

Рефераты

Ли Ж., Жиа Я., Шен Н., Ю Ж., Жанг В. Влияние режимов шлифования титанового сплава TC4 на остаточные напряжения в его приповерхностных слоях // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 8–18.

Исследована шлифуемость титановых сплавов, которые относятся к классу труднообрабатываемых материалов, в условиях скоростного цилиндрического шлифования с использованием шлифовального круга из кубического нитрида бора. Исследование посвящено изучению остаточных напряжений в его приповерхностных слоях, включая построение эмпирической модели, ортогональные эксперименты с использованием шлифовального круга из кубического нитрида бора при скоростях 45...150 м/с, а также прогнозирование по методу обратного распространения ошибки в нейронной сети. Сравниваются результаты измерений остаточных поверхностных напряжений, полученные в эксперименте и при модельных исследованиях пяти комбинаций режимов шлифования. Очевидно, что эмпирическая модель пригодна для частных случаев обработки титанового сплава Ti-6Al-4V (TC4) при рассматриваемых режимах шлифования. В некоторых случаях результаты расчетов с использованием эмпирической модели существенно отличаются от данных натурных измерений. Нейронная сеть с обратным распространением ошибки обладает функцией комплексного нелинейного отображения и адаптивного обучения. Сеть позволяет достаточно точно прогнозировать зависимость между остаточными поверхностными напряжениями и тремя основными режимами шлифования. Проверена точность метода, что создает основы для его практического применения.

Гуо Н., Янг Ж., Ванг М., Юан Кс., Фенг Ж. Микроструктура и механические свойства разнородного ферритно-аустенитного стального шва, полученного подводной сваркой “мокрым” способом // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 19–25.

Судостроительная сталь EH40 подвергалась дуговой сварке металлическим (аустенитным) электродом “мокрым” способом под водой на глубине 7 м в открытом море. Микроструктуру и механические свойства шва оценивали по результатам измерения микротвердости, испытаний на изгиб и растяжение с помощью оптической и сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Наиболее высокую микротвердость регистрировали в крупнозернистой зоне термического влияния основного металла, который имел смешанную бейнит-мартенситную микроструктуру, тогда как швы приобрели законченную столбчатую дендритную структуру. Образцы демонстрировали более высокие пределы прочности и удлинение при испытаниях на растяжение в продольном направлении, чем в поперечном. Кроме того, образцы выдержали испытания на изгиб с растяжением внешней стороны шва, но показали неудовлетворительные результаты при растяжении его обратной стороны. Водородное микрорастрескивание, наблюдаемое в реечном мартенситном слое на границе плавления, стало зоной зарождения разрушения при испытаниях на изгиб и растяжение в поперечном направлении.

Юсуф О. Т., Ганг Ж., Вей В., Ону С. О. Моделирование на основе трехмерных NURBS и изогеометрического анализа прямоугольной цилиндрической зубчатой передачи // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 26–36.

Данный подход позволяет моделировать конструкцию зубчатой передачи с высокоточными параметрами геометрии профиля для достоверного прогнозирования допустимой нагрузки и напряженного состояния, что требует постоянных исследований, поскольку вид разрушения зубчатой передачи в значительной мере зависит от способа задания ее профиля. Конечноэлементный анализ – хорошо известный эффективный вычислительный метод, который многие авторы использовали для оценки прочности зубьев зубчатого колеса в условиях независимых отказов зубчатых передач. Известно также, что этот метод не только трудоемкий, но и зачастую дорогостоящий, использует приближенную геометрию, что дает в результате неточную сеть. Прочность зубьев и режимы деформирования рассчитаны с использованием пространственной модели зубчатой передачи на основании трехмерных неоднородных рациональных сплайнов Безье (NURBS) в условиях нагружения и исследованы с помощью изо-

геометрического анализа для выполнения моделирования. Результаты, полученные моделированием на основе изогеометрического анализа, сравнивали с соответствующими значениями, рассчитанными по классическому методу с помощью уравнения Льюиса и конечноэлементного анализа с использованием программного продукта ANSYS. Результаты хорошо согласуются между собой и подтверждают, что модель на основании изогеометрического анализа более точна, чем конечноэлементная модель. Исследование показало, что изогеометрический анализ имеет практическое применение, являясь альтернативным средством использования высокоточной геометрии пространственных моделей для оценки поведения зубчатых передач под нагрузкой и модификации расчетов их прочности.

Жао Ю. К., Мао Ж. Х., Лиу Ф. Ф., Ма Ж. Х. Эксперименты и моделирование процесса прошивки Маннесмана в производстве буровой стали // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 37–49.

Стальные буровые штанги используются в горной промышленности для бурения взрывных скважин в породе, для них высокое качество металлической поверхности и точные геометрические параметры являются непременным условием. Буровая сталь – особый материал, разработанный специально для буровых штанг. Для оценки микроструктуры и устойчивости размеров буровой стали был использован метод конечных элементов для жесткопластического анализа прошивки Маннесмана в производстве буровой стали. Трехмерные конечноэлементные модели термосилового взаимодействия разрабатывали на компьютере, используя различные положения оправки. Подробно проанализировано деформирование металла в процессе прошивки. Смоделировано напряженно-деформированное состояние металла перед оправкой с целью получения характеристик формирования штанг в процессе прошивки Маннесмана. Влияние положения оправки на усилие и скорость деформации также изучали путем моделирования. Результаты показывают, что устойчивость размеров полых буровых штанг может быть повышена за счет поступательного движения оправки.

Жанг Л., Жанг Ж. Ф., Ванг Ж. К., Жоу Л. М. Механические свойства композиционных материалов GF/pCBT и их сваренных плавлением соединений: влияние технологических параметров // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 50–56.

Высокая вязкость плавления термопластических композиционных материалов не позволяет использовать значительные объемные долевые концентрации армирующих наполнителей. Эта проблема может быть решена путем *in-situ* полимеризации циклобутилентерефталатной смолы с чрезвычайно низкой вязкостью. Были изготовлены поли(циклобутилентерефталатные) композиционные материалы, армированные непрерывным стекловолокном (CF/pCBT) с высоким его содержанием, изучены механические свойства с учетом весовой доли катализатора и степени наполнения волокном. Предел прочности композиционных материалов при растяжении в продольном направлении возрос за счет увеличения объемной доли концентрации волокна, изучено влияние объемной доли волокна на прочность при изгибе для композиционных материалов с высокой степенью наполнения волокном. Кроме того, исследованы механические свойства и режимы разрушения GF/pCBT сваренных плавлением соединений с различным количеством зон связывания разной длины. Установлено, что можно получать высокопрочные композиционные материалы, пригодные для сваренных плавлением конструкций.

Льв Ю. Х., Гай Д. Ю., Сонг Ю. К., Ма Кс. К. Влияние цементации и дробеструйной обработки на микроструктуру и поверхностные свойства стали 17-CrNi6-Mo // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 57–67.

Цементация и дробеструйная обработка – общепринятые методы поверхностной обработки, используемые для улучшения поверхностных свойств материалов. Ученые проводят работы в направлении оптимизации их применения с целью обеспечения высоких механических свойств. Однако существует лишь несколько подробных исследований, посвященных их применению. Комбинацию цементации и дробеструйной обработки используют для поверхностной обработки стали 17-CrNi6-Mo. После обработки проводили подробный анализ поверхности материала с использованием оптической и сканирующей электронной микроскопии, измерений ее микротвердости и шероховатости, а также остаточных напряжений с помощью

рентгенографии. Результаты показывают, что дробеструйная обработка может дополнительно улучшить микроструктуру и поверхностные свойства науглероженных образцов, поскольку она вызывает фазовое превращение науглероженного слоя. Выполнено моделирование кривой вариации фазового состава с одновременным изменением содержания углерода, а также кривой превращения при непрерывном охлаждении образца. Полученные результаты используются для установления эффекта влияния цементации на микроструктуру поверхности стали 17-CrNi6-Mo.

Гуо Ж. Т., Лу С. Ф., Фенг Л. Распределение контактных давлений между поворотной опорой и подкрановыми путями для кранов сверхвысокой производительности // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 68–73.

Поворотная опора – ключевая конструкция, обеспечивающая вращение полноповоротного крана сверхвысокой производительности. Конструкция поворотной опоры на контактных салазках трения скольжения открывает новые возможности, однако целый ряд технических проблем все еще нуждается в решении, в том числе равновесие между поворотной опорой и подкрановыми путями. Выполнен расчет распределения контактных давлений для трех моделей поворотной опоры и четырех типичных случаев нагружения. Анализ контактных давлений основан на методе конечных элементов, построены кривые распределения окружных контактных давлений. Изучено влияние конструкции поворотной опоры на контактные давления, предложена оптимальная конструкция, обеспечивающая равномерное распределение контактных давлений.

Као Д. Ф., Лю Л. С., Лю К. В., Ли С. Кс. Сжимаемость композиционных материалов с алюминиевой матрицей, упрочненных частицами SiC, в условиях повторного ударного нагружения // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 74–81.

В условиях повторного ударного нагружения композиционные материалы с алюминиевой матрицей, упрочненные частицами SiC (SiCp/Al), испытывают действие высоких пластических деформаций, что может приводить к локальным изменениям их микроструктуры. Изменения микроструктуры оказывают существенное влияние на динамическое поведение композиционных материалов SiCp/Al при последующем ударном нагружении. Их микроструктура проанализирована с использованием сканирующей электронной микроскопии. Динамическую сжимаемость композиционных материалов изучали с помощью разрезного стержня Гопкинсона, была построена зависимость деформации от динамического сжимающего напряжения для каждого ударного воздействия. Результаты микроскопического исследования показали, что повышение длительности цикла ударного воздействия приводит к увеличению растрескивания частиц и расслоению на поверхности контакта. Результаты анализа с помощью стержня Гопкинсона выявили, что предел текучести и напряжение пластического течения значительно возрастают для первых трех циклов, а затем остаются постоянными. Поведение материала в течение первых трех циклов может быть объяснено деформационным упрочнением матрицы металла, тогда как его стабильность на последующих циклах является результатом совместного воздействия деформационного упрочнения матрицы металла и накопления повреждений в композиционном материале.

Яо Кс., Женг Ч. Вибрационный анализ при совместных тряске и качании вращающейся лопасти из слоистого композиционного материала // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 82–87.

Для исследования вибрационных характеристик вращающейся лопасти из слоистого композиционного материала эффект ротационного разупрочнения, рассчитанный методом конечных элементов, в сочетании с эффектом предварительного напряжения были использованы для анализа тряски, качания, кручения и комбинированных колебаний. Была выведена математическая формула. Исследование показывает, что центробежная сила оказывает влияние на различия в частоте колебаний. Благодаря своей структуре и меньшей плотности слоистый композиционный материал позволяет уменьшить влияние ротационного разупрочнения на первую частоту качания. При изменении скорости вращения ротационное разупрочнение лопасти может приводить к совместным тряске и качанию на первой частоте. При совместных колебаниях качание присутствует в моде тряска, а тряска – в моде качания, что является

причиной серьезных повреждений лопатки. Результаты подтверждают сложность динамических характеристик вращающейся лопатки из слоистого композиционного материала. Этот метод также дает хорошие результаты при динамическом проектировании таких лопаток.

Чен В. Ж., Чен Х., Ву Б. Кс. Механические свойства сварных швов алюминиевых сплавов, полученных ротационной сваркой трением // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 88–93.

Исследованы механические свойства, межкристаллитная коррозия и химический состав сварного шва, полученного ротационной сваркой трением, алюминиевого сплава 6061Т651. Результаты показывают, что сварной шов равномерен, имеет гладкую поверхность. Отсутствуют деформация и такие дефекты, как трещины или газонасыщенная пористость. Средний предел прочности при растяжении для сварных соединений составляет 73% такового для основного материала, тогда как предел текучести и удлинение – лишь 54 и 43% соответственно для основного материала. После межкристаллитной коррозии микротвердость явно изменяется, и коррозионная стойкость ниже у основания зоны ядра сварной точки. В зоне ядра сварной точки и на поверхности не наблюдается изменения микротвердости, хотя изменение микротвердости явно выражено, а коррозионная стойкость ниже в зонах термомеханического и термического влияния.

Ли Х., Дай К. Л., Ши К. Ю. Экспериментальное исследование неоднородности механических свойств швов, полученных ротационной сваркой трением, методом корреляции цифрового изображения // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 94–100.

Неоднородность механических свойств стыковых швов алюминиевого сплава 6082, полученных ротационной сваркой трением, анализировали методом корреляции цифрового изображения. Метод обеспечивает получение текущих данных всестороннего распределения деформаций по поверхностям шва. На основании этих данных выполнена визуализация изображений поля деформаций и построена зависимость локальной деформации от напряжения для подзон шва. Неоднородность оценивали путем определения концентрации деформаций на изображениях поля деформаций и сравнения параметров состояния подзон шва. Кроме того, путем сравнения этих параметров для различных поверхностей шва проанализировано возможное воздействие взаимного напряжения материалов подзон на уровень неоднородности.

Ванг Ж. Х., Ли Г., Лю Ж. Ф., Жао Ю. С., Ченг Ж. Ж., Лю Ж. Ю., Ли Ю. Исследование статических и динамических характеристик электроэрозионного станка на основе программного комплекса ANSYS // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 101–108.

Установлено, что точность и стабильность обработки зависят от статических и динамических характеристик электроэрозионного станка как основного станочного модуля. Для электроэрозионного станка определенного типа с помощью программного комплекса SolidWorks была построена трехмерная модель, а для анализа его статических и динамических характеристик использовали метод конечных элементов в комбинации с программным комплексом ANSYS. Результаты показывают, что жесткость ползуна и вертикальной направляющей (ось Z) в направлениях Y и Z – слабая сторона станка. Доказано, что аналитический метод является эффективным средством оптимизации его конструкции.

Жанг Р. Х., Ванг Ж. Х., Ши Ж. П., Ванг Б., Фу В. Т. Динамическая и постдеформационная рекристаллизация нержавеющей стали 316LN ядерного класса // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 109–115.

Нержавеющая сталь 316LN ядерного класса подвергалась одно- и двукратному сжатию при 1173...1473 К и скорости деформации 0,01...10 с⁻¹. Динамическая и постдеформационная рекристаллизация изучалась с помощью анализа зависимости деформации от напряжения и развития микроструктуры. Были выведены уравнение тепловой деформации и количественные зависимости между критическим напряжением инициирования динамической рекристаллизации и параметром Зенера–Холломона Z, а также между размером зерна D при динамической рекристаллизации и Z. Динамическая рекристаллизация развивалась по обычному механизму при низких значениях Z и по механизму “ожерелья” при высоких значениях Z, при критичес-

ком значении Z примерно $3,6 \cdot 10^{16}$. При 1273...1473 К разупрочнение нержавеющей стали 316LN после деформирования описывается уравнением Аврами, где параметр Аврами n не проявляет выраженной температурной зависимости, а его среднее значение и энергия активации Q_{rex} составляют 0,68 и 129 кДж/моль соответственно.

Ксу Ф., Ю В., Ю М., Луу В., Шу Г. Влияние долговременного старения на рост трещин в материале корпуса главного циркуляционного насоса // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 116–123.

Испытания на сопротивление росту усталостных трещин в материале корпуса главного циркуляционного насоса при комнатной температуре были проведены с целью изучения влияния долговременного старения при 400°C. Установлено, что скорость роста трещин возрастает по мере увеличения времени старения. Однако при одинаковых коэффициентах асимметрии R получены близкие значения ΔK_{th} для исходного и состаренного материала. Установлено, что при комнатной температуре ΔK_{th} снижается с увеличением R . Для описания скорости роста усталостных трещин на линейном участке кривой (уравнение Париса) для всех значений коэффициента асимметрии предложено уравнение, учитывающее влияние величин K_{max} и ΔK . Характер усталостного разрушения вблизи области зарождения трещин соответствует квазихрупкому излому образцов, подвергшихся термическому старению.

Лин Ю. Л., Ли Кс. Кс., Жанг Ж. Остаточные деформации фильтровальных материалов, упрочненных сетчатыми включениями, в условиях циклического нагружения // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 124–130.

Технология армирования широко используется для упрочнения фильтрующих плотин в зонах высокой сейсмичности. Оценено влияние армирования на их деформирование и надежность, что является одной из основных проблем, рассматриваемых при разработке фильтровальных материалов. Выполнены экспериментальные исследования по оценке остаточных деформаций упрочненных фильтровальных материалов с использованием трехосного устройства. Проанализировано влияние размера ячеек армирующей сетки, ограничивающих давлений и режимов циклического нагружения на остаточные деформации. Результаты показывают, что армирование уменьшает остаточную деформацию фильтровальных материалов. Определены остаточные сдвиговые и объемные деформации. На основании результатов испытаний предложен один из возможных механизмов влияния упрочнения на остаточные деформации.

Янг Б., Ма Б. К., Жао Ю. Кс., Ксиао С. Н. Рост коротких усталостных трещин при различных межремонтных циклах для стали LZ50 // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 131–140.

На основании средней усталостной долговечности образцов осевой стали LZ50, не подвергавшихся поверхностной обкатке роликами, были определены пять модельных межремонтных циклов. Соответственно пять групп образцов были обточены и обкатаны роликами при вышеуказанных межремонтных циклах и подвергнуты испытанию на усталость по методу реплик. Результаты показывают, что скорость роста трещин гораздо ниже таковой до обкатки роликами при заданном преобладающем размере коротких трещин. Эффективная плотность коротких трещин для всех образцов значительно уменьшается после обработки. Однако если поверхностную обработку вовремя не выполняют, наибольшая эффективная плотность коротких трещин для пяти исследуемых групп образцов непрерывно возрастает, тогда как средняя усталостная долговечность постепенно снижается. Приведена функция, описывающая эффект межремонтных циклов, для уточнения предложенной ранее модели роста коротких трещин. Уточненная модель может учитывать существенное влияние межремонтного цикла на рост коротких трещин и прогнозировать характер их роста при различных межремонтных циклах на основании полученных результатов испытаний осевой стали LZ50.

Чен Д. Ч., Ю С. С. Критерий разрушения для испытания на растяжение алюминиевого сплава 7075 // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 141–147.

Истинные значения деформации при напряжении были получены при испытаниях на растяжение образцов алюминиевого сплава 7075 и на основании конечноэлементного анализа.

Результаты показали, что использование различных критериев вязкого разрушения приводит к разной точности анализа. Проанализированы факторы, влияющие на вязкое разрушение, а именно: эффективное напряжение, эффективная деформация, повреждение. Максимальный уровень повреждения наблюдается в центре, достигая значения 0,454. Разрушение наступало через 12,9 с в точке P1. В точке P3 разрушение не обнаружилось. Видно, что максимальное повреждение имеет место в зоне разрушения (точка P1). Конечноэлементный анализ применительно к критериям разрушения алюминиевого сплава A7075 может использоваться дляковки, волочения и штамповки материалов.

Жанг Л., Шанг Х. Ч., Жао Ж. К., Жанг Д. Ф. Оценка динамических характеристик крышек и поддонов картера из сплава AZ91D // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 148–156.

Динамические испытания проводили на картерных крышках и поддонах аналогичной конструкции, изготовленных из магниевого AZ91D и алюминиевого A380 сплавов. Оценен эффект от применения магниевого сплава AZ91D для контроля реальной вибрации и шума на основании характера интегральной частотной функции отклика, полученной по результатам измерения поверхностной вибрации картерной крышки в рабочем режиме. Результаты показывают, что картерные крышки и поддоны, изготовленные из магниевого AZ91D и алюминиевого A380 сплавов, с одинаковыми геометрическими параметрами имеют аналогичные нормальные характеристики. Оба материала взаимозаменяемы. Однако картерная крышка и поддон из сплава AZ91D обладают низкой жесткостью. Достичь нормального технического уровня вибрации и шума в реальной конструкции также затруднительно, поскольку сплав AZ91D обладает высокой демпфирующей способностью. При одинаковом возбуждении и частотной характеристике конструкции с различными параметрами анализ измерения временной области показывает, что методы увеличения жесткости картерного поддона, например вмонтирование главного стального подшипника скольжения, способствуют улучшению динамических характеристик картерного поддона из сплава AZ91D.

Вен Х., Янг Ф., Лв В. К., Чен Ю. Кс., Ванг К. В. Конечноэлементный анализ температурного поля аварийного тормоза и изучение его тепловых свойств // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 157–163.

Для моделирования типичных условий эксплуатации аварийного тормоза проанализирована теоретическая тепловая энергия одного аварийного торможения. Выведена формула максимальной температуры контактной точки на основании теории теплопроводности трения при торможении. Конечноэлементная модель температурного поля дискового тормоза была построена с использованием программного пакета ANSYS/LS-DYNA. Проанализировано влияние запаса прочности тормоза и различных тепловых свойств на температурное поле. Результаты показали, что распределение температур в парах трения тормоза из чугуна с шаровидным графитом более равномерно, чем в парах трения стального тормоза. Полученные результаты и выполненный анализ позволяют дать некоторые рекомендации относительно конструкции и применения аварийного тормоза.

Гуо Ч. Х., Жан Ж. Ж., Жанг Д. Д. Влияние различных методов изготовления на механические свойства композиционных материалов с медной матрицей, упрочненных углеродными нанотрубками // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 164–171.

Выполнены эксперименты по оценке равномерности распределения углеродных нанотрубок в медной матрице с использованием разных методов размол в шаровой мельнице. Проанализировано влияние различных методов изготовления композиционных материалов с медной матрицей, упрочненных углеродными нанотрубками, на их электропроводность и механические свойства. Высококачественные композиционные материалы (содержат 1 об.% углеродных нанотрубок), изготавливаемые наиболее эффективным способом, получившим название “размол в шаровой мельнице для придания пластинчатой структуры”, приобретают хорошую прочность сцепления на поверхности контакта не только при равномерном распределении углеродных нанотрубок в медной матрице, но и при максимальной целостности их морфологии и структуры. Предел прочности при растяжении возрастал на 30% при удлинении

26% и электропроводности 85% по стандарту IACS по сравнению с заготовкой из чистой меди, изготовленной из тех же пластинчатых порошков.

Танг Ч., Лиу Ж., Жоу Д., Ву Ш. Поверхностная обработка при процессе связывания холодной прокаткой для алюминиевого сплава и малоуглеродистой стали // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 172–178.

Процесс связывания холодной прокаткой для слоистого металлического композиционного материала состоит из трех этапов: поверхностная обработка, связывание холодной прокаткой и термообработка. Предварительная обработка поверхности является непременным условием получения металлического композиционного материала с высокой прочностью сцепления. Изучено влияние состояния поверхности стальной пластины на прочность сцепления с учетом механизма связывания слоистого металлического композиционного материала холодной прокаткой. Установлено, что шлифовальный диск обеспечивает лучшую обработку поверхности, чем проволочная щетка, для создания высокой прочности сцепления. В определенном диапазоне при большой шероховатости поверхности прочность сцепления лучше. Сравнение различных рельефов поверхности после шлифования, а именно: продольный, поперечный и 45-градусный по отношению к направлению прокатки, показывает, что продольный рельеф поверхности способствует повышению прочности сцепления.

Тан Ж. Х., Лиу Л. С., Сун Ю. С., Чо С. Поведение индентированной квадратной трубки в условиях ударного нагружения // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 179–186.

Динамическое коробление квадратной трубки с V-образным отпечатком в условиях ударного нагружения исследовано экспериментальными и численными методами. Режимы сплющивания квадратных трубок с различным расположением точек индентирования реализовывали экспериментально. Выполнены численные расчеты каждого случая экспериментального нагружения с целью анализа влияния месторасположения точки индентирования на разрушающее усилие и энергию поглощения квадратной трубки. Численные результаты хорошо согласуются с экспериментом. Установлено, что расположение точки индентирования оказывает значительное влияние на разрушающее усилие и энергию поглощения. По сравнению с неиндентированной трубкой максимальное усилие, действующее на индентированную трубку, явно уменьшается. Процесс сплющивания трубки включает два этапа коробления. Первый начинается с индентирования “вперед” или “назад” относительно конца до тех пор, пока не происходит уплотнения складок, второй осуществляется “назад” или “вперед”, что создает в результате второе максимальное усилие.

Чен Ю. Кс., Янг Ч. Д., Ванг Кс. Ж., Чен С. Б. Оценка качества швов, полученных двухсторонней дуговой сваркой с двумя источниками питания, на высокопрочной низколегированной стали // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 187–193.

Высокопрочная низколегированная сталь толщиной 50 мм хорошо соединяется с помощью двухсторонней дуговой сварки металлическим электродом в среде активного защитного газа при наличии двух источников питания, которая не требует предварительного и последующего нагрева, а также вырубки корня шва. Исследованы механические свойства сварного шва и основного металла. Результаты испытания на растяжение показывают, что прочность сварного шва составляет примерно 862,73 МПа, а среднее удлинение – 20,74%. Твердость основного металла и зоны шва составляет соответственно 299 и 361 HV. Максимальная твердость (395 HV) наблюдается в зоне термического влияния. Средняя жесткость лицевой стороны и корня шва в центре составляет 75 и 71 Дж соответственно.

Лиу Ю., Жоу Х., Янг Ч. Ю., Ченг Ж. Ю. Сопротивление термической усталости бионного чугуна с компактным графитом, обрабатываемого с помощью двукратного лазерного процесса в воде // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 194–201.

Для повышения сопротивления термической усталости бионного чугуна с компактным графитом, обрабатываемого в воде, бионные элементы подвергали двукратной обработке лазером для формирования неровной бионной поверхности, имитирующей перемежающуюся

мягкую и жесткую структуру растительного листа, который может противостоять порывистому ветру. Результаты показывают, что при использовании этого метода без изменения фазового состава бионного элемента ауستنитно-мартенситное превращение является более завершенным, и содержание остаточного ауستنита уменьшается, кроме того, микроструктура становится более грубой, а микротвердость незначительно снижается. Обработка с помощью двукратного лазерного процесса в воде может существенно повышать сопротивление термической усталости бионного чугуна с компактным графитом, уменьшая количество трещин в бионных элементах, поскольку количество поперечных трещин на поверхности последних является решающим фактором, который оказывает влияние на сопротивление росту термических трещин.

Ли Ж. Ю., Ким К. Х., Ким С. В., Чой Х. Потеря прочности сцепления армированных и предварительно напряженных бетонных элементов при знакопеременных циклических нагрузках // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 202–211.

Прочность сцепления в бетонных элементах при знакопеременных циклических нагрузках существенно отличается от таковой при монотонных нагрузках. Знакопеременные нагрузки вызывают постепенную потерю прочности сцепления, что может приводить к разрушению при уровнях циклических напряжений ниже, чем предельное напряжение при монотонных нагрузках. Структурные изменения в бетонных элементах при преобладающих знакопеременных нагрузках свидетельствуют о резком снижении энергии диссипации в зоне гистерезиса за счет выраженного пинч-эффекта. Предложен метод прогнозирования структурных изменений в бетонных элементах при потере прочности сцепления в результате пластической деформации изгиба. В методе учитывают потерю прочности сцепления вследствие разрушения бетона на стадии течения. Согласно предложенному методу, для проверки изменения прочности сцепления прогнозируемые результаты сравнивали с экспериментальными данными для бетонных элементов при знакопеременных циклических нагрузках, приводимых в литературе. В результате получено их удовлетворительное согласование.

Хер Ш. Ч., Су В. Б. Сопротивление многослойных композитных структур распространению межфазных трещин // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 212–217.

В производственных условиях поверхности раздела в многослойных комбинированных структурах проявляют склонность к расслоению в результате комбинации действующих растягивающего усилия и усилия сдвига. Моделируется балка из четырехслойной комбинированного материала с центральной трещиной при четырехточечном изгибе с целью определения энергии разрушения на поверхности раздела многослойной структуры. Трещина развивается вдоль поверхности контакта между вторым и третьим слоями. Величину энергии деформации балки, полученную на основании теории Эйлера–Бернулли, рассчитывали до и после распространения трещины по поверхности раздела, что позволило определять скорости выделения энергии деформации. Результаты анализа этих скоростей оценивали с помощью численных данных, полученных методом конечных элементов. Влияние толщины слоя комбинированного материала балки на вязкость разрушения по поверхности контакта изучали при параметрическом исследовании.

Би Ж. В., Хуанг В. Ф., Ксиао Г. Кс. Моделирование механических характеристик гранулята, испытываемого в условиях двухосного нагружения // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 218–223.

Выполнено численное моделирование механических характеристик гранулята, испытываемого в условиях двухосного нагружения. Анализируются зависимость деформации от напряжения, объемная деформация, координационное число и область пластического сдвига. Результаты показывают, что с ростом координационного числа и объемной деформации расширяется область пластического сдвига. С увеличением деформации область пластического сдвига постепенно смещается к центру. Кроме того, обсуждена передача усилия в грануляте.

Жи С. Ж., Ю Х. Ж., Жао Ж., Лианг Ф. С. Механические свойства и обрабатываемость полиэфирэфиркетона, упрочненного стекловолокном // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 224–230.

Полиэфирэфиркетон – новый вид специального конструкционного пластика, который благодаря особой микроструктуре и механическим свойствам имеет большие возможности выхода на рынок. Однако в литературе можно найти не так много данных, относящихся к механическим свойствам и обрабатываемости полиэфирэфиркетона, особенно в сверхточной области. Впервые проведено исследование обрабатываемости и механических свойств на микроскопическом уровне полиэфирэфиркетона, упрочненного стекловолокном, который является типичным производным чистого полиэфирэфиркетона. Выполнено наноиндентирование с целью анализа механических свойств материала на микроскопическом уровне. Обрабатываемость материала изучали с помощью одноточечной алмазной обточки по его поверхности, при испытании были получены значения шероховатости и точности формы обработанной поверхности. Экспериментальные результаты свидетельствуют о хороших механических свойствах и обрабатываемости полиэфирэфиркетона, упрочненного стекловолокном.

Вей Ю. Ф., Фу В. Кс., Ние Д. Кс. Нелинейность сопротивления сдвигу на стыке породы // Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 231–239.

Стыки породы неправильной формы или содержащей пустоты исследовали на оборудовании для механических испытаний горных пород при трехосном сжатии. Ряд осевых разрушающих напряжений при различных горных давлениях, прилагаемых к одному и тому же образцу, получали на испытательном оборудовании в непрерывном режиме. Соответствующие нормальные и касательные напряжения, действующие на плоскость стыка породы, рассчитывали, используя подходы линейной механики разрушения. Параметры сопротивления сдвигу Мора–Кулона для каждого образца определяли с помощью линейно-регрессионного анализа. Тринадцать образцов были изготовлены из кернов, вырезанных у створа плотины гидроэлектростанции. Разброс точек, графически представленный для всех результатов испытаний в области нормальных и касательных напряжений, имеет выраженную нелинейность. Результаты показывают, что сопротивление сдвигу на стыке породы удобнее описывать в нелинейном виде. Сравнение и обсуждение трех аппроксимаций функции подтвердили, что наиболее подходящим для описания сопротивления сдвигу на стыках породы является хорошо известный критерий Бартона.

Банг ХанСур, Банг ХиСеон, Ро ЧанСеунг, Жеонг СуОк. Механическое поведение сварных соединений толстолистовой стали, получаемых различными способами сварки// Пробл. прочности. – 2015. – № 1. – С. 240–249.

Рассмотрено влияние способа сварки (электрогазовая и дуговая порошковой проволокой) на вязкость разрушения, раскрытие вершины трещины и механические свойства (предел прочности при растяжении, изгибе, ударная вязкость и твердость) сварных швов. Значение раскрытия вершины трещины для швов, полученных дуговой сваркой, было выше такового для швов, полученных электрогазовой сваркой. Разрушенный сварной образец после испытания по определению раскрытия вершины трещины обнаруживает вязкое разрушение и хрупкий излом лицевых поверхностей швов после дуговой и электрогазовой сварки соответственно. Механические свойства сварных образцов после электрогазовой сварки удовлетворяют соответствующим критериям классификации. Эти результаты свидетельствуют о том, что электрогазовая сварка может эффективно заменять используемую в настоящее время дуговую сварку для высокопрочной толстолистовой стали.