

Кацак Л., Стшиак Э., Кубик Р., Муха Я. **Конечноэлементный расчет заклепочного соединения листов из трех сталей с использованием жесткого штампа** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 6–18.

Методом конечных элементов рассчитано заклепочное соединение листов из трех сталей (типа DC06, DX53D и H220PD). Клепанные соединения были получены также экспериментально посредством соединения сталей DC06 и DX53D толщиной 0,8 мм и H220PD толщиной 1,0 мм. С помощью экспериментального приспособления, которое работает как однопроходное устройство, изготовлены соединения круглой и осесимметричной формы; штамп не содержит гибких элементов (жесткий штамп). Расчеты методом конечных элементов выполнены с помощью программы ANSYS при упрощенном осесимметричном режиме. Из полученных соединений были изготовлены металлографические шлифы для сравнения результатов моделирования с экспериментом. Представленные результаты вычислений обсуждаются и сравниваются с экспериментальными данными.

Киелбаса Б., Балон П., Святошовски А., Шостак Я. **Анализ усталостного разрушения композитных пластин с эллиптическим отверстием** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 19–33.

Проанализировано усталостное разрушение композитных пластин с эллиптическим отверстием, более длинная ось которого параллельна направлению приложенной силы. Пластины изготовлены из стеклоэпоксидного препрега, состоящего из восьми отдельных слоев с ориентацией волокон $[+45^\circ / -45^\circ / +45^\circ / -45^\circ]_S$. Механические свойства и константы материала исследовались и определялись по результатам статических испытаний на растяжение и экспериментальных измерений. Экспериментально определен также номинальный объем волокон в композитных пластинах. Метод экспериментального исследования на основе данных пассивной инфракрасной термографии был реализован как неразрушающий метод. Это позволило определять расположение температур при анализе усталостного разрушения. Полученные термограммы сравнивались с фотографиями пластин в реальном времени. Представлена конкретная информация об усталости и основных видах разрушения композита, что обычно имеет место в процессе усталости. В подтверждение теоретических положений при экспериментальном исследовании установлены три стадии усталостного разрушения. Разрушение первого слоя происходило в локальной зоне концентрации напряжений и распространялось вдоль волокон в направлении углов. Виды разрушения, наблюдаемые при статических и усталостных испытаниях, были почти одинаковыми. Приведены данные сравнения усталостного разрушения многослойного материала с тремя различными типами отверстий.

Ясминска Н., Брестович Т., Лазар М., Сакл К., Шулова К., Черногурска М., Беднарова Л. **Определение физических свойств сплава $\text{La}_{0,85}\text{Ce}_{0,15}\text{Ni}_5$, используемого при хранении водорода** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 34–42.

Установлены физические свойства сплава $\text{La}_{0,85}\text{Ce}_{0,15}\text{Ni}_5$ с кристаллической структурой. Микроструктурные свойства сплава определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа, химический состав – методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Для определения фазового состава использовали рентгеновский дифрактометр. Проводили измерения твердости, теплопроводности и теплоемкости образца сплава. Аккумулирующую способность сплава по водороду определяли с помощью изотерм концентрации и давления. В целях сравнения аккумулирующую емкость измеряли также в аморфной структуре сплава, полученной методом формирования из расплава.

Патер З., Томчак Я., Булзак Т. **Моделирование процесса поперечно-клиновой прокатки для изготовления ступенчатого вала методом конечных элементов** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 43–53.

Представлены результаты численного моделирования процесса поперечно-клиновой прокатки для изготовления ступенчатого вала. Моделирование выполнялось на базе коммерческой программы Forge NxT 1.1 с использованием метода конечных элементов. Численное решение позволило определить изменения формы изделия, эффективной деформации, функции повреждаемости и распределения температур, а также сил и крутящих моментов, действующих на вал. Показано, что для моделирования даже наиболее трудных случаев процесса ПКП, когда необходимо учитывать сложные конфигурации изделий и тепловые явления, возникающие в процессе формоизменения, могут использоваться персональные компьютеры.

Швец П., Шрек А. **Микроструктура и микротвердость двухфазных сталей, сваренных волоконным лазером с низколегированными сталями высокой прочности** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 54–62.

Рассматривается сварка волоконным лазером двухфазных сталей DP980 с высокопрочными низколегированными сталями LA340, при этом особое внимание уделяется микроструктуре, микротвердости и свойствам растяжения стыковых соединений. Микроструктура в зоне сплавления соединений состояла в основном из нижнего бейнита и мартенсита. В крупнозернистой области зоны термического влияния вблизи стали DP980 обнаружен преимущественно мартенсит, а в мелкозернистой области – равноосный феррит и мартенсит отпуска. На участке высокого отпуска зоны термического влияния вблизи стали LA340, который характеризуется крупнозернистой структурой, микроструктура состояла из игольчатого феррита, верхнего бейнита и равноосного феррита. На участке низкого отпуска зоны термического влияния вблизи стали LA340 обнаружена мелкозернистая равноосная ферритная микроструктура. В зоне сплавления и в обеих зонах термического влияния микротвердость увеличивалась по сравнению с основными металлами и составляла 335 HV_{0,1} для стали DP980 и 186 HV_{0,1} для стали LA340. В зоне сплавления микротвердость достигала 380... 441 HV_{0,1}, в зоне термического влияния вблизи сталей DP980 – 314...464 HV_{0,1}, LAD340 – 181...380 HV_{0,1}. Предел прочности при растяжении сварных соединений, полученных сваркой волоконным лазером, составлял 460 МПа, достигая предела прочности основного материала – стали LA340 при ее разрушении.

Побережный Л. Я., Марущак П. О., Сорочак А. П., Драгановска Д., Грицанчук А. В., Мищук Б. В. **Коррозионно-механическая деградация трубопроводов в кислых грунтах** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 63–76.

Исследовано влияние эксплуатационной деградации на деформационное поведение материала магистральных газопроводов в кислых грунтовых электролитах и показано, что в зависимости от концентрации коррозионных компонентов среды прирост деформации может составлять до 20...30%. Установлено, что в кислых грунтовых электролитах деградированная трубопроводная сталь имеет склонность к внезапным деформационным скачкам, которые могут вызвать спонтанную разгерметизацию трубопровода.

Шрек А., Швец П., Брусилова А. **Формообразующие характеристики нестандартных сварных заготовок из двухфазных и термозакаливаемых сталей при влиянии плоскостной анизотропии** // Проблемы прочности. – 2017. – No. 4. – P. 77–81.

Анализируются формообразующие свойства нестандартных сварных заготовок с акцентом на влияние плоскостной анизотропии на возникновение волнистости в деталях глубокой вытяжки. Одна нестандартная сварная заготовка выполнена из термозакаливаемой стали ВН220 с разным направлением прокатки и применяемая в кузовных деталях автомобиля, другая – из двухфазной стали DP600 также с разным направлением прокатки и применяемая в несущих элементах конструкции автомобиля. Деформационно-прочностные характеристики листов экспериментальной стали измеряли при испытаниях на растяжение и использовали при моделировании. Результаты моделирования с помощью программного комплекса Dupaform сравнивали с экспериментальными значениями, полученными при глубокой вытяжке прямоугольных коробчатых деталей.

Томчак Я., Патер З., Булзак Т. Теоретический и экспериментальный анализ ротационного обжатия полых поковок, полученных ковкой на оправке // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 82–92.

Представлены результаты исследования формообразования полых заготовок ступенчатых валов путем ротационного обжатия вращающимся инструментом. Определены возможности ротационного обжатия при использовании вспомогательного инструмента – оправки, которая, будучи установленной в полость заготовки, может использоваться для формирования поверхности полости. Проведенный теоретический анализ базировался на моделировании методом конечных элементов с использованием программного комплекса Simufact Forming. При моделировании определялись распределение интенсивности деформации, температура и критерий разрушения Кокрофта–Лагатама. Проведено прогнозирование таких явлений, как скольжение, деформирование кованых заготовок и растрескивание материала, которые рассматриваются как потенциальные препятствия для исследуемого процесса. При формообразовании кованых заготовок определялись силовые параметры. Достоверность численных результатов подтверждена экспериментально. Испытания на ротационное обжатие полых заготовок проводились на специальной ковочной машине, разработанной авторами. Проверка результатов на достоверность осуществлялась на базе геометрических параметров полученных поковок и силовых параметров. Результаты показывают, что полые заготовки ступенчатых валов можно формировать путем ротационного обжатия при использовании оправки. Заготовки, полученные ковкой на оправке, имеют более высокую точность и качество по сравнению с заготовками, сформированными без оправки.

Слота Я., Шисер М., Дворак М. Экспериментально-численный анализ упругой отдачи алюминиевых сплавов // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 93–102.

Рассматривается характеристика упругой отдачи двух различных алюминиевых сплавов: AW-5754 H22 толщиной 0,8 мм, принадлежащего к 5-й серии, и AW-6082 T6 толщиной 1,0 мм, принадлежащего к 6-й серии. Эти материалы используются для разнообразного применения, включая процесс упрочнения. Характеристика упругой отдачи исследовалась при испытаниях на U-образный изгиб. В качестве гибочного инструмента использовалось приспособление с роликами, и эксперимент проводился на радиусах R11 и R17. Одна группа образцов была ориентирована в направлении, параллельном направлению прокатки, другая – в перпендикулярном. Экспериментальные результаты, полученные с использованием программного комплекса MATLAB, сравнивались с расчетом методом конечных элементов с помощью программы RAM-STAMP. Исследовалось также влияние различных функций текучести.

Еремеев В. А., Скржат А., Стахович Ф. Анализ напряжения в костях с помощью линейной микрополярной теории упругости при статических нагрузках // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 103–114.

Рассматривается моделирование таких пористых материалов, как кость, методом конечных элементов с помощью линейной микрополярной теории упругости. Для решения статических краевых задач разработаны новые конечные элементы, которые воспринимают микрополярное поведение этого материала. Разработанные элементы были реализованы в коммерческом программном комплексе ABAQUS. Рассматривается моделирование бедренной кости с имплантатом и без него на различных стадиях заживления.

Брусилова А., Шрек А., Швец П., Габришиова З. Моделирование глубокой вытяжки нестандартных заготовок в штампе с упругим прижимом // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 115–122.

Показана эффективность использования нестандартных сварных заготовок при проектировании кузовных деталей. Однако их пластичность ограничена из-за разных механических характеристик отдельных деталей из таких заготовок, что приводит к непостоянной текучести материала и перемещению границы сплавления. Проведены лабораторные измерения вытяжки и моделирование материала с использованием программного комплекса LS-DYNA. Показано,

что усилие прижима и его распределение существенно влияют на процесс глубокой вытяжки нестандартных сварных заготовок. С учетом размера площади прижима влияние на величину перемещения границы сплавления оказывает ее направление. При прогнозировании пластичности нестандартных сварных заготовок результаты моделирования были весьма надежными.

Бурхардт А., Шибицкий Д., Курц К., Мушинска М., Муха Я. Экспериментальное исследование поверхностной обработки сплава Inconel 718 путем роботизированного удаления заусенцев с кромок при контроле усилий // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 123–134.

Представлены результаты исследования по оценке использования робототехники для снятия заусенцев и фасок с жестким геометрическим допуском. Робототехнические средства использовались для части процесса изготовления деталей авиационных двигателей. При обработке диффузора авиационного двигателя требуется ручное снятие заусенцев с многочисленных кромок. В результате несколько деталей для каждого диффузора имеют неудовлетворительное качество. Предлагается заусеницы с кромок снимать с применением пневматического устройства с контролем нарастания усилий. Для оптимизации процесса удаления заусениц при роботизированном снятии фасок с высокой точностью обработки использовалась специальная методика. Рассматриваемый процесс обработки включает измерительную систему для определения технологической фаски в функции контактных усилий при постепенном увеличении силы подачи. Установлен точный интервал параметров обработки, включая контактное усилие и скорость движения центра инструмента, при котором заусеницы удалялись эффективно, а фаски снимались с жестким геометрическим допуском. Экспериментальные исследования проводились при заданной силе подачи с использованием инструмента высокоточной обработки (FDB150). Образец для механической обработки был выполнен из плохо обработанного титанового сплава Inconel 718, применяемого в аэрокосмической промышленности. Оптимизация процесса обработки включала аппроксимацию точек определения ширины фаски. Результирующая функция давала производную, определяющую скорость изменения величины скоса кромки и соответствующую фактической подаче обрабатывающего инструмента. Экспериментальные результаты сравнивались с принятыми показателями качества, по которым определялись параметры, близкие к оптимальным.

Спишак Э., Кацак Л., Майерникова Я., Джупон М. Анализ поверхности реза при резке электротехнических листов // Проблемы прочности. – 2017. – №. 4. – Р. 135–142.

Анализируется влияние величины зазора резки на качество поверхности реза при обработке резанием. Исследовались четыре типа электротехнических листов с номинальной толщиной 0,65 и 0,5 мм и различными механическими характеристиками (предел текучести, предел прочности при растяжении и относительное удлинение). Для анализа влияния указанных факторов использовались четыре значения зазора резки: 0,02; 0,05; 0,1 и 0,2 мм.