

Жао Л. Х., Фенг Д. Ж., Женг С. Л. Влияние циклических напряжений ниже предела выносливости на усталостную долговечность стали 40Cr // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 7–16.

Изучено влияние циклических напряжений ниже предела выносливости на усталостную долговечность углеродистой стали средней прочности 40Cr. Выполнены стандартные циклические испытания с постоянной амплитудой и специально разработанное испытание с переменной амплитудой при крутящем усилии и коэффициенте асимметрии $R = 0,1$. Показано, что эффект упрочнения от циклических напряжений ниже предела выносливости достигается при их приложении до напряжений, превышающих этот предел. Установлено, что амплитуда напряжений, число циклов и схема нагружения являются тремя основными факторами, контролирующими эффект упрочнения. Как правило, уровень циклических напряжений определяет эффект упрочнения, тогда как усталостная прочность будет сначала возрастать, а затем уменьшаться по мере увеличения числа циклов нагружения. Циклические напряжения, составляющие 85% предела выносливости, обеспечивают максимальный эффект упрочнения. При многоуровневом циклическом нагружении эффект упрочнения в зависимости от уровня циклических напряжений возрастает нелинейно, а общая усталостная долговечность в значительной мере зависит от последней амплитуды напряжений в схеме нагружения. Разброс значений усталостной долговечности сильно зависит от условий нагружения и эффекта упрочнения. Коэффициент вариации усталостной долговечности проявляет тенденцию к уменьшению с усилением эффекта упрочнения, что улучшает однородность ее характеристик.

Жонг Ж. П., Лю Х., Ма Д. Д. Оценка разрушения поверхности контакта между металлом сварного шва и основным металлом в сварном соединении высокопрочной стали // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 17–26.

Хрупкое разрушение сварного соединения при низких напряжениях зависит от характеристик высокопрочной стали и дефектов сварки. Принципы механики разрушения послужили основой изучения поведения поверхности контакта металл сварного шва–основной металл при разрушении сварного соединения высокопрочной стали для выявления критических точек на последнем. По результатам испытаний на разрушение при растяжении сварных образцов из стали 45 построена кривая прогиб–нагрузка и получены виды изломов на сварных соединениях. Показано, что угол наклона трещины оказывает влияние на критические нагрузки и виды изломов. Максимальная нагрузка, вызывающая разрушение поверхности контакта сварного соединения, ниже нагрузки разрушения основного металла, которое зависит главным образом от дефектов, изначально присутствовавших в сварном соединении. Установлены морфология поверхности излома и влияние на нее месторасположения изломов и микроструктуры металла сварного шва и основного металла. Критические коэффициенты интенсивности напряжений для трещины на поверхности контакта рассчитывали на основании критической нагрузки с помощью конечноэлементного метода линейной экстраполяции. Предложены критерии оценки линейного разрушения, которые могут быть использованы для проверки надежности сварных соединений в конструкциях из высокопрочной стали.

Пенг Т. Б., Ни Й. Х., Ву Й. Ц. Испытания нижнего строения мостов в реальных условиях эксплуатации и численное моделирование механических характеристик опор, ламинированных природным каучуком // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 27–36.

Ламинирование природным каучуком – один из видов сейсмической изоляции опор, часто используемый в гражданском строительстве. Ламинированные опоры характеризуются высокой вертикальной жесткостью и низкой поперечной жесткостью. В сейсмических регионах сроки строительства увеличиваются, а влияние сейсмических сил может быть уменьшено за счет применения подобных опор. До сих пор основой для испытаний служил статический метод циклического нагружения, не позволявший учитывать его скорость. Предложен метод испытания в реальных условиях эксплуатации, моделирующий истинные сейсмические на-

грузки. Внедрены метод испытаний и испытательная установка, изучено влияние скорости нагружения, вертикального давления и пикового ускорения движения грунта. Выполнено моделирование результатов испытания с помощью метода конечных элементов. Предложен точный метод расчета сейсмических характеристик мостов с опорами, ламинированными природным каучуком.

Джин Х. Р., Жанг Л., Дай Ч., Йи Й. Л. Численное моделирование и экспериментальные исследования силы сцепления на поверхности раздела в пластине, плакированной нержавеющей сталью // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 37–49.

Показано, что температура прокатки и степень обжатия оказывают влияние на силу сцепления на поверхности раздела, механические свойства и микроструктуру пластины, плакированной нержавеющей сталью. Процесс прокатки за четыре пропуски для пластины, плакированной нержавеющей сталью Q345R/316L, моделировали с помощью программы DEFORM, что позволило рассчитать его рабочие параметры. Исследовано распределение полей напряжений, деформаций и микроструктуры пластины при различной температуре прокатки и степени обжатия. Определена сила сцепления на поверхности раздела, проанализирован гранулометрический состав катаного подслоя при различных температурах. Проведены испытания образцов, полученных горячей вакуумной прокаткой, для оценки микроструктуры и механических свойств. Установлено, что чем выше температура прокатки, тем ниже степень обжатия, необходимая для обеспечения сцепления на поверхности раздела. Однако более высокие температуры вызывают увеличение доли грубых зерен, что оказывает влияние на механические свойства пластины. Экспериментально и численно показано, что температура прокатки в 1150°C и степень обжатия более 50% обеспечивают необходимую силу сцепления и качественную микроструктуру плакированной пластины.

Ким С. С. Оценка деформационного превращения мартенсита при малоциклового усталости нержавеющей стали AISI 316 с использованием магнитного и акустического неразрушающих методов // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 50–55.

Исследовано деформационное превращение мартенсита при малоциклового усталости аустенитной нержавеющей стали AISI 316 с использованием магнитного и акустического неразрушающих методов. Испытания на малоциклового усталость проводили при различных амплитудах деформации. Объемную долю α' -мартенсита определяли на образцах в состоянии усталостного разрушения путем измерения магнитных свойств с последующим анализом микроструктуры. Эффект циклического упрочнения рассматривали с точки зрения превращения α' -мартенсита, объемная доля которого возрастала с повышением амплитуды деформации. Ее оценивали по нелинейному ультразвуковому параметру. Содержание α' -мартенсита в решетке аустенитной нержавеющей стали может вызывать ее искажение, проявляющееся как искажение ультразвуковой волны. Оно может генерировать супергармоники, сопровождающиеся зарождением α' -мартенсита, что сильно зависит от амплитуды деформации. Между нелинейной акустической характеристикой и объемной долей α' -мартенсита существует линейная зависимость.

Ву Г. С., Ли Й. Ф., Ванг Г. Л. Вероятностное моделирование формоизменения на основе модели реальной микроструктуры // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 56–63.

Одним из видов потери устойчивости является формоизменение элементов конструкции одноразового применения при высоких уровнях напряжений. Отсутствие основных данных о материалах не позволяет учесть этот параметр при их проектировании. Предложен метод конечных элементов в пластической постановке для оценки разброса данных о сроке службы элемента при его формоизменении. Для этого могут быть использованы традиционные параметры материала. Характер формоизменения описывается с помощью определяющей модели накопления пластических повреждений на кристалле. Разработан новый метод построения имитационной модели реальной микроструктуры с целью повышения точности прогнозирования срока службы. Моделирующий алгоритм, основанный на технологии обработки изображения, позволяет уменьшить эффект виртуальных напряжений при применении стационарного метода пластического моделирования на кристалле. Сравнение эксперименталь-

ных и расчетных данных демонстрирует их хорошее соответствие при высоких напряжениях, близких к пределу упругости материала.

Ксю К. З., Ёин Д. П., Ванг Ж. Д., Ёи Д. Ё., Донг Ф. Д. Влияние материала слоев на формирование витого взрывного пенетратора // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 64–73.

Витой взрывной пенетратор – новая конструкция, основанная на использовании предварительно свернутого двойного слоя материала: наружный слой высокой плотности, формирующий облицовку, и внутренний слой низкой плотности, образующий сердцевину. Пенетратор не только проникает сквозь броню, но и обладает высоким бризантным дробящим действием за мишенью при атаке объектов с легкой броней. Осколки, образовавшиеся вследствие значительного латерального эффекта, способны уничтожать живую силу и боевую технику, увеличивая тем самым нанесенный ущерб. Конструкция и материалы сердцевины и облицовки являются основными факторами, определяющими проницаемость заряда и формирование осколков. Влияние материала слоев на структуру пенетратора изучено с помощью анализа AUTODYN. Различие в скорости по толщине и на поверхности контакта двух слоев обеспечивает отделение сердцевины от облицовки. Пенетратор, обладающий значительным латеральным эффектом, может быть использован в процедуре выбора материалов слоев. Подтверждена эффективность конструкции пенетратора с использованием двойных слоев.

Банг Хан Сур, Лие В. Р., Хонг С. М., Лие С. Ё., Сонг Д. Х., Ким Д. М., Банг Хи Сеон. Механические свойства разнородных соединений внахлестку А356/SAPH440, полученных точечной ротационной сваркой трением и самопробивной клепкой // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 74–83.

Алюминиевый сплав А356-Т6 и автомобильную листовую сталь SAPH440 соединяли с помощью точечной ротационной сварки трением и самопробивной клепки. Максимальный предел прочности на сдвиг при растяжении для сварных соединений составлял примерно 3,5 кН при скорости вращения 500 об/мин и глубине проникновения 1,0 мм. Доказано, что слой интерметаллидов сварных соединений толщиной менее 9,23 мкм не превышал допустимый уровень в 10 мкм для соединений Al-Fe. Клепаные соединения имели предел прочности 7,9 кН в отличие от сварных соединений. Однако при клепке на алюминии появлялись трещины ввиду низкой пластичности литого материала, при этом трещины подрастали по мере увеличения радиуса нижней формы.

Жанг К., Ванг Ж. К., Ванг Д. Г. Трение и износ износостойких поясов в буровых разрезах для глубоких и сверхглубоких скважин // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 84–90.

Трение и износ традиционных износостойких материалов для поясов сравнивали с этими же характеристиками нового материала для бурового разреза. Использован испытательный стенд SD-1 с контртелом из стали 42Mn2V, моделирующий режим глубоких и сверхглубоких скважин, с целью разработки рекомендацией по использованию износостойкого пояса в условиях трения. Показано, что трение и износ поликристаллического алмазного композита гораздо ниже, чем традиционных износостойких материалов, например, трение и износ сплава FeNiNb выше, чем сплава FeCrMnMo. Из трех износостойких материалов наилучшую двухстороннюю защиту обеспечивает алмазный композит, что подтверждает эффективность его использования для поясов буровых разрезов в глубоких и сверхглубоких скважинах. Преобладающим механизмом является микроабразивный износ, сопровождаемый абразивным, при этом степень износа композита наименьшая.

Гуан Б., Чен Б. Ё., Занг Ё., Квин К. Прогнозирование высокотемпературного сцепления на поверхности контакта горячекатаной пластины, плакированной нержавеющей сталью при прокатке // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 91–105.

Листовая углеродистая сталь, плакированная нержавеющей сталью, исследована с помощью теоретического анализа различных факторов, влияющих на высокотемпературное межповерхностное сцепление при ее прокатке, феноменологической модели прогнозного анализа прочности межповерхностного сцепления при высокой температуре, которая учитывает глубину

разрезания, температуру прокатки и обжатие при прокатке. Подготовлен специальный эксперимент с моделированием температурного режима, прочность сцепления углеродистой и нержавеющей сталей при 1000–1200°C и степени обжатия 10–30% измерена с помощью моделирующего устройства с регулируемым температурным режимом Gleeble 3500, получена относительная прочность межповерхностного сцепления. Показано, что при температуре и степени обжатия, принятых в эксперименте, относительная прочность сцепления составляет 0.50–0.65. Метод численного моделирования использован для анализа влияния степени обжатия за первый пропуск пластины плаплакированной нержавеющей сталью размером 2000×1500×100 мм на межповерхностное сцепление. Оптимальная степень обжатия за первый пропуск составляет 15–20% при температуре прокатки 1200°C.

Ванг Ц. П., Фан Д. К., Ли Ф. Г., Лио Д. Ц. Анализ дифракционной картины обратного рассеяния электронов для изучения микроструктуры чистой меди при деформации кручения // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 106–111.

Деформация кручения рассматривается как перспективный метод получения градиентных конструкционных материалов. Чистую медь подвергали большим пластическим деформациям при кручении. Для изучения микроструктурных изменений использован дифракционный анализ (EBSD). Показано, что большеугловые границы зерен и разориентировка увеличиваются с ростом степени деформации, зерна более мелкие и однородные. Микроструктура в полосе сдвига имеет выраженную преимущественную ориентировку. Направление кристалла <110> параллельно направлению сдвига, а кристалл {111} наклонен к поверхности плоского сдвига. Брус, подвергнутый кручению, имеет латунную текстуру {011}<211>, гауссову текстуру {011}<100> и более прочную медную текстуру {112}<111>.

Хак А. У., Янг К. Г., Ши Д. К. Изотермическая усталость и взаимодействие ползучести и усталости суперсплава на основе никеля, полученного направленной кристаллизацией // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 112–120.

Взаимодействие ползучести и усталости в суперсплаве на основе никеля, полученного направленной кристаллизацией, проанализировано с помощью модифицированной унифицированной определяющей модели вязкопластичности Шабоса. Модель характеризует анизотропное поведение материала, упрочнение/разупрочнение и релаксацию напряжений. Эксперименты по определению малоциклового усталости и времени пребывания выполнены на суперсплаве (DZ125) при температурах выше 760°C. Параметры материала оптимизированы с учетом его поведения при растяжении, циклической нагрузке и ползучести при помощи метода оптимизации Левенберга–Марквардта. Модель построена на языке ФОРТРАН и интегрирована в программу FEA UMAT/ABAQUS. Показано, что экспериментальные и модельные размеры/форма петли гистерезиса, пиковые напряжения, релаксация напряжений и их область находятся в соответствии. Установлено, что модифицированную определяющую модель целесообразно применять при анализе усталости и взаимодействия ползучести и усталости подобных материалов, она может также найти практическое применение.

Янг Л. К., Лв К. К., Жанг Х. М., Жу С. Х., Ванг В. Ж. Конструкционная прочность и срок службы экструзионной головки для изготовления днищ поршня двигателя сельскохозяйственного оборудования // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 121–129.

Разработаны трехъярусные высокопрочные предварительно-напряженные многоступенчатые головки для изготовления днищ поршня двигателя мощного кукурузоуборочного комбайна. Конструкция соединяет в себе преимущества литья или горячейковки и горячейэкструзии. Радиальные размеры каждого соединяемого слоя, осевое сцепление и радиальное контактное взаимодействие рассчитаны теоретически. Выполнен нелинейный анализ контактного взаимодействия, изучены условия контактирования в головке при нулевой и полной нагрузке. На основании теории износа Арчарда выполнена оценка термомеханического сцепления в процессе эксплуатации головки. Путем численного моделирования износа головки в каждом рабочем цикле получено однопараметрическое уравнение линейной регрессии для срока ее службы; проверена достоверность данного уравнения. Показано, что контакт в головке устойчив и надежен, при радиальном контактном взаимодействии внутреннего и наружного слоев

$\delta_2 = 1,9716$ мм и $\delta_3 = 1,3870$ мм соответственно. При толщине нитридного слоя 0,24 мм срок службы экструзионной головки в производстве днищ поршня соответствует 6357 изделиям.

Янг Ф. Влияние поверхности на индентирование нанопроволочного леса // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 130–137.

Изучено теоретически влияние поверхности на механическое поведение нанопроволочного леса при индентировании. Выявлен сложный характер деформирования нанопроволочного леса при использовании сферического индентора большого радиуса, выполнен анализ характеристик сжатия, потери устойчивости и состояния после потери устойчивости. Обсуждено влияние поверхности и плотности упаковки на поведение нанопроволочного леса в зависимости от глубины индентирования. Показано, что поверхность оказывает влияние на изменение твердости по глубине. Полученные результаты найдут применение при измерении механических свойств и разработке устройств из нанопроволочного леса, используемых в различных областях.

Джианг К. Й., Жао Х. Й., Янг Х. Ф. Численное моделирование термомеханического поведения формы для горячей штамповки // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 138–143.

Определен эффект расстояния между трубами охлаждения, расстояния между трубой охлаждения и поверхностью формы и диаметра трубы водяного охлаждения на температурное поле горячей штамповки с использованием программного обеспечения ANSYS. Показано, что максимальная температура составляет примерно 50°C, а максимальный перепад температуры горячей штамповки – менее 35°C. Регулирование размеров и расстояния между трубами охлаждения позволяет увеличить максимальную температуру и равномерность распределения температуры штамповки.

Джиа В. Х., Йин С. Б., Ли Г., Сун С. Л., Ванг С., Фенг Х. Свойства и применение электрогидравлической сервосистемы гидравлического экскаватора // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 144–150.

Эксплуатация гидравлического экскаватора осложняется наличием неблагоприятной рабочей среды. Показано воздействие внешних факторов на надежность и стабильность системы контроля. Исследована электрогидравлическая сервосистема гидравлического экскаватора. Построены математическая и имитационная модели для сервосистемы с использованием программы AMESIM. Выполнен анализ характеристик давления и текучести. Описаны конструкция и оптимизация электрогидравлической сервосистемы, а также ее применение в экскаваторной технике. Процесс функционирования электрогидравлической сервосистемы представлен кривой, которая круто идет вверх (период подъема), а затем выходит на плато (период стабилизации), эти периоды сокращаются на 38,0 и 40,5% соответственно, период слежения за задержкой – на 52,6% при эффективной помехоустойчивости.

Ли В., Джи Л. Л., Ши В. Д., Пинг Й. Ф., Жоу Л., Джианг К. П. Влияние неравномерного радиального/осевого зазора на поле течения в радиально-осевом насосе // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 151–160.

Изучено влияние неравномерного зазора на поле течения в радиально-осевом насосе с помощью численного моделирования нестационарного течения в насосе с зазором двух конфигураций на основе стандартной модели турбулентности RNG $k-\epsilon$, выполнено решение уравнений с применением алгоритма SIMPLE. Проанализированы внешние характеристики, распределение статического давления, потока в зазоре и турбулентности в импеллере. Проведена оценка достоверности численного моделирования путем сравнения экспериментальных данных с результатами расчетов. Показано, что неравномерный зазор вызывает уменьшение напора в насосе, что становится более выраженным в условиях частичного нагружения, но конфигурация с неравномерным зазором ($c = 0,5-1,0$ мм) обеспечивает более равномерные скорость и распределение давления в касательном и осевом направлениях, поскольку интенсивность обтекания с кольцевым вихрем уменьшается, а его сброс замедляется. Полученные результаты открывают путь к стабилизации нестационарного потока в радиально-осевом насосе.

Хоу Х. Л., Ли Х. П., Хе Л. Ф. Характеристики разрушения горячих заготовок стали B1500HS // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 161–165.

Разработаны процессы холодной и горячей вырубки, позволяющие решить проблемы пробивки и обрезки заготовок, полученных упрочнением под давлением. Показано, что горячая вырубка позволяет получать небольшие заготовки с полным набором механических свойств для определения оптимальных режимов вырубки и оценки влияния температуры на поверхность площадки сдвига и направление разрушения. Изучены механизм разрушения и микроструктура заготовок, выполнена серия экспериментов по горячей вырубке для стали B1500HS при различных температурах (450–800°C) и 8% отношении зазора в штампе. Экспериментально доказано, что с ростом температуры вырубки увеличивается ширина гладкой зоны, а направление разрушения становится близким к вертикальному. Поверхность площадки сдвига характеризуется вязким разрушением, сопровождающимся локальным хрупким разрушением в диапазоне температур 450–600°C. Область вязкого разрушения содержит большое количество мелких равноосных лунок в диапазоне температур 650–800°C, их микроструктура полностью состоит из мартенсита.

Лию С. Х., Ли В. Й., Пао В. Ж., Хе К. Изучение механизма разрушения полиморфной смеси для модифицированных деталей оборудования // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 166–172.

Характер разрушения полиморфной смеси в условиях множественной гетерогенности модифицированных деталей затрудняет оценку срока службы оборудования. Модель разрушения распределения Вейбулла (разрушение подложки, наружного слоя, поверхности сцепления, мгновенное разрушение) построена на основании статистических данных о времени разрушения деталей в условиях эксплуатации. Использован метод разделения Каплана–Мейера для анализа четырех множеств статистик разрушения, выполнено решение каждого состояния функции Вейбулла, что позволило установить механизм разрушения полиморфных смесей в условиях эксплуатации при множественной гетерогенности модифицированных деталей оборудования. На примере выполнения моделирования верифицированы достоверность и применимость модели. Создана теоретическая основа для разработки и изготовления порошка сплава и совершенствования технологии модифицирования. Разработан метод прогнозирования срока службы и оценки периода разрушения модифицированных деталей.

Хе Й., Ли Г. Ф., Жао Й. П., Сун Й., Жуанг Г. З. Оптимизация распределения контактных напряжений и режимов смазки на основе численного моделирования для прямолинейного червячного привода // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 173–181.

Оптимизация зубчатой контактной поверхности/зацепление прямолинейной червячной пары определяют повышение эффективности ее эксплуатации. Геометрические параметры червячного геликоида получены с использованием теории зацепления зубчатых колес и уравнения линии мгновенного контакта. Численный анализ основан на функции визуализации и вычислительных возможностях программы MATLAB, что позволяет моделировать распределение на линии мгновенного контакта для специфических параметров червячного привода, создавая вынужденную кривизну и угол скольжения в направлении этой линии. Полученные результаты обеспечивают последующую оптимизацию параметров зацепления прямолинейной червячной передачи и установление определяющих факторов. Пример использования специфической цилиндрической червячной передачи в соответствии со стандартом Китая (GB 10085-1988) показывает, что рациональный выбор параметров этой передачи может увеличить линию контакта, а также расширить рабочий диапазон ее зубчатой поверхности и/или обеспечить более равномерный контакт по червячному колесу, повышая тем самым эффективность локального зацепления.

Жанг Д. П., Лию Л. М., Жу Ж. Д., Жанг Ф. Т., Цао Д. Ж. Испытания на вязкость разрушения при изгибе и прочность при появлении первой трещины сталефибробетона с добавками летучей кремнеземной пыли и его применение в строительстве // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 182–192.

Выполнена оценка влияния стального волокна и кремнеземной пыли на прочность бетона при появлении первой трещины и вязкость разрушения при изгибе. Выполнены испытания 10

серий образцов с содержанием стального волокна 0, 40, 50, 60 г/м³, использовано стальное волокно различных типов без содержания кремнеземной пыли и с ее содержанием на уровне 10% замещения веса цемента. Показано, что совместное использование кремнеземной пыли и стального волокна повышает допустимую нагрузку образования первой трещины и прогиба образцов, а также вязкость разрушения при изгибе. Установлено, что улучшение сталефибробетона с добавками кремнеземной пыли определяется содержанием стального волокна, а кремнеземная пыль является вспомогательным компонентом. Опора из смеси сталефиброторкретбетона с содержанием кремнеземной пыли, обеспечивающая контроль окружающего скального массива, усиливает общий несущий эффект анкерной структуры.

Квинг Д. С., Дуан К. Д., Ксиао М. Ф., Ли Д. К., Лию М., Лию К., Шен Х. Ф. Изучение механизма образования трещин в высокопрочной стали YQ450NQR1, стойкой к атмосферной коррозии // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 193–201.

Высокопрочная сталь YQ450NQR1, стойкая к атмосферной коррозии, проявляет склонность к образованию трещин. Исследованы характер трещинообразования и морфология с помощью металлографической и сканирующей электронной микроскопии. Образование обезуглероженного слоя вокруг трещин свидетельствует об их зарождении в непрерывной литой заготовке. Установлены регулирующие факторы путем анализа содержания углерода в расплавленной стали, остаточных элементов в сплаве, чистоты и эффективности пресс-порошка, расхода воды вторичного охлаждения формы. Показано, что оптимизация процесса снизила уровень отбраковки материала, содержащего трещины, с 3,50 до 0,78%.

Шенг Л. Й., Ду Б. Н., Ванг Б. Д., Ксу Д. К., Лай С., Гао Й., Кси Т. Ф. Влияние горячей экструзии на микроструктуру и механические свойства сплава Mg–Y–Nd–Zr // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 202–211.

Сплав Mg–Y–Nd–Zr получен литьем и горячей экструзией. Исследованы микроструктура и механические свойства литейного и экструзионного сплавов с помощью оптической, сканирующей электронной, просвечивающей электронной микроскопии, рентгенографии и испытаний на растяжение. Показано, что матрица α -Mg в литейном сплаве превращается в ячеистую структуру за счет образования дискретно распределенной крупной эвтектики Mg₂₄Y₅ и мелких частиц Mg₁₂Nd/ α -Mg. Анализ с помощью просвечивающей электронной микроскопии показывает, что фазы Mg₁₂Nd и Mg₂₄Y₅ имеют ориентацию [001]_{Mg₁₂Nd} // [0221] _{α -Mg} и [111]_{Mg₂₄Y₅} // [0001] _{α -Mg} и (101)_{Mg₂₄Y₅} // (1010) _{α -Mg} соответственно. Горячая экструзия разделяет эвтектическую структуру Mg₂₄Y₅/ α -Mg на фрагменты и распределяет фрагментарные частицы Mg₂₄Y₅ по направлению экструзии. Воздействие экструзии на упрочняющие частицы существенно модифицирует матрицу α -Mg. Большие деформации приводят к дефектам упаковки матрицы. Экструзионный сплав по сравнению с литейным имеет более высокий предел текучести, предел прочности на разрыв и удлинение, что объясняется мелкозернистостью, оптимальным распределением упрочняющих частиц и множественных субструктур.

Янг Б., Дай С., Ву Й. Й., Лианг З., Лианг С., Ксиао С. Н. Поведение короткой усталостной трещины осевой стали LZ50 в условиях циклического нагружения при изгибе с вращением // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 212–222.

Выполнены испытания на репликах короткой усталостной трещины с использованием образцов осевой стали LZ50 в форме песочных часов в условиях циклического нагружения при изгибе с вращением. Выполнены семь серий испытаний. Показано, что короткие усталостные трещины возникают в ферритных зернах или на их границах, затем они начинают расти под влиянием микроструктуры материала. Скорость роста трещин увеличивается скачкообразно, затем снижается вдвое за счет барьера, создаваемого границами ферритных зерен и полосчатой структурой перлита. Проанализированы статистическая эволюция длины доминирующей эффективной короткой усталостной трещины и доля остаточного ресурса на основании трех принципов наилучшего соответствия, включающих общий эффект соответствия, соответствие принципам физики усталости и надежность прогнозирования остаточной прочности. Установлено, что статистическое распределение минимальных величин выявляет наилучшее соот-

ветствие для длины доминирующей эффективной короткой усталостной трещины и доли остаточного ресурса. Модель роста короткой усталостной трещины, включающая различные барьеры в микроструктуре, обеспечивает хороший результат подгонки и отражает циклическое влияние микроструктуры на ее поведение.

Пан Ж. Й., Дуан К. Ф., Жонг Й. Ч., Ли С. К., Цао Д. Влияние последовательности упаковки на характер разрушения узких уголков из перекрестно-армированных ламинатов: экспериментальное исследование // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 223–230.

Изучено влияние последовательности упаковки узкого уголка из ламинатов на характер его разрушения. Используются два варианта последовательности упаковки для анализа различных режимов разрушения. Последовательность пакет J, т.е. $[0/90_4/0_2/90_2/0_2/90_2/90]_k$, демонстрирует режим разрушения матрицы, тогда как последовательность пакет I, т.е. $[0_4/90/0_3/90/0_2/90_2/0_2/90]_k$, отражает режим расслоения. Построены кривые зависимости прогиба от нагрузки, установлены режимы разрушения для этих последовательностей при четырехточечном изгибе, выполнено их сравнение с эмпирической формулой плоской деформации и экспериментальными результатами. Показано, что последовательность упаковки оказывает значительное влияние на начальные условия разрушения узких уголков из ламинатов. В пакете J преобладает начальное разрушение в матрице вследствие слабого сопротивления внутренних 90° слоев касательным расслаивающим напряжениям, а пакет I испытывает начальное разрушение за счет расслоения. Краевой эффект оказывает существенное влияние на режим разрушения образцов с пакетом J, тогда как для образцов с пакетом I оно незначительно. Последовательность упаковки также влияет на несущую способность, максимальная разрушающая нагрузка пакета J явно ниже таковой для пакета I примерно на 23%.

Жоу З. А., Фу В. Т., Жанг Р. Х., Кви Д. Д., Джин Г. Ф., Ванг З. Х., Сун С. Х. Анализ характеристик газового азотирования при различных режимах холодного деформирования и давления азотирования для малоуглеродистой низколегированной стали // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 231–237.

Предложен новый способ получения азотированного слоя на малоуглеродистых низколегированных сталях с использованием холодного деформирования и газового азотирования давлением. Изучены микроструктура, поверхностная твердость, толщина и коррозионная стойкость азотированного слоя на стали 20CrMnTi после азотирования при 510°C в течение 5 ч в различных условиях обжатия при холодной прокатке (0–60% CR) и давления азотирования (1–5 атм). Показано, что метод существенно повышает эффективность азотирования стали, при слое, состоящем в основном из нитридов Fe_{2-3}N и Fe_4N . При постоянном давлении азотирования твердость слоя возрастает, а затем снижается по мере увеличения степени холодного деформирования. При постоянной степени деформирования твердость и коррозионная стойкость слоя возрастают с увеличением давления азотирования. Для образца, подвергнутого азотированию при 510°C , 30% CR и давлении 5 атм в течение 5 ч, азотированный слой приобретает оптимальные свойства: твердость 825 HV и толщина 310 мкм.

Ченг Д., Квинг Д., Шен Х. Ф. Кинетика деформационного осаждения фаз карбонитрида ванадия кубической структуры в высокопрочных сталях, стойких к атмосферной коррозии // Проблеми міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 238–249.

Построена кинетическая модель деформационного осаждения фаз карбонитрида ванадия (V(C, N)) кубической структуры в микролегированных высокопрочных сталях, стойких к атмосферной коррозии, и проверена ее достоверность. Фазы V(C, N) имеют гранецентрированную кубическую структуру, в которой узлы и восьмигранные междоузлия (0-узлы) решетки заняты атомами V и C, N соответственно. Модель фаз V(C, N) основана на кубической, а не на сферической структуре, поскольку экспериментально доказано, что деформационное осаждение V(C, N) в аустените имеет кубическую структуру. Изучено влияние содержания азота на характер кривых зависимости осаждение–температура–время. С увеличением содержания азота температура носы кривой возрастает, происходит сдвиг кривых влево, с его уменьшением кривые фаз V(C, N) в аустените приобретают S-образную форму, поскольку превращение свободной энергии носит нелинейный характер. Использовано программное

обеспечение задач термодинамики для расчета фазового равновесия в новых высокопрочных сталях, стойких к атмосферной коррозии. Доля N -узлов при осаждении $V(C, N)$ гораздо больше для сталей с высоким содержанием N .

Донг С. К., Кюи А. Й., Вей Х. К., Хуанг К. Д., Люю К., Пей Г. К. Моделирование влияния формы выемки на проницаемость кумулятивных зарядов со сложнопрофильной облицовкой // Проблемы міцності. – 2018. – №. 1. – Р. 250–255.

Построены конечноэлементные модели кумулятивных зарядов со сложнопрофильной облицовкой, проникающих через тонкие пластины из алюминиевого сплава. Использовано программное обеспечение ANSYS/LS-DYNA для анализа влияния формы выемки на их проницаемость. Выполнены численные расчеты высоты, радиуса и пространственных размеров выемки. Показано, что эти характеристики являются важными факторами при определении проницаемости зарядов. Глубина проникновения увеличивается, а затем уменьшается с увеличением высоты выемки при постоянном радиусе. При фиксированной высоте глубина проникновения уменьшается с увеличением радиуса. При полукруглой выемке глубина проникновения увеличивается, затем уменьшается с увеличением ее радиуса и высоты.