus niger* из категории «отход» в категорию «побочный продукт». Представлены основные стадии выделения хитин-глюканового комплекса из биомассы *Aspergillus niger* по двум разработанным технологиям – с предварительной обработкой хитинсодержащего сырья раствором соляной кислоты и озono-воздушной смесью. Обоснована необходимость проведения дополнительной стадии депигментации конечного продукта. Дана сравнительная характеристика хитин-глюканового комплекса, полученного по разработанным технологиям. Установлено, что для получения хитин-глюканового комплекса с целью дальнейшего использования его в пищевой промышленности рекомендуется применять технологию с предварительной обработкой хитинсодержащего сырья раствором соляной кислоты, для применения хитин-глюканового комплекса в других отраслях промышленности – технологию с предварительной обработкой хитинсодержащего сырья озono-воздушной смесью. Представлены результаты сравнительной органолептической оценки полученного хитин-глюканового комплекса и импортных образцов хитозана. Установлено, что по вкусоароматическим характеристикам хитин-глюкановый комплекс имеет преимущества в сравнении с импортными аналогами (обезличенный запах и нейтральный вкус), что позволяет использовать его как самостоятельный пищевой продукт, а также в качестве функционального ингредиента в другие продукты питания, не изменяющего вкуса основного продукта. Проведены исследования морфологической структуры, химического состава и рентгенографический анализ хитин-глюканового комплекса. Установлено, что хитин-глюкановый комплекс имеет пористую структуру и аморфно-кристаллическое строение. Результаты исследования позволяют получить новый импортзамещающий функциональный пищевой продукт в производственных масштабах Республики Беларусь.

Табл. – 2. Библиограф. – 12 назв.

УДК 664.66:683.958(476+574+470)

**Потеха В. Л., Велямов М. Т., Невская Е. В., Шведко А. А., Потеха А. В., Веренич М. И.
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ КОЛЕБАНИЙ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Ключевые слова: микроволновые колебания сверхвысоких частот, тестовый дрожжевой полуфабрикат, термографический анализ, тестомесильная машина периодического действия.

Во введении статьи проанализированы информационные источники, в которых описаны результаты исследований и практического применения микроволнового излучения в хлебопекарной отрасли. Отмечено существование определенных перспектив использования микроволновых колебаний сверхвысоких частот для

повышения эффективности технологического процесса производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Представлена разработанная авторами методика термографического анализа тестового дрожжевого полуфабриката, подвергнутого воздействию микроволновых колебаний сверхвысоких частот при заданных мощностях магнетрона и времени технологической обработки. В процессе исследований осуществлялся контроль температуры на всех этапах брожения теста. Кроме этого, были изучены органолептические и физико-химические свойства тестового полуфабриката и производимых из него продуктов. В основной части приведены результаты экспериментальных исследований влияния микроволновых колебаний сверхвысоких частот на интенсивность процесса брожения тестового полуфабриката. Показано, что интенсификация бродительного процесса позволила в 1,7 раза сократить время брожения при полном соответствии свойств производимых хлебобулочных изделий требованиям, определенным нормативными документами. При этом отмечена возможность корректировки в сторону уменьшения продолжительности как технологического процесса брожения тестового полуфабриката в целом (до 90 мин), так и его отдельных стадий, в частности времени брожения до 1 и 2 обминок (30 и 60 мин соответственно). Для практической реализации экспериментально установленного эффекта предложена конструкция тестомесильной машины периодического действия с функцией интенсификации процесса брожения тестового полуфабриката. В заключении статьи изложены краткие выводы по результатам проведенных экспериментальных исследований и конструкторской разработки, подтверждающие перспективность применения микроволнового излучения сверхвысоких частот для повышения эффективности технологического процесса производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки.

Рис. – 5. Библиограф. – 12 назв.

УДК 664.654

Русина И. М., Снитко О. С., Колесник И. М. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕСТОВЕДЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ПШЕНИЧНУЮ МУКУ ВЫСШЕГО СОРТА И ПОРОШОК СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Ключевые слова: мучные композитные смеси, порошок столовой свеклы, хлебобулочные изделия, функциональное питание, технологические свойства.

В статье проанализированы показатели качества хлебобулочных изделий, полученных в лабораторном эксперименте из мучных композитных смесей с содержанием порошка свеклы столовой 3, 4 и 5 % от массы пшеничной муки при разных режимах подготовки теста. Во введении обоснована необходимость включения в рецептуру хлебобулочных изделий вторичных ресурсов пищевой промышленности, в частности порошка свеклы столовой как источника физиологически активных функциональных ингредиентов: микронутриентов, антиоксидантов, декстринов. В основной части работы описаны технологические свойства композитных смесей на основе муки пшеничной высшего сорта и порошка свеклы столовой, а также полуфабрикатов и готовых изделий пробных выпечек на их основе; подобраны оптимальные длительность и температура брожения, длительность расстойки при проведении пробных выпечек хлеба; изучена возможность предварительной активации хлебопекарных дрожжей суспензией порошка из столовой свеклы. В эксперименте установлено понижение массы сырой клейковины и повышение упругости образцов композитных смесей по сравнению с контролем. Выявлено положительное влияние порошка столовой свеклы на газообразующую активность дрожжей. При пробных выпечках у готовых изделий с включением порошка свеклы столовой сохранялись хорошие органолептические показатели и улучшались физико-химические параметры (пористость, формоустойчивость, удельный объем). Проведенные исследования показали эффективность использования порошка столовой свеклы при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения, что позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и использовать вторичные продукты переработки овощей.

Табл. – 4. Рис. – 2. Библиограф. – 13 назв.