
АННОТАЦИИ

Титов А. В., Михалевич В. М. Аналитическое решение основной задачи теории деформируемости // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Основная задача теории деформируемости заключается в нахождении предельных деформаций в процессах нестационарного деформирования. В замкнутом аналитическом виде ее решения найдено только для класса многоэтапного деформирования. Показано, что процессы многоэтапного, в частности, циклического деформирования являются определенными приближениями реальных путей деформирования, реализуемых при пластическом формоизменении в разных точках заготовок. Однако для оценки точности необходимо иметь аналитические решения основной задачи теории деформируемости относительно гладких кривых, представляющих пути деформирования. Разработанный метод нахождения аналитических решений основной задачи теории деформируемости в замкнутом виде базируется на решении интегрального и функционального уравнений. Исследованы условия существования решения. В демонстрационном примере найдено аналитическое решение в виде явной алгебраической зависимости предельной деформации для текущего нестационарного деформирования от параметров кривой предельных деформаций и пути деформирования. Исследование указанного решения позволило выявить важные закономерности в изменении предельной деформации для различных путей деформирования. Отмечено, что наличие аналитических решений является стимулом постановки и решения разного рода обратных задач, представляющих теоретический и практический интерес.

Ключевые слова: теория деформируемости, нестационарное деформирование, основная задача, аналитическое решение, кривая предельных деформаций, путь деформирования.

Анищенко А. С., Кухарь В. В., Присяжный А. Г. Применение формул Ляме для анализа деформированного состояния оболочек при сверхпластической формовке // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Представлены результаты аппроксимации формулами Ляме контуров оболочек при сверхпластической формовке, в том числе в неравномерном температурном поле, из листовых заготовок переменной толщины из разных сплавов и с различной структурой. Показано существенное изменение главных радиусов кривизны оболочек, значительно отличающееся от радиуса сферического сегмента. Установлено, что при сверхпластической формовке цилиндрического стакана минимум радиуса сопряжения дна и стенки и его центр не лежат на биссектрисе угла между дном и стенкой. Центр отдалается от биссектрисы по двум ветвям параболы, что соответствует неодинаковому росту вдоль контура оболочки радиуса сопряжения от минимума в стороны дна и стенки.

Ключевые слова: сверхпластическая формовка, оболочка, аппроксимация, контур, суперэллипс, радиус кривизны.

Абхари П. Б., Сивак Р. И., Таган Л. В., Малий К. В. Моделирование процесса закрытого радиального выдавливания фланца с редуцированием // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Рассмотрена схема закрытого радиального выдавливания фланца с редуцированием. На основе метода конечных элементов проведен анализ напряженно-деформированного состояния, а также силовых параметров процесса закрытого радиального выдавливания фланца с односторонней подачей на конце стержня с редуцированием в разъемных матрицах. Полученные графические зависимости показывают изменение приведенного давления выдавливания и раскрытия полуматрицы в зависимости от основных геометрических параметров процесса. Установлено, что применение процесса совмещенного радиального выдавливания с операцией редуцирования позволяет снизить силу раскрытия на величину, равную силе редуцирования.

Ключевые слова: радиальное выдавливание, редуцирование, метод конечных элементов, сила раскрытия.

Орлюк М. В. Предельные значения критериев разрушения при моделировании процессов вытяжки в среде DEFORM // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Работа выполнена с целью определения значений критериев разрушения Normalized Cockcroft-Latham и Brozzo программного комплекса DEFORM, соответствующие предельной степени деформации при вытяжке стали 20. По результатам натурального эксперимента по осесимметричной вытяжке заготовок различного диаметра в работе проведено 2D и 3D моделирование соответствующих процессов. Выполнен сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов компьютерного моделирования и предложена методика для определения предельных значений критериев разрушения при моделировании. Определены предельные значения критериев разрушения для 2D и 3D моделирования (при условии, что количество конечных элементов сетки по толщине материала в опасном сечении должно быть не менее пяти). Полученные числовые значения критериев позволяют в дальнейшем по результатам моделирования прогнозировать поведение пластичных металлов в реальных процессах вытяжки.

Ключевые слова: вытяжка, критерий разрушения, предельное значение, моделирование, Cockcroft-Latham, Brozzo.

Титов В. А., Рехта А. С., Гараненко Т. Р. Некоторые закономерности изотермического вязкопластического формообразования мембраны из алюминиевых сплавов // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Выполнено моделирование процесса изотермического вязкопластического формообразования мембраны с помощью метода конечных элементов в среде DEFORM-3D. В расчете учитывались геометрические параметры, а также механические свойства материала. В процессе анализа напряжений и деформаций было выяснено, что с увеличением давления несколько снижается величина деформации утонения в центре давления мембраны при постоянной величине относительной высоты мембраны. Анализ результатов показывает, что с увеличением коэффициента скоростного упрочнения m уменьшается величина эффективных напряжений в центре мембраны. Также показано, что с увеличением коэффициента скоростного упрочнения растет равномерность распределения интенсивности скоростей деформаций в поперечном сечении мембраны.

Ключевые слова: вязкопластическое состояние, реология, сверхпластичность, изотермическое состояние, коэффициент скоростного упрочнения.

Лагута Т. С., Андреев В. В., Бобух А. С. Исследование процесса прямого прессования труб из высокопрочного алюминиевого сплава, легированного скандием // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

В настоящее время на практике существуют лишь ограниченные технологии и рекомендации по проведению процесса пластической деформации сплавов системы Al-Mg-Sc. Однако в литературе имеется большое количество способов и рекомендаций по технологиям производства продукции из труднодеформируемых алюминиевых сплавов, которые не упрочняются термической обработкой. В работе представлен анализ и исследования зависимостей влияния температурно-деформационных параметров процесса прямого горячего прессования Al-Mg-Sc сплава на напряженно-деформированное состояние металла и энергосиловые параметры, а также разработаны рекомендации по технологии производства труб. Установлено, что для выбранных условий деформации максимальная высота «мертвой зоны» наблюдается при низких скоростях прессования (2 мм/с) для обоих случаев угла наклона матрицы. Величины растягивающих напряжений находятся в диапазоне от 80 МПа до 120 МПа. Дальнейший анализ приведенных данных показал также то, что на контакте между матрицей и контейнером в металле возникает зона с существенно малыми напряжениями, находящимися в диапазоне от 0 МПа до 20 МПа. На основании полученных данных разработаны технологические схемы производства труб для условий работы гидравлических прессов усилием 10 МН и 20 МН.

Ключевые слова: прессование, моделирование, QForm, алюминий, скандий, труба, гидравлический пресс, напряжение, «мертвая зона», температура, сила, оптимизация процесса.

Макеева А. С., Фролов Я. В., Панюшкин Н. Е. Взаимосвязь теоретических и экспериментальных результатов прокатки алюминиевых полос // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Статья посвящена исследованию процесса прокатки алюминиевых полос теоретическими и экспериментальными методами. Методы математического моделирования позволяют экономить время и ресурсы при проведении исследований, но нужна верификация математической модели. Целью исследования является изучение факторов, влияющих на соединение слоев при валковой прокатке двухслойных алюминиевых полос, и создание математической модели этого процесса с использованием современного программного обеспечения. Процесс прокатки алюминиевых полос исследуется с целью получения соединения между полосами. Было выяснено, что при разной температуре прокатки со степенью деформации 35 % можно достичь сварки пластин или получить расслоение. Также было осуществлено моделирование процесса прокатки алюминиевых полос и сравнено с экспериментом. В ходе исследований установлено, что относительная деформация по толщине и ширине при моделировании и эксперименте отличаются в пределах 1 %. Существующее расхождение в коэффициенте удлинения на 11 % в случае горячей прокатки объясняется наличием заклепок, коэффициентом теплопередачи от полос до валков, коэффициентом трения между заготовкой и валком. Несмотря на это, выполнена верификация модели прокатки алюминиевых полос, и полученные результаты могут быть основой для проведения дальнейших теоретических исследований процесса горячей прокатки алюминиевых полос.

Ключевые слова: прокатка, моделирование, алюминиевая полоса.

Найзабеков А. Б., Лежнев С. Н., Койнов Т. А., Панин Е. А. Изучение деформированного состояния при многопроходном деформировании способом «прокатка – РКУ-прессование» // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

В работе представлены результаты изучения деформированного состояния при моделировании совмещенного процесса «прокатка – РКУ-прессование». Для анализа деформированного состояния использовались известные аналитические формулы, позволяющие найти величину эквивалентной деформации после прокатки и РКУ-прессования, а также результаты моделирования совмещенного процесса в DEFORM. Исследование деформированного состояния проводилось путем изучения параметра «эквивалентная деформация», которое показало, что после 3-х проходов предлагаемого совмещенного процесса можно достичь величины эквивалентной деформации, необходимой для получения ультрамелкозернистой структуры, а именно, величины $e > 4$. В рассмотренной модели величина эквивалентной деформации после 3-го прохода достигла 4,16 по расчетной формуле и 4,22 по результатам моделирования.

Ключевые слова: совмещенный процесс, прокатка – РКУ-прессование, деформированное состояние, моделирование.

Клемешов Е. С., Чухлеб В. Л., Шифрин Е. И. Исследование влияния параметров ковки на форму поковки коленчатого вала и внедрение разработок на ЧАО «Днепропресс Сталь» // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Рассмотрен процесс ковки шатунной шейки коленчатого вала. Основной целью данного исследования является определение влияния параметров процесса на формоизменение заготовки, а также определение рациональных параметров ковки. Также важной задачей является апробация и внедрение разработанной технологии в производство на предприятии ЧАО «Днепропресс Сталь». Результатом работы являются данные по формоизменению заготовки, а также на основе анализа данных компьютерного моделирования процесса определены основные зависимости формоизменения заготовки от используемого инструмента с толщиной $0,1..0,3 D_{заг}$ и глубины вдавливания бойка в интервале $0,3..0,7 D_{заг}$. В результате анализа также определены рациональные параметры процесса ковки шатунной шейки коленчатого вала и определены интервалы геометрических размеров колена, которые возможно получить при заданных параметрах ковки. Приведены результаты внедрения данной технологии в производство на предприятии ЧАО «Днепропресс Сталь», а именно экономические показатели производства.

Ключевые слова: ковка, протяжка, формоизменение, поковка, боёк, шатунная шейка.

Марков О. Е., Станков В. Ю., Шарун А. О., Ковалевский С. В., Косилов М. С. Разработка нового способа ковки днищ // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Основной кузнечной операцией для изготовления поковок типа сферических днищ является раздача. Сложностью в проектировании данного процесса является трудность прогнозирования формоизменения и утонения в процессе раздачи заготовки, а также в необходимости устранения дефектов металлургического происхождения для получения поковок высокого качества. В данной работе даны рекомендации по технологическому процессу раздачи конической и сферической плитой пустотелой заготовки, в частности по форме и размерам исходной заготовки. Представлены результаты распределения деформаций в теле поковки, что влияет на качество получаемого изделия. Установлено, что максимальные напряжения возникают в донной части заготовки, что требует её подогрева до $1000–1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ковку рекомендуется производить с паузами между нажимами.

Ключевые слова: ковка, днища, раздача, сферическая плита, коническая плита.

Каргин Б. С., Каргин С. Б. Разработка и исследование объемной штамповки без заусенца // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Анализ развития кузнечно-штамповочного производства за последние годы дает возможность установить его основные направления: стремление к получению большей точности поковок; постепенное вытеснение динамических методов обработки давлением, близкими к статическому за счет преимущественного применения машин кривошипного типа. Представлены результаты по разработке конструкции штампа для горячей объемной штамповки круглых в плане поковок без заусенца. При этом исключаются штамповочные уклоны, заусенец, а экономия металла составляет около 20 %. Приведена схема точной объемной штамповки и экспериментальный штамп для реализации разработанного процесса. Даны рекомендации по выбору размеров заготовки, технологической смазки и отдельных элементов штампа. Установлены основные преимущества предлагаемого способа штамповки и перспективы при его реализации.

Ключевые слова: штамп, заусенец, уклон, кольцо, процесс, зазор, пресс, формообразование, технологическая смазка, вибрация, графит.

Фролов С. А., Ясько С. Г. Оценка факторов влияния производственных погрешностей на точность деталей при операциях пробивки-вырубке подвижными средами на основе статистического анализа // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

В результате проведенных исследований установлено, что на параметры точности разделительных операций (пробивки, вырубки) методом пневмоударной штамповки подвижными средами доминирующее влияние оказывают: износ рабочих элементов штампов, геометрические размеры и толщина деталей, прочностные и пластические свойства материала заготовок. Проведено количественное определение степени их влияния. Анализ построенных по результатам исследования графиков позволил установить, что решающее влияние на изгиб деталей при работе без прижима и острых режущих кромок оказывает толщина и линейные размеры штампуемых деталей. Эти величины связаны между собой по отношению к стреле прогиба детали обратной зависимостью. С увеличением геометрических размеров, при одной и той же толщине материала, отклонения от плоскостности увеличиваются и, наоборот, с увеличением толщины материала при прочих равных условиях неплоскостность уменьшается. При штамповке партий деталей в пределах десяти тысяч штук зависимости величины заусенцев от количества отштампованных деталей можно считать линейными.

Ключевые слова: пневмоударная штамповка, пробивка, вырубка, погрешность, точность, материал, лист, подвижные среды.

Баглюк Г. А., Безимьянный Ю. Г., Шишкина Ю. А. Оценка упругих свойств и характера анизотропии горячештампованных порошковых алюмоматричных композитов // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Приведены результаты исследований особенностей структуры и упругих характеристик алюмоматричных композитов системы Al-TiC, полученных горячей штамповкой с использованием различных технологических

схем. Показано, что материалы, полученные горячей штамповкой, отличаются заметной анизотропией, которая характеризуется вытянутостью частиц матричной фазы в направлении, перпендикулярном прикладыванию усилия штамповки, вследствие чего величины как нормального модуля упругости, так и модуля сдвига в плоскости, перпендикулярной направлению приложения деформирующего усилия при горячей штамповке, на 12–15 % превышают соответствующие характеристики в направлении деформирования. Для всех рассмотренных технологических схем изготовления характеристики упругости исследуемых алюмоматричных композитов превышают модуль Юнга алюминия на 40–70 % (в зависимости от направления прозвучивания), а соответствующие характеристики модуля сдвига выше на 8–15 %.

Ключевые слова: алюмоматричный композит, горячая штамповка, модуль упругости, структура, анизотропия.

Гребенок Т. П., Радченко А. К., Гогаев К. А., Иценко А. И. Литвин Р. В. Уплотняемость смесей порошков карбидов переходных металлов V и VI групп с металлической связкой // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Исследована уплотняемость в закрытых жестких пресс-формах трех шестикомпонентных порошковых систем в виде смесей порошков карбидов (VC, Mo₂C, NbC и TiC) и металлов (Ni и Cr), которые использовали в качестве связующего. Количество карбидной составляющей в смесях менялась от 84,04 до 93,69 объем. %. Установлено, что при уплотнении до давления 800 МПа относительная плотность всех образцов не превышает 0,6. Зависимости $lg\rho$ от lgp на всех стадиях уплотнения каждого из составов с высокой достоверностью (0,99) аппроксимируются линейными зависимостями. Параметр n на первой стадии уплотнения составляет примерно 0,8, на второй – 0,3, а на и третий – 0,2. Изменение параметра уплотнения n от количества связующего на первой стадии уплотнения не превышает 2,7 %, на второй – 5 %, а на третьей – 10 %.

Ключевые слова: уплотняемость, порошки, смеси, карбиды переходных металлов, металлическая связка.

Руденко Н. О., Коткова В. В. Микроструктура пористых материалов, изготовленных с применением порообразователя // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Представлены кривые уплотнения для прессовок из смесей железо-бикарбонат аммония с объемным содержанием порообразователя 20, 40 и 60 %. Наибольшая плотность при одинаковом давлении достигается для образцов, содержащих 60 % бикарбоната аммония. Установлено влияние давления прессования и состава смесей на микроструктуру пористых образцов. После спекания относительная пористость образцов уменьшается незначительно, т. к. пористость определяется крупными порами, образованными после удаления порообразователя. С увеличением содержания порообразователя в смеси пористость спеченных изделий возрастает, а с увеличением давления прессования их пористость несколько уменьшается. Структура образцов состоит из нескольких характерных элементов. Темные области соответствуют временам. Светлые области образуют большинство и представляют собой испеченные доли железа. Видны более мелкие поры, составляющие пористость спеченного железа и большие, образовавшиеся при удалении порообразователя. Поры, образованные в результате удаления порообразователя, по форме и размерам примерно соответствуют частицам порообразователя.

Ключевые слова: пористые материалы, уплотнение, пористость, порообразователь, микроструктура.

Зубко Ю. Ю., Фролов Я. В., Бобух А. С. Влияние МНРКУП на микроструктуру АД0 // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Представлены результаты исследования влияния МНРКУП на зёрненную структуру алюминия марки АД0. В качестве образцов в исследовании использовались литые круглые цилиндры диаметром 42 мм, которые после нагрева до 500 °С прессовались в инструменте для МНРКУП. В ходе исследований был рассчитан средний размер зерна по методике случайных секущих. Анализ исходной структуры литого алюминия показал, что последний кристаллизовался по классической схеме с образованием мелких зёрен вблизи стенок формы, более крупных зёрен в середине образца и самых колоний больших зёрен в середине образца. Анализ деформированной структуры позволил совершенно точно определить положение зоны «среза», зоны с недеформированными зёрнами в начале луча, а также характер расположения и ориентировку зёрен в течени деформации. Кроме этого было установлено, благодаря колониям рекристаллизованных зёрен, что скорость течения слоёв металла не постоянна и меняется с течением процесса.

Ключевые слова: деформация, прессование, микроструктура, размер зерна, алюминий, МНРКУП.

Вышинский В. Т., Рахманов С. Р., Сафонов Л. А. Формообразование длинномерных конических труб холодным пильгерованием // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Длинномерные трубчатые изделия переменного сечения позволяют достичь существенной экономии металла в случае применения их в качестве несущих элементов различных металлоконструкций или деталей машин. В ряде случаев трубы переменного сечения обеспечивают достижение определённого технического эффекта – например, в трубопроводах с изменяющейся по длине скоростью потока среды. Целью работы является анализ и обобщение основ процесса производства длинномерных конических труб холодным пильгерованием, выявления основных закономерностей, обеспечивающих возможность создания высокоэффективного оборудования. На основании разработанных моделей, описывающих процесс с учетом взаимосвязи комплекса

технологических параметров и механических характеристик основного оборудования, получены зависимости для расчета элементов технологии и настройки приводных механизмов станов ХПТК. Создана методика поэтапного синтеза кинематических схем приводных механизмов, отвечающих заданным требованиям и ограничениям.

Ключевые слова: длинномерное трубчатое изделие переменного сечения, стан холодной прокатки, математическая модель, приводной механизм, синтез кинематических схем, методика поэтапного синтеза.

Василев Я. Д., Замогильный Р. А., Шаповал Е. Ю. Определение параметров начальной настройки рабочей клетки при холодной прокатке тонких и особо тонких полос // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Исходя из особенностей силового взаимодействия полосы с вальцами, предложены решения для определения параметров начальной настройки рабочих клеток полосовых станов при холодной прокатке тонких и особо тонких полос. Представлено графическое решение системы уравнений при силовом взаимодействии концевых участков рабочих валков в процессе прокатки. Показано, что возможности современной теории и технологии холодной прокатки обеспечивают необходимую точность прогнозирования исходных данных для расчетного определения параметров начальной настройки рабочих клеток при холодной прокатке тонких и особо тонких полос. Это позволяет рекомендовать предложенные решения для практического использования. Показано, что единственным технологическим фактором, ограничивающим наименьшую толщину прокатываемой полосы, является сила, действующая на нажимные винты. Сделан вывод о том, что уравнение упругой линии клетки при прокатке тонких и особо тонких полос может быть использовано для определения наименьшей толщины полосы, которая может быть прокатана на конкретном стане.

Ключевые слова: холодная прокатка, полоса, упругая деформация, рабочая клетка, сила.

Кривцова О. Н., Кузьмина Н. Ю., Вдовин С. В., Романов Р. Ю. Качество оцинкованного проката: исследование и анализ контрольных характеристик // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Цель научно-исследовательской работы – исследование и анализ качества оцинкованного стального проката, полученного на ЛНГЦ в условиях АО «ArcelorMittal Temirtau» из стали марки 08кп по совокупности показателей: геометрии продукции (толщины) и механических свойств. Методы проведенных исследований – обработка и анализ статистических данных. Приведены результаты исследования, направленного на изучение состояния качества оцинкованных стальных полос, полученных на линии непрерывного горячего цинкования АО «ArcelorMittal Temirtau». Проведена полная статистическая обработка данных, полученных на производстве. Произведена статистическая оценка показателей качества с помощью коэффициента годности. Выявлена последовательность при формировании брака по значимости влияния показателей качества оцинкованных полос, что позволит предприятию оптимизировать технологический процесс для предотвращения нарушений требований ГОСТ и СТ. Научной новизной данной работы является применение методов ранжирования для выявления значимости показателей качества при формировании брака оцинкованной стали марки 08кп. Определение последовательности измеренных значений технологических факторов и показателей качества позволяет определить технологические причины в нарушении требований регламента качества оцинкованного проката по ГОСТ 14918-80 и СТ АО 37428679-05-2007.

Ключевые слова: стальные оцинкованные полосы, линия непрерывного горячего цинкования, показатели качества, статистическая оценка качества, анализ причин возникновения брака.

Лежнев С. Н., Волокитина И. Е., Волокитин А. В. Изменение структуры медной проволоки при деформации методом «прессование-волочение» // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

На основе комплексного анализа существующих схем пластического структурообразования, а также с учетом перспективных направлений их развития предложен непрерывный совмещенный процесс «прессование-волочение» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы, который позволяет получать проволоку с субультрамелкозернистой структурой, требуемых размеров и формы поперечного сечения при незначительном количестве циклов деформирования, а так же снимает ограничения по длине исходной заготовки, а, следовательно, позволяет получать готовые изделия длиной до нескольких десятков метров. Данный способ деформирования при внедрении его в производство не требует значительных экономических вложений и может быть внедрен на промышленных предприятиях по производству проволоки, т. к. он не требует переоборудования существующих волочильных станов.

Ключевые слова: проволока, ультрамелкозернистые материалы, прессование-волочение, микроструктура, механические свойства.

Раздобреев В. Г., Паламарь Д. Г., Токмаков П. В. Прогнозирование механических свойств арматурного проката и катанки // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Разработанные в Институте черной металлургии НАН Украины математические модели и компьютерные программы для прогнозирования стабильности показателей качества арматурного проката и катанки дополнены блоками, которые учитывают стохастический характер технологических параметров производства сортового проката, что дает возможность оценить закономерности распределения расчетных величин. Сравнение полученных в работе расчетных и фактических значений показателей качества позволяет сделать вывод о надежности

прогнозирования средних значений и колебаний механических свойств арматурного проката и катанки. Предложенный подход и результаты выполненных исследований дают возможность разрабатывать технические и технологические решения, направленные на увеличение стабильности показателей качества проката.

Ключевые слова: арматурный прокат, катанка, стабильность механических свойств, математическая модель.

Гаранич Ю. Ю., Фролов Я. В. Комплексный анализ производства металлополимерных слоистых композитов // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

На сегодняшний день металлополимерные композитные материалы могут составить существенную конкуренцию монометаллическим в бытовой, автомобильной, авиационной и космической отраслях промышленности. Это связано с пониженным удельным весом материала при сохранении необходимых механических свойств, в частности: ударной вязкости, усталостной прочностью. Такие композиты к тому же хорошо поглощают вибрацию. В данной статье приведен обзор существующих исследований в области получения металлополимерных композитных материалов путем соединения прокаткой. Рассмотрены вопросы соединения между металлическими и полимерными материалами, приведены механизмы их сцепления. Проведен анализ известных процессов получения плоских металлополимерных композитов, проведен анализ технологических параметров, влияющих на силу соединения между слоями композита, а также существующие проблемы их производства и эксплуатации.

Ключевые слова: металлополимерный слоистый композит, соединение прокаткой, сцепление.

Рахманов С. Р. Оптимизация калибровки инструментов прошивного пресса трубопрессовой линии // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

Разработана математическая модель и сформирован функционал осевого сопротивления оправки или экспандера обтекающему потоку металла в процессе прошивки или экспандирования трубной заготовки на прошивном прессе. Предложена схема оптимизации формы образующей технологического инструмента – оправки или экспандера. Установлено, что задача оптимизации формы образующей оправки или экспандера строго реализуема в пределах допустимого класса функционала осевого сопротивления, удовлетворяющего условиям прошивки сплошной или предварительно сверленной трубной заготовки. Приведено решение многофакторной вариационной задачи оптимизации формы образующей рабочей поверхности оправки и экспандера, выполненной в виде осесимметричного тела вращения, которая обладает минимальным осевым сопротивлением в потоке деформируемого металла. Доказано, что устойчивый технологический процесс прошивки или экспандирования трубной заготовки на прошивном прессе возможен при определенных конфигурациях образующих (рациональных калибровках) оправок или экспандера.

Ключевые слова: трубная заготовка, оправка, прошивной пресс, труба, металл, осевое сопротивление, функционал осевого сопротивления, вариационная задача, экстремаль.

Карнаух С. Г. Совершенствование оборудования для разделения сортового проката на мерные заготовки // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

На основании анализа результатов расчетов с использованием математической модели работы гидравлического пресса при разделении проката в момент мгновенного исчезновения технологической нагрузки определены кинематические и энергосиловые параметры разделения проката из стали 45. Сделан вывод о том, что величина энергии, которая расходуется на нанесение концентратора напряжений путем сдвига заготовки относительно остальной части проката, является недостаточной для нанесения эффективного концентратора напряжений, что приводит к низкому качеству разделяемых заготовок. Предложена конструкция гидравлического пресса с дополнительным гидроимпульсным цилиндром, что позволяет расширить технологические возможности оборудования и повысить качество отрезанных заготовок.

Ключевые слова: разделение, концентратор напряжений, нож, ломатель, качество, сила, работа разделения, прокат, заготовка.

Чоста Н. В., Зубков В. С. Повышение технико-экономических показателей оборудования с клиношарнирным механизмом для разделительных операций // Обработка материалов давлением. – 2017. – № 2 (45).

На основе анализа теоретических исследований реализации различных условий трения на контактных поверхностях клиношарнирного механизма с вогнутым клином установлено, что основным фактором, влияющим на коэффициент полезного действия механизма, является коэффициент трения. Технически более простым способом повышения коэффициента полезного действия клиношарнирного механизма с вогнутым клином является замена трения скольжения трением качения, что позволяет достигать значений 0,97...0,99. Добавление тел качения (роликов) уменьшает жесткость системы, однако она остается по-прежнему достаточно высокой, по сравнению с традиционным рычажным механизмом. Чем меньше радиус ролика, тем больше жесткость всей системы.

Ключевые слова: разделение, клин, шарнир, ползун, сила, жесткость, трение, коэффициент полезного действия, заготовка.

АНОТАЦІЇ

Тітов А. В., Михалевич В. М. Аналітичне розв'язання основної задачі теорії деформівності // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Основна задача теорії деформівності полягає в знаходженні граничних деформацій за умов нестационарного деформування. У замкнутому аналітичному вигляді її розв'язки знайдено тільки для класу багатоетапного деформування. Показано, що процеси багатоетапного, зокрема, циклічного деформування є певними наближеннями реальних шляхів деформування, що реалізуються під час пластичного формозмінення в різних точках заготовок. Проте для оцінки точності необхідно мати аналітичні розв'язки основної задачі теорії деформівності відносно гладких кривих, що представляють шляхи деформування. Розроблений метод знаходження аналітичного розв'язку основної задачі теорії деформівності у замкнутому вигляді базується на розв'язанні інтегрального та функціонального рівнянь. Досліджено умови існування розв'язку. У демонстраційному прикладі знайдено аналітичний розв'язок у вигляді явної алгебраїчної залежності граничної деформації при поточному нестационарному деформуванні від параметрів кривої граничних деформацій та шляху деформування. Дослідження вказаного розв'язку надало можливість виявити важливі закономірності в зміні граничної деформації для різних шляхів деформування. Зазначено, що наявність аналітичних розв'язків стимулюватиме постановку та розв'язання різного роду обернених задач, які мають значне наукове та практичне значення.

Ключові слова: теорія деформівності, нестационарне деформування, основна задача, аналітичний розв'язок, крива граничних деформацій, шлях деформування.

Аніщенко О. С., Кухар В. В., Присяжний А. Г. Застосування формул Ляме щодо аналізу деформованого стану оболонок при надпластичному формуванні // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Представлені результати апроксимації формулами Ляме контурів оболонок при надпластичному формуванні, в тому числі в нерівномірному температурному полі, з листових заготовок змінної товщини з різних сплавів і з різною структурою. Показано суттєву зміну головних радіусів кривизни оболонок, що значно відрізняються від радіуса сферичного сегмента. Встановлено, що при надпластичному формуванні циліндричного стакану мінімум радіуса сполучення дна і стінки і його центр не лежать на бісектрисі кута між дном і стінкою. Центр віддаляється від бісектриси по двом гілкам параболи, що відповідає неоднаковому зростанню уздовж контуру оболонки радіуса сполучення від мінімуму в сторони дна і стінки.

Ключові слова: сверхпластичне формування, оболонка, апроксимація, контур, супереліпс, радіус кривини.

Абхарі П. Б., Сивак Р. І., Таган Л. В., Малій Х. В. Моделювання процесу закритого радіального видавлювання фланця з редукуванням // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Розглянуто схему закритого радіального видавлювання фланця з редукуванням. На основі методу скінчених елементів проведено аналіз напружено-деформованого стану, а також силових параметрів процесу закритого радіального видавлювання фланця з односторонньою подачею на кінці стрижня з редукуванням в роз'ємних матрицях. Отримані графічні залежності показують зміну приведенного тиску видавлювання і розкриття напівматриці в залежності від основних геометричних параметрів процесу. Встановлено, що застосування процесу суміщеного радіального видавлювання з операцією редукування дозволяє знизити силу розкриття на величину, рівну силі редукування.

Ключові слова: радіальне видавлювання, редукування, метод скінчених елементів, сила розкриття.

Орлюк М. В. Граничні значення критеріїв руйнування при моделюванні процесів витягування в середовищі DEFORM // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Робота виконана з ціллю визначення значень критеріїв руйнування Normalized Cockcroft-Latham та Brozzo програмного комплексу DEFORM, що відповідають граничному ступеню деформації при витягуванні сталі 20. За результатами натурного експерименту по вісесиметричному витягуванню заготовок різного діаметру в роботі проведено 2D та 3D моделювання відповідних процесів. Виконано порівняльний аналіз експериментальних даних та результатів комп'ютерного моделювання та запропонована методика для визначення граничного значення критеріїв руйнування при моделюванні. Визначені граничні значення критеріїв руйнування для 2D та 3D моделювання (за умови, що кількість скінчених елементів сітки по товщині матеріалу в небезпечному перерізі має бути не менше 5). Отримані числові значення критеріїв дозволяють в подальшому за результатами моделювання прогнозувати поведінку пластичних матеріалів в реальних процесах витягування.

Ключові слова: витягування, критерій руйнування, граничне значення, моделювання, Cockcroft-Latham, Brozzo.

Тітов В. А., Рехта О. С., Гараненко Т. Р. Деякі закономірності ізотермічного в'язкопластичного формоутворення мембрани з алюмінієвих сплавів // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Виконано моделювання процесу за допомогою методу скінченних елементів в середовищі DEFORM-3D. У розрахунку враховувалися геометричні параметри, а також механічні властивості матеріалу. У процесі аналізу напружень і деформацій було з'ясовано, що зі збільшенням тиску дещо знижується величина деформації стоншення в центрі тиску мембрани при постійній величині відносної висоти мембрани. Аналіз результатів показує, що зі збільшенням коефіцієнта швидкісного зміцнення m зменшується величина ефективних напружень в центрі мембрани. Також показано, що зі збільшенням коефіцієнта швидкісного зміцнення зростає рівномірність розподілу інтенсивності швидкостей деформацій у поперечному перерізі мембрани.

Ключові слова: в'язкопластичний стан, реологія, надпластичність, ізотермічний стан, коефіцієнт швидкісного зміцнення.

Лагута Т. С., Андрєв В. В., Бобух О. С. Дослідження процесу прямого гарячого пресування труб із високоміцного алюмінієвого сплаву легованого скандієм // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

На даний час на практиці існують лише обмежені технології та рекомендації щодо проведення процесу пластичної деформації сплавів системи Al-Mg-Sc. Однак, в літературі є велика кількість способів і рекомендацій по технологіям виробництва продукції з важкодеформованих алюмінієвих сплавів, які не зміцнюються термічною обробкою. В роботі наведений аналіз та дослідження залежностей впливу температурно-деформаційних параметрів процесу прямого гарячого пресування Al-Mg-Sc сплаву на напружено-деформований стан металу та енергосилові параметри, а також розроблені рекомендації щодо технології виробництва труб. Встановлено, що для обраних умов деформації максимальна висота «мертвої зони» спостерігається при низьких швидкостях пресування (2 мм/с) для обох випадків кута нахилу матриці. Величини розтягуючих напружень знаходяться в діапазоні від 80 МПа до 120 МПа. Подальший аналіз наведених даних показав також те, що на контакті між матрицею і контейнером в металі виникає зона з істотно малими напруженнями, що знаходяться в діапазоні від 0 МПа до 20 МПа. На підставі отриманих даних розроблені технологічні схеми виробництва труб для умов роботи гідравлічних пресів зусиллям 10 МН і 20 МН.

Ключові слова: пресування, моделювання, QForm, алюміній, скандій, труба, гідравлічний прес, напруження, «мертва зона», температура, сила, оптимізація процесу.

Макєєва Г. С., Фролов Я. В., Панюшкін М. Є. Взаємозв'язок теоретичних та експериментальних результатів прокатки алюмінієвих полос // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Стаття присвячена дослідженню процесу прокатки алюмінієвих полос теоретичними та експериментальними методами. Методи математичного моделювання дозволяють заощаджувати час та ресурси при проведенні досліджень, але потрібна верифікація математичної моделі. Метою дослідження є вивчення факторів, які впливають на з'єднання шарів при валковій прокатці двошарових алюмінієвих полос, та створення математичної моделі цього процесу з використанням сучасного програмного забезпечення. Було з'ясовано, що при різній температурі прокатки зі ступенем деформації 35 % можна досягти зварювання пластин чи отримати розшарування. Також було здійснено моделювання процесу прокатки алюмінієвих полос та порівняно з експериментом. В ході досліджень з'ясовано, що відносна деформація по товщині та ширині при моделюванні та експерименті відрізняються в межах 1 %. Існуюча розбіжність в коефіцієнті видовження на 11 % в випадку гарячої прокатки пояснюється наявністю заклепок, коефіцієнтом теплопередачі від полос до валків, коефіцієнтом тертя між заготовкою та валками. Незважаючи на це, виконана верифікація моделі прокатки алюмінієвих полос, та одержані результати можуть бути підґрунтям для проведення подальших теоретичних досліджень процесу гарячої прокатки алюмінієвих полос.

Ключові слова: прокатка, моделювання, алюмінієва полоса.

Найзабеков А. Б., Лежньов С. Н., Койнов Т. А., Панін Є. А. Вивчення деформованого стану при багатопроходному деформуванні способом «прокатка – РКУ-пресування» // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

В роботі представлені результати вивчення деформованого стану при моделюванні сумісного процесу «прокатка – РКУ-пресування». Для аналізу деформованого стану використовувалися відомі аналітичні формули, що дозволяють знайти величину еквівалентної деформації після прокатки та РКУ-пресування, а також результати моделювання сукупного процесу в DEFORM. Дослідження деформованого стану проводилося за допомогою вивчення параметра «еквівалентна деформація», яка показала, що після 3-х проходів запропонованого об'єднаного процесу можна досягти величини еквівалентної деформації, необхідної для одержання ультрадрібнозернистої структури, а саме, величини $e > 4$. У розглянутій моделі величина еквівалентної деформації після 3-го проходу досягла 4,16 за розрахунковою формулою й 4,22 за результатами моделювання.

Ключові слова: сумісний процес, прокатка – РКУ-пресування, деформований стан, моделювання.

Клемешов Є. С., Чухліб В. Л., Шифрін Є. І. Дослідження впливу параметрів кування на форму поковки колінчастого валу та впровадження розробок на ПрАТ «Дніпропрес Сталь» // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Розглянуто процес кування шатунної шийки колінчастого валу. Основною метою даного дослідження є визначення впливу параметрів процесу на формозміну заготовки, а також визначення раціональних параметрів кування. Також важливим завданням є апробація і впровадження розробленої технології у виробництво на підприємстві ПрАТ «Дніпропрес Сталь». Результатом роботи є дані по формозміні заготовки, а також на основі аналізу даних комп'ютерного моделювання процесу визначено основні залежності формозміни заготовки від використовуюваного інструменту з товщиною $0,1..0,3 D_{зас}$ і глибини вдавлювання бойка в інтервалі $0,3..0,7 D_{зас}$. В результаті аналізу визначено раціональні параметри процесу кування шатунної шийки колінчастого валу і визначені інтервали геометричних розмірів коліна, які можливо отримати при заданих параметрах кування. Наведено результати впровадження цієї технології у виробництво на підприємстві ПрАТ «Дніпропрес Сталь», а саме економічні показники виробництва.

Ключові слова: кування, протягування, формозмінення, поковка, бойок, шатунна шийка.

Марков О. Є., Станков В. Ю., Шарун А. О., Ковалевський С. В., Косілов М. С. Розробка нового способу кування днищ // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Основною ковальською операцією для виготовлення поковок типу сферичних днищ є роздача. Складністю в проектуванні даного процесу є труднощі прогнозування формозміни і стоншення в процесі роздачі заготовки, а також в необхідності усунення дефектів металургійного походження для отримання поковок високої якості. У даній роботі дані рекомендації по технологічному процесу роздачі конічною і сферичною плитою пустої заготовки, зокрема за формою і розмірами вихідної заготовки. Наведено результати розподілу деформацій в тілі поковки, що впливає на якість одержуваного виробу. Встановлено, що максимальні напруження виникають у донній частині заготовки, що вимагає її підігріву до $1000-1200$ °С. Ковку рекомендовано проводити з паузами між натисками.

Ключові слова: кування, днища, роздача, сферична плита, конічна плита.

Каргін Б. С., Каргін С. Б. Розробка та дослідження об'ємного штампування без задирки // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Аналіз розвитку ковальсько-штампувального виробництва за останні роки дає можливість встановити його основні напрямки: прагнення до отримання більшої точності поковок; поступове витіснення динамічних методів обробки тиском, близькими до статичного за рахунок переважного застосування машин кривошипного типу. Представлені результати по розробці конструкції штампа для горячого об'ємного штампування круглих в плані поковок без задирик. При цьому виключаються штампувальні ухили, задирик, а економія металу становить близько 20 %. Наведено схему точного об'ємного штампування і експериментальний штамп для реалізації розробленого процесу. Дано рекомендації по вибору розмірів заготовки, технологічного мастила та окремих елементів штампа. Встановлено основні переваги запропонованого способу штампування і перспективи при його реалізації.

Ключові слова: штамп, задирик, ухил, кільце, процес, зазор, прес, формоутворення, технологічне мастило, вібрація, графіт.

Фролов Є. А., Ясько С. Г. Оцінка факторів впливу виробничих похибок на точність деталей при операціях пробивання-вирубування рухомими середовищами на основі статистичного аналізу // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

В результаті проведених досліджень встановлено, що на параметри точності розділових операцій (пробивання, вирубування) методом пневмоударного штампування рухомими середовищами домінуючого впливу надають: зношування робочих елементів штампів, геометричні розміри і товщина матеріалу деталей, міцнісні і пластичні властивості матеріалу заготовок. Проведено кількісне визначення ступеня їх впливу. Аналіз побудованих за результатами дослідження графіків дозволив встановити, що вирішальний вплив на вигин деталей при роботі без притискання і гострих ріжучих кромок справляє товщина матеріалу і лінійні розміри деталей, що штампуються. Ці величини пов'язані між собою по відношенню до стріли прогину деталі зворотною залежністю. Зі збільшенням геометричних розмірів, при одній і тій же товщині матеріалу, відхилення від площинності збільшуються і, навпаки, зі збільшенням товщини матеріалу при інших рівних умовах неплоскостність зменшується. При штампуванні партій деталей в межах десятих тисяч штук залежності величини задирик від кількості відштампованих деталей можна вважати лінійними.

Ключові слова: пневмоударне штампування, пробивання, вирубування, похибка, точність, матеріал, лист, рухомі середовища.

Баглюк Г. А., Безимьянный Ю. Г., Шишкіна Ю. О. Оцінка пружних властивостей та характеру анізотропії гарячештампованих порошкових алюмоматричних композитів // *Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).*

Приведено результати досліджень особливостей структури та пружних характеристик алюмоматричних композитів системи Al-TiC, отриманих гарячим штампуванням з використанням різних технологічних схем. Показано, що матеріали, отримані гарячим штампуванням, відзначаються помітною анізотропією, що характеризується витягнутістю часток матричної фази в напрямку, перпендикулярному прикладанню зусилля штампування, внаслідок чого величини як нормального модуля пружності, так і модуля зсуву в площині, перпендикулярній напрямку прикладання деформуючого зусилля при гарячому штампуванні, на 12–15 % перевищують відповідні характеристики в напрямку деформування. Для всіх розглянутих технологічних схем виготовлення характеристики пружності досліджуваних алюмоматричних композитів перевищують модуль Юнга алюмінію на 40–70 % (в залежності від напрямку прозвучування), а відповідні характеристики модулю зсуву вище на 8–15 %.

Ключові слова: алюмоматричний композит, гаряче штампування, модуль пружності, структура, анізотропія.

Гребенок Т. П., Радченко О. К., Гогаєв К. О., Іценко А. І., Литвин Р. В. Ущільнюваність сумішей порошків карбідів перехідних металів V та VI груп з металевою зв'язкою // *Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).*

Досліджено ущільнюваність у закритих жорстких прес-формах трьох шестикомпонентних порошкових систем у вигляді сумішей порошків карбідів (VC, Mo₂C, NbC та TiC) та металів (Ni та Cr), які використовували як зв'язуюче. Кількість карбідної складової у сумішах змінювалася від 84,04 до 93,69 об'єм. %. Встановлено, що при ущільненні до тиску 800 МПа відносна густина всіх зразків не перевищує 0,6. Залежності $lg\rho$ від lgr на всіх стадіях ущільнення кожного зі складів з високою достовірністю (0,99) апроксимуються лінійними функціями. Параметр n на першій стадії ущільнення становить приблизно 0,8, на другій – 0,3, а на третій – 0,2. Зміна параметру ущільнення n від кількості зв'язуючого на першій стадії ущільнення не перевищує 2,7 %, на другій – 5 %, а на третій – 10 %.

Ключові слова: ущільнюваність, порошки, суміші, карбіди перехідних металів, металева зв'язуюча.

Руденко Н. О., Коткова В. В. Мікроструктура пористих матеріалів, виготовлених з використанням пороутворювача // *Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).*

Представлені криві ущільнення для пресовок із сумішей залізо-бікарбонат амонію з об'ємним вмістом пороутворювача 20, 40 та 60 %. Найбільша щільність при однаковому тиску досягається для зразків, що містять 60 % бікарбонату амонію. Встановлено вплив тиску пресування і складу сумішей на мікроструктуру пористих зразків. У процесі спікання бікарбонат амонію повністю віддалявся із пресовок. Після спікання відносна пористість зразків незначно зменшується, бо пористість визначається великими порами, що утворюються після видалення пороутворювача. Зі збільшенням вмісту пороутворювача в суміші пористість спечених виробів зростає, а зі збільшенням тиску пресування їх пористість незначно зменшується. Структура зразків складається з декількох характерних елементів. Темні області відповідають порам. Світлі області утворюють більшість і являють собою спечені частки заліза. Видні більш дрібні пори, що становлять пористість спеченого заліза та великі, що утворювалися при видаленні пороутворювача. Пори, утворені в результаті видалення пороутворювача, за формою та розміром приблизно відповідають часткам пороутворювача.

Ключові слова: пористі матеріали, ущільнення, пористість, пороутворювач, мікроструктура.

Зубко Ю. Ю., Фролов Я. В., Бобух О. С. Вплив МНРКУП на мікроструктуру АД0 // *Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).*

Представлені результати дослідження впливу МНРКУП на зеренну структуру алюмінію марки АД0. У якості зразків в дослідженні використовувалися литі круглі алюмінієві циліндри діаметром 42 мм, які після нагрівання до 500 °С пресувалися в інструменті для МНРКУП. В ході досліджень був розрахований середній розмір зерна за методикою довільних січних. Аналіз вихідної структури литого алюмінію показав, що останній кристалізувався за класичною схемою з утворенням дрібних зерен поблизу стінок форми, більших зерен в середині зразка і колоній самих великих зерен в середині зразка. Аналіз деформованої структури дозволив абсолютно точно визначити положення зони «зрізу», зони з недеформованими зернами на початку променя, а також характер розташування і орієнтування зерен в перебігу деформації. Крім цього було встановлено, завдяки колоніям рекристалізованих зерен, що швидкість течії шарів металу не постійна і змінюється з перебігом процесу.

Ключові слова: деформація, пресування, мікроструктура, розмір зерна, алюміній, МНРКУП.

Вишинський В. Т., Рахманов С. Р., Сафонов Л. А. Формоутворення довгомірних конічних труб холодним пільгуванням // *Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).*

Довгомірні трубчасті вироби змінного перерізу дозволяють досягти суттєвої економії металу в разі застосування їх в якості несучих елементів різних металоконструкцій або деталей машин. В ряді випадків труби змінного перерізу забезпечують досягнення певного технічного ефекту – наприклад, в трубопроводах зі змінною по довжині швидкістю потоку середовища. Метою роботи є аналіз і узагальнення основ процесу виробництва довгомірних конічних труб холодним пільгуванням, виявлення основних закономірностей, які забезпечують

можливість створення високоефективного обладнання. На підставі розроблених моделей, що описують процес з урахуванням взаємозв'язку комплексу технологічних параметрів і механічних характеристик основного обладнання, отримані залежності для розрахунку елементів технології та налаштування приводних механізмів станів ХПТК. Створено методіку поетапного синтезу кінематичних схем приводних механізмів, що відповідають заданим вимогам і обмеженням.

Ключові слова: довгомірний трубчастий виріб змінного перерізу, стан холодної прокатки, математична модель, привідний механізм, синтез кінематичних схем, методіка поетапного синтезу.

Васильов Я. Д., Замогильний Р. А., Шаповал С. Ю. Визначення параметрів початкової настройки робочої кліті при холодній прокатці тонких і особливо тонких смуг // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Виходячи з особливостей силової взаємодії штаби з валками, запропоновано рішення для визначення параметрів початкової настройки робочих клітей штабових станів при холодній прокатці тонких і особливо тонких штаб. Представлено графічне рішення системи рівнянь при силевій взаємодії кінцевих ділянок робочих валків в процесі прокатки. Показано, що можливості сучасної теорії і технології холодної прокатки забезпечують необхідну точність прогнозування вихідних даних для розрахункового визначення параметрів початкового налаштування робочих клітей при холодній прокатці тонких і особливо тонких штаб. Це дозволяє рекомендувати запропоновані рішення для практичного використання. Показано, що єдиним технологічним чинником, що обмежує найменшу товщину штаби є сила, що діє на натискні гвинти. Зроблено висновок про те, що рівняння пружної лінії кліті під час прокатки тонких і особливо тонких штаб може бути використано для визначення найменшої товщини смуги, яка може бути прокатана на конкретному стані.

Ключові слова: холодна прокатка, штаба, пружна деформація, робоча кліть, сила.

Кривцова О. Н., Кузьміна Н. Ю., Вдовін С. В., Романов Р. Ю. Якість оцинкованого прокату: дослідження та аналіз контрольних показників // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Мета науково-дослідної роботи – дослідження та аналіз якості оцинкованого сталевих прокату, отриманого на ЛНГЦ в умовах АТ «ArcelorMittal Temirtau» зі сталі марки 08кп за сукупністю показників: геометрії продукції (товщини) і механічних властивостей. Методи проведених досліджень – обробка та аналіз статистичних даних. Наведені результати дослідження, спрямованого на вивчення стану якості оцинкованих сталевих смуг, отриманих на лінії безперервного гарячого цинкування АТ «ArcelorMittal Temirtau». Проведена повна статистична обробка даних, отриманих на виробництві. Проведена статистична оцінка показників якості за допомогою коефіцієнта придатності. Виявлено послідовність при формуванні шлюбу за значимістю впливу показників якості оцинкованих смуг, що дозволить підприємству оптимізувати технологічний процес для запобігання порушень вимог ГОСТ та СТ. Науковою новизною даної роботи є застосування методів ранжирування для виявлення значимості показників якості при формуванні браку оцинкованої сталі марки 08кп. Визначення послідовності вимірних значень технологічних факторів і показників якості дозволяє визначити технологічні причини в порушенні вимог регламенту якості оцинкованого прокату по ГОСТ 14918-80 і СТ АТ 37428679-05-2007.

Ключові слова: сталеві оцинковані смуги, лінія безперервного гарячого цинкування, показники якості, статистична оцінка якості, аналіз причин виникнення браку.

Лежнев С. Н., Волокітіна І. Є., Волокітін А. В. Зміна структури мідного дроту при деформації методом «пресування-волочіння» // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

На основі комплексного аналізу існуючих схем пластичного структуроутворення, а також з урахуванням перспективних напрямів їх розвитку запропоновано безперервний суміщений процес «пресування-волочіння» з використанням рівноканальної ступінчастої матриці, який дозволяє отримувати дріт з субультрадрібнозернистою структурою, необхідних розмірів і форми поперечного перерізу при незначній кількості циклів деформування, а так само знімає обмеження по довжині вихідної заготовки, а, отже, дозволяє одержувати готові вироби довжиною до декількох десятків метрів. Даний спосіб деформування при впровадженні його у виробництво не вимагає значних економічних вкладень і може бути впроваджений на промислових підприємствах з виробництва дроту, так як він не вимагає переобладнання існуючих волочильних станів.

Ключові слова: дріт, ультрадрібнозернисті матеріали, пресування-волочіння, мікроструктура, механічні властивості.

Раздобрєєв В. Г., Паламар Д. Г., Токмаков П. В. Прогнозування механічних властивостей арматурного прокату та катанки // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Розроблені в Інституті чорної металургії НАН України математичні моделі та комп'ютерні програми для прогнозування стабільності показників якості арматурного прокату та катанки доповнені блоками, які уявляють стохастичний характер технологічних параметрів виробництва сортового прокату, що дає можливість оцінити закономірності розподілу розрахункових величин. Порівняння отриманих у роботі розрахункових та фактичних значень показників якості дозволяє зробити висновок о надійності прогнозування середніх й коливання механічних властивостей арматурного прокату та катанки. Запропонований підхід та результати виконаних досліджень дають змогу розробляти технічні й технологічні рішення, направлені на збільшення стабільності показників якості прокату.

Ключові слова: арматурний прокат, катанка, стабільність механічних властивостей, математична модель.

Гараніч Ю. Ю., Фролов Я. В. Комплексний аналіз виробництва шаруватих композитів // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

На сьогоднішній день металополімерні композитні матеріали можуть скласти істотну конкуренцію нометалічним в побутовій, автомобільній, авіаційній та космічній галузях промисловості. Це пов'язано зі зниженою питомою вагою матеріалу при збереженні необхідних механічних властивостей, зокрема: ударної в'язкості, втомної міцності. Такі композити до того ж добре поглинають вібрацію. У даній статті приведений огляд існуючих досліджень в області отримання металополімерних шаруватих композитних матеріалів шляхом з'єднання прокаткою. Розглянуто питання з'єднання між металевими і полімерними матеріалами, наведені механізми їх зчеплення. Проведено аналіз відомих процесів отримання плоских металополімерних композитів, проведено аналіз технологічних параметрів, які впливають на силу з'єднання між шарами композиту, а також існуючі проблеми їх виробництва і експлуатації.

Ключові слова: металополімерний шаруватий композит, з'єднання прокаткою, зчеплення.

Рахманов С. Р. Оптимізація калібрування інструментів прошивного преса трубопресової лінії // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

Розроблено математичну модель і сформовано функціонал осевого опору оправки або експандера обтічному потоку металу в процесі прошивки або експандування трубної заготовки на прошивному пресі. Запропоновано схему оптимізації форми утворюючої технологічного інструменту – оправки або експандера. Встановлено, що задача оптимізації форми утворюючої оправки або експандера можливо строго реалізувати в межах допустимого класу функціоналу осевого опору, що задовольняє умовам прошивки суцільної або попереднього свердлінної трубної заготовки. Наведено рішення багатфакторної варіаційної задачі оптимізації форми утворюючої робочої поверхні оправки і експандера, виконаної у вигляді осесиметричного тіла обертання, яка має мінімальний осевий опір в потоці деформованого металу. Доведено, що стійкий технологічний процес прошивки або експандування трубної заготовки на прошивному пресі можливий при певних конфігураціях утворюючих (раціональних калібруваннях) оправок або експандера.

Ключові слова: трубна заготовка, оправка, прошивний прес, труба, метал, осевий опір, функціонал осевого опору, варіаційна задача, екстремаль.

Карнаух С. Г. Удосконалення обладнання для поділу сортового прокату на мірні заготовки // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

На підставі аналізу результатів розрахунків з використанням математичної моделі роботи гідравлічного преса при розділенні прокату в момент миттєвого зникнення технологічного навантаження визначені кінематичні і енергосилові параметри процесу розділення прокату зі сталі 45. Зроблено висновок про те, що величина енергії, яка витрачається на нанесення концентратора напружень шляхом зсуву заготовки щодо решти прокату, є недостатньою для нанесення ефективного концентратора напружень, що призводить до низької якості поділюваних заготовок. Запропоновано конструкцію гідравлічного преса з додатковим гідроімпульсним циліндром, що дозволяє розширити технологічні можливості обладнання і підвищити якість відрізаних заготовок.

Ключові слова: розділення, концентратор напружень, ніж, ломатель, якість, сила, робота поділу, прокат, заготовка.

Чоста Н. В., Зубков В. С. Підвищення техніко-економічних показників обладнання з клиношарнірним механізмом для розділювальних операцій // Обробка матеріалів тиском. – 2017. – № 2 (45).

На основі аналізу теоретичних досліджень реалізації різних умов руху на контактних поверхнях клиношарнірного механізму з увігнутим клином встановлено, що основним фактором, що впливає на коефіцієнт корисної дії механізму, є коефіцієнт тертя. Технічно більш простим способом підвищення коефіцієнта корисної дії клиношарнірного механізму з увігнутим клином є заміна тертя ковзання тертям кочення, що дозволяє досягти значень 0,97 ... 0,99. Застосування тіл кочення (роликів) зменшує жорсткість системи, однак вона залишається досить високою у порівнянні з традиційним важільним механізмом. Чим менший радіус ролика, тим вище жорсткість всієї системи.

Ключові слова: розділення, клин, шарнір, повзун, сила, жорсткість, тертя, коефіцієнт корисної дії, заготовка.

ABSTRACTS

Titov A. V., Mykhalevych V. M. Analytical solution of the main problem in the theory of deformability // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The article is devoted to the formulation of a mathematical model of the main problem in the theory of deformability and the development of a method for finding its analytical solving in a closed form. The main problem in the theory of deformability is to find limiting deformations under conditions of nonstationary deformation. The method developed for finding analytic solutions of the main problem in the theory of deformability in a closed form is based on the solution of an integral and functional equations. The conditions for the existence of a solution are investigated. In the demonstration example, an analytical solution is found in the form of an explicit algebraic dependence of the limiting strain under the current nonstationary deformation on the parameters of the curve of limiting deformations and the strain path. The presence of analytical solutions will stimulate the formulation and solution of various kinds of inverse problems that are of theoretical and practical interest.

Keywords: the theory of deformability, nonstationary deformation, the main problem, analytical solution, curve of limiting deformations, strain path.

Anischenko A. S., Kukhar V. V., Prysiaznyi A. G. Application of Lamé formulas for the analysis of the deformed state of shells under superplastic forming // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The results of the approximation of the shell contours under superplastic forming with the help of Lamé formulas, including in uneven temperature field, from sheet blanks of variable thickness, from different alloys and with different structures, are presented. A significant change in the principal radii of the curvature of the shells, which differs significantly from the radius of the spherical segment, is shown. It is established that in the case of superplastic forming of a cylindrical cup, the minimum of the radius of the connection between the bottom and the wall and its center do not lie on the bisector of the angle between the bottom and the wall. The center is separated from the bisector on two branches of the parabola, which corresponds to an unequal growth along the contour of the conjugation radius from the minimum to the sides of the bottom and the wall.

Keywords: superplastic forming, shell, approximation, contour, superellipse, radius of curvature.

Abhari P. B., Sivak R. I., Tagan L. V., Malii H. V. Modeling of the process of closed radial extrusion of the flange with reduction // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The scheme of closed radial extrusion of the flange with reduction is considered. On the basis of the method of skinned elements, an analysis of the stress-strain state, as well as the power parameters of the process of closed-loop radial extrusion of a flange with a one-sided feed on the end of the rod with reduction in the roz-capacitance matrices was carried out. The obtained graphic dependencies show a change in the reduced pressure of extrusion and the disclosure of the half matrix, depending on the main geometric parameters of the process. It is established that the application of the process of combined radial extrusion with the reduction operation reduces the force of disclosure by a factor equal to the reduction force.

Keywords: radial extrusion, reduction, finite element method, disclosure strength.

Orlyuk M. V. Limit values of the destruction criteria in the simulation of drawing processes in the environment DEFORM // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The paper is performed to determine the values of the destruction criteria for Normalized Cockcroft-Latham and Brozzo within the DEFORM program complex, which correspond to the limiting degree of deformation when drawing steel 20. According to the results of the full-scale experiment on an axisymmetric drawing of blanks of various diameters, 2D and 3D simulations of the corresponding processes are carried out. A comparative analysis of the experimental data and the results of the computer simulation is performed and a technique for determining the limit values of the destruction criteria for modeling is proposed. The limit values of the destruction criteria for 2D and 3D modeling are determined (provided that the number of finite elements of the grid along the thickness of the material in the dangerous section must be at least five). The obtained numerical values of the destruction criteria make it possible to predict the behavior of ductile metals in real drawing processes in the future.

Keywords: drawing, criterion of destruction, limit value, modeling, Cockcroft-Latham, Brozzo.

Titov V. A., Rekhta A. S., Garanenko T. R. Some regularities of the isothermal viscoplastic forming of a membrane made of aluminum alloys // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The simulation of the isothermal viscoplastic forming of a membrane with the help of the finite element method in the DEFORM-3D environment is performed. The calculation takes into account the geometric parameters, as well as the mechanical properties of the material. During the analysis of stresses and deformations, it was found that with increasing pressure, the amount of deformation of the thinning in the center of the membrane at a constant value of the

relative height of the membrane is reduced. The analysis of the results shows that with the increase of the rate of high-speed strengthening m , the value of the effective stresses in the center of the membrane decreases. It is also shown, that with the increase of the rate of high-speed strengthening, the uniformity of the distribution of the intensity of strain rates in the cross section of the membrane increases.

Keywords: viscoplastic state, rheology, superplasticity, isothermal state, high-speed strengthening rate.

Lahuta T. S., Andreiev V. V., Bobukh O. S. Investigation of the process of direct tubes pressing manufactured of high-strength aluminum alloy doped with scandium // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

Currently, in practice there are only limited techniques and guidelines for carrying out the process of plastic deformation of the alloys of Al-Mg-Sc system. However, in the literature there are many methods and recommendations on production technology of hard deformable aluminum alloys, which are not hardened by heat treatment. The paper presents an analysis and investigations of the dependence of the temperature-deformation parameters of the direct hot pressing of Al-Mg-Sc alloy on the stress-strain state of the metal and the energy-strength parameters and provides recommendations on the technology of tubes production. For the selected strain conditions, the maximum height of the "dead zone" is observed at low pressing speeds (2 mm/s) for both cases of the matrix inclination angle has been established. The values of tensile stress are equal in the range from 80 MPa to 120 MPa. The further analysis of the data also shows that the zone with essentially small stresses arises at the contact between the matrix and the container in metal, ranging from 0 MPa to 20 MPa. Based on the data obtained, technological schemes for the production of tubes for operating hydraulic presses with the force of 10 MN and 20 MN have been developed.

Keywords: pressing, numerical simulation, QForm, aluminum, scandium, tube, hydraulic press, strain, dead zone, temperature, force, process optimization.

Makeeva A. S., Frolov Ya. V., Panyushkin N. E. Interrelation of theoretical and experimental results of the rolling of aluminum bands // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The article is devoted to the study of the process of rolling aluminum bands using the theoretical and experimental methods. Methods of mathematical modeling allow saving the time and resources during the research, but verification of the mathematical model is necessary. The purpose of the research is to study the factors that influence the coupling the layers during the rolling of two-layer aluminum bands, and the creation of a mathematical model of this process using modern software. The process of rolling aluminum bands is investigated to obtain a connection between the bands. It was found that at different rolling temperatures with 35 % degree of deformation, bonding of the plates can be achieved or lamination can be obtained. Simulation of the process of rolling aluminum bands was also carried out and compared with experiment. During the research it was found that the relative deformation in thickness and width during modeling and experiment has a difference within 1 %. The existing discrepancy in the coefficient of elongation by 11 % in the case of hot rolling is explained by the presence of rivets, the coefficient of heat transfer from the bands to the rolls, the coefficient of friction between the workpiece and rollers. Despite this, verification of the aluminum band rolling model has been carried out and results, which were obtained, can be the basis for further theoretical studies of the hot rolling process of aluminum bands.

Keywords: rolling, simulation, aluminum band.

Naizabekov A. B., Lezhnev S. N., Koinov T. A., Panin E. A. Study of strain state in multi-pass deformation using the method of "rolling – ECA-pressing" // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The paper presents the results of the study of the strain state in the simulation of combined process of "rolling – ECA-pressing". For the analysis of the strain state the known analytical formulas allowing to find value of equivalent strain after rolling and ECA-pressing, and also results of modeling of the combined process in DEFORM were used. The study of the strain state was carried out by studying the parameter "equivalent strain", which showed that it is possible to achieve the value of the equivalent strain necessary to obtain the ultrafine-grained structure after 3 passes of the proposed combined process, namely, the value $e > 4$. In the considered model, the equivalent strain value after the 3rd pass reached 4.16 according to the calculation formula and 4.22 according to the simulation results.

Keywords: combined process, rolling – ECA-pressing, strain state, modeling.

Klemeshov Y. S., Chukhlib V. L., Shifrin Y. I. Investigation of the forging parameters effect on the shape of the crankshaft forging and the introduction of developments at the PJSC "Dnepropress Steel" // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The article describes the forging process of crankshaft's crankpin. The main purpose of this study is to determine the influence of process parameters on the shaping of the workpiece, as well as to determine the rational parameters of forging. Also an important task is the approbation and introduction of the developed technology into manufacturing process at the enterprise of PJSC "Dnepropress Steel". The result of the work is data on the shaping of the workpiece, and also based on the analysis of the computer simulation data, the basic dependencies of the workpiece forming from the used tool with a thickness of 0,1..0,3 D_z and the depth of the tool penetration in the interval 0,3..0,7 D_z. As result of the analysis are also determined rational parameters of the forging process of the crankshaft's

crankpin and determined the geometrical parameters of the crank, which can be obtained by using of given parameters of forging. Also are presented the results of researched technology introduction into the manufacturing process at the PJSC "Dnipropress Steel", namely the economical and quality indicators of manufacturing.

Keywords: forging, drawing, cogging, forming, forging die, peen, crankpin.

Markov O. E., Stankov V. Y., Sharun A. O., Kovalevsky S. V., Kosilov M. S. Development of a new method for forging bottoms // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The main forging operation of forgings manufacture such as spherical bottoms is disperse. The difficulty of process designing is the difficulty in predicting of the shape changing and thinning during workpiece distribution, and also in the need to eliminate defects of metallurgical origin to produce forgings of high quality. In this paper, have been established recommendations for the technological process of disperse a hollow ingot by a conical and spherical dies, in particular a shape and dimensions of the initial ingot. The results of the deformation distribution in the forging body are presented, that affects the quality of the obtained product. It is established that the maximum stresses occur at the bottom of the billet, which requires its heating to 1000–1200 °C. It is recommended to produce forging with pauses between the pressures.

Keywords: forging, bottoms, disperse, spherical plate, conical plate.

Kargin B. S., Kargin S. B. Development and study of bulk stamping without burrs // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The analysis of the development of forging and stamping production in recent years provides an opportunity to establish its main directions: the desire to obtain greater precision forgings; the gradual displacement of dynamic methods of pressure treatment close to the static due to the predominant use of crank-type machines. The results for the development of die design for forging round in terms of forging without burrs are presented. This excludes stamping slopes, burrs, and metal savings of around 20 %. The scheme of precision of forging and experimental stamp for the implementation of the developed process is done. The recommendations on the choice of the workpiece dimensions, lubrication technology and the individual elements of the stamp are given. The basic advantages of the proposed method of stamping and prospects in its implementation are found.

Keywords: stamp, burrs, slope, a ring, a process nip press forming, lubrication technology, vibration, graphite.

Frolov Y. A., Yasko S. G. Estimation of factors of manufacturing errors affecting the accuracy of parts in piercing-punching operations by mobile media based on statistical analysis // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

As a result of the conducted studies it was established that the dominant influence on the parameters of the accuracy of the separation operations (punching, cutting) by the method of pneumatic impact punching by mobile media is: wear of the working elements of the dies, the geometric dimensions and thickness of the parts, the strength and plastic properties of the material of the workpiece. The degree of their influence is quantitatively determined. Analysis based on the results of the study of graphs made it possible to establish that the thickness and linear dimensions of the stamped parts exert a decisive influence on the bending of parts when working without clamping and sharp cutting edges. These quantities are related to each other with respect to the deflection of the deflection of the workpiece by an inverse relationship. With increasing geometric dimensions, at the same thickness of the material, the deviations from flatness increase and, conversely, with increasing thickness of the material, other things being equal, the flatness decreases. When stamping parts of parts within ten thousand pieces, the dependence of the amount of burrs on the number of stamped parts can be considered linear.

Keywords: pneumatic impact punching, perforation, cutting, error, accuracy, material, sheet, moving media.

Baglyuk G. A., Bezmyanniyy Yu. G., Shishkina Yu. A. The elastic properties evaluation and nature of the anisotropy hot-stamped powder alumo-matrix composites // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The results of investigations on structure and elastic aluminium-matrix composites characteristics Al-TiC system, obtained by hot forging with use of various technological schemes are presented. It is shown that the material obtained by hot forging differ with appreciable anisotropy, which is characterized by the elongation of the particles in the matrix phase to the normal direction by the forging force. Here upon the resulting value of both normal elasticity modulus and shear modulus in the plane normal to the direction of the deforming force during hot forging. It is 15 % higher than the corresponding characteristics in the direction of deformation. In fact all the above manufacturing process and elastic characteristics of the investigated aluminum-matrix composites exceeds by 40–70 % (depending on the direction of sounding). The Young modulus of aluminum, and the respective characteristics of the shear modulus are higher by 8–15 %.

Keywords: aluminum-matrix composite, hot stamping, modulus of elasticity, structure, anisotropy.

Grebenok T. P., Radchenko A. K., Gogaev K. A., Isenko A. I., Litvin R. V. Sealability of mixtures of carbide powders of transition metals of V and VI groups with a metal bond // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

In this paper, the sealing of closed hard molds in three six-component powder systems and the form of mixtures carbide powders (VC, Mo₂C, NbC and TiC) and metals (Ni and Cr), which were used as a binder, were investigat-

ed. The amount of carbide component in blends varied from 84.04 to 93.69 volume. %. It was established when densifying to a pressure of 800 MPa, the relative density of all samples does not exceed 0.6. The dependences of l_{gp} on l_{gp} at all stages of each compaction warehouses with high reliability (0,99) are approximated by linear dependencies. Parameter n at the first stage of the seal is approximately 0.8, in the second – 0.3, and the third one – 0.2. The change in the sealing parameter n from the amount of the binding in the first stage of consolidation does not exceed 2,7 %, the second – 5 %, and the third – 10 %.

Keywords: compressibility, powders, mixtures, transition metal carbides, metal bonds.

Rudenko N. A., Kotkova V. V. Microstructure of porous materials produced with pore-former // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The compaction curves for iron-bicarbonate mixtures ammonium with pore - former volume content 20, 40 and 60 % are presented. At the same pressure the highest density for samples containing 60% ammonium bicarbonate is achieved. The influence of compaction pressure and mixture composition on the microstructure of porous samples is provided. Ammonium bicarbonate completely removed from the samples during sintering. After sintering the relative porosity of the samples decreases insufficient, because porosity is determined by large pores formed after pore-former removal. With increase of pore-former content in the mixture the porosity of sintered products increases and with increase of compaction pressure their porosity slightly decreases. The sample structure consists of several phases. The dark areas correspond to the pores formed after pore-former remove. Light areas form the majority and represent sintered iron particles. The pores formed as a result of removing pore formers in the form and size approximately correspond to the particles of pore-former.

Keywords: porous materials, compaction, porosity, pore-former, microstructure.

Zubko Yu. Yu., Frolov Ya. V., Bobukh A. S. The MNRKUP influence on microstructure AD0 // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

In this paper, we present the results of a study about the effect of MNECAE on the grain structure of aluminum AA1100 grade. As samples in the study were used cast cylinders with a diameter of 42 mm which, after heating to 500 °C, were pressed in a tool for the MNECAE. In the course of the research, the average grain size was calculated according to the random secants method. Analyzing the initial structure of cast aluminum it is showed the latter crystallized according to the classical scheme with the formation of small grains near the walls of the mold, larger grains in the middle of the sample, and the most colonies of large grains in the middle. Analyzing the deformed structure made it possible to accurately determine the position of the "cut" zone, the zone with undeformed grains at the beginning of the ray, and the character of the arrangement and orientation of the grains during the deformation. In addition, it has been established, thanks to the colonies of recrystallized grains, that the rate of flow in the metal layers is not constant and varies with the course of the process.

Keywords: deformation, pressing, microstructure, grain size, aluminum, MNECAE.

Vyshinsky V. T., Rakhmanov S. R., Safonov L. A. Formation of long conical tubes by cold pilger process // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

Long-length tubular products of variable cross-section make it possible to achieve substantial savings in metal when they are used as bearing elements of various metal structures or machine parts. In a number of cases, pipes of variable cross-section ensure the achievement of a certain technical effect - for example, in pipelines with a variable flow velocity of the medium along the length. The aim of the work is to analyze and generalize the foundations of the process of manufacturing long conical tubes by cold pilger process, to identify the main regularities that make it possible to create highly efficient equipment. Based on the developed models that describe the process, taking into account the interrelation of the complex of technological parameters and the mechanical characteristics of the main equipment, dependences were obtained for calculating the elements of the technology and adjusting the drive mechanisms of the cold pipe rolling mills. A step-by-step synthesis technique of kinematic diagrams of drive mechanisms that meet specified requirements and constraints is created.

Keywords: long-length tubular product of variable cross-section, cold rolling mill, mathematical model, drive mechanism, kinematic diagrams synthesis, step-by-step synthesis technique.

Vasilev Ya. D., Zamogylny R. A., Shapoval E. Yu. Determination of parameters of the initial adjustment of the working cavity during cold rolling of thin and especially thin strips // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

Proceeding from the peculiarities of the force interaction between the strip and the rolls, solutions are proposed for determining the initial setting parameters of the working stands of strip mills during the cold rolling of thin and extremely thin strips. A graphical solution of the system of equations is presented for force interaction of the end sections of working rolls in the rolling process. It is shown that the possibilities of the modern theory and technology of cold rolling provide the necessary accuracy of forecasting the initial data for the calculation parameters of the initial setting of working stands for cold rolling thin and extremely thin strips. This allows us to recommend the proposed solutions

for practical use. It is shown that the only technological factor limiting the smallest thickness of the rolled strip is the force acting on the pressure screws. It is concluded that the equation of the elastic line of the stand when rolling thin and extremely thin strips can be used to determine the smallest thickness of the strip, which can be rolled at a particular mill.

Keywords: cold rolling, strip, elastic deformation, working stands, roll; force.

Krivtsova O. N., Kuzminova N. Yu., Vdovin S. V., Romanov R. Yu. Quality of galvanized rolled steel: study and analysis of control characteristics // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The purpose of the research work is to study and analyze the quality of galvanized steel rolled products obtained at LNGTS under the conditions of JSC ArcelorMittal Temirtau from steel of grade 08kp in terms of the set of parameters: product geometry (thickness) and mechanical properties. Methods of conducted research are processing and analysis of statistical data. The results of the research aimed at studying the quality of galvanized steel strips obtained on the continuous hot galvanizing line of JSC "ArcelorMittal Temirtau" are presented.

A complete statistical analysis of the data obtained in the production is carried out. A statistical evaluation of the quality indexes was made using the coefficient of validity. The sequence in the formation of the defects is determined by the significance of the quality indicators of the galvanized strips, which will allow the enterprise to optimize the technological process to prevent violations of the requirements of GOST and ST. The scientific novelty of this work is the use of ranking methods to identify the significance of quality indicators in the formation of the defects of galvanized steel of grade 08kp. Determination of the sequence of measured values of technological factors and quality indicators allows us to determine the technological causes in violation of the requirements of the quality regulations for galvanized rolled products in accordance with GOST 14918-80 and ST AO 37428679-05-2007.

Keywords: galvanized steel strips, continuous hot-dip galvanizing line, quality indicators, statistical quality assessment, analysis of causes of defects.

Lezhnev S. N., Volokitina I. E., Volokitin A. V. Change of the copper wire structure in the process of deformation by "pressing-drawing" method // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

On the basis of a comprehensive analysis of the existing schemes of plastic structure formation, and also taking into account the promising directions of their development, a continuous combined "pressing-drawing" process is proposed. It uses an equal-channel step matrix that makes it possible to obtain a wire with an ultrafine-grained structure of the required dimensions and cross-sectional shape with an insignificant number of deformation cycles, and also it removes restrictions on the length of the initial workpiece, and, therefore, allows you to get finished products up to several tens of meters. When introduced into production this method of deformation does not require significant economic investment and can be implemented in industrial wire manufacturing enterprises, since it does not require the conversion of existing drawing mills.

Keywords: wire, ultrafine-grained materials, pressing-drawing, microstructure, mechanical properties.

Razdobreev V. G., Palamar D. G., Tokmakov P. V. Forecasting of mechanical properties of reinforcing bar and wire rod // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The mathematical models and computer programs developed in the Institute of Ferrous Metallurgy of the National Academy of Sciences of Ukraine for predicting the stability of the quality indicators of reinforcing bars and rods are supplemented with blocks that take into account the stochastic nature of the technological parameters of long products manufacture, which makes it possible to evaluate the patterns of design values distribution. Comparison of the calculated and actual values of the received quality indicators allows us to make a conclusion about the reliability of forecasting of average values and fluctuations in the mechanical properties of reinforcing bars and wire rod. The proposed approach and the results of the studies done make it possible to develop technical and technological solutions aimed at increasing the stability of the quality indicators of rolled products.

Keywords: reinforcing bar, wire rod, stability of mechanical properties, mathematical model.

Haranich Y. Y., Frolov Y. V. Comprehensive analysis of metal-polymer sandwich composite manufacturing // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

Nowadays, metal-polymer composite materials can constitute significant competition in the domestic, automotive and aerospace industries. This is due to the reduced specific weight of the material while saving the necessary mechanical properties, in particular: impact strength, fatigue strength. Such composites also absorb vibration well. In this article, a review of existing studies in the field of obtaining of metal-polymeric composite materials by means of roll bonding is given. The problems of the connection between metallic and polymeric materials are considered, mechanisms of their clutching are given. The analysis of known processes for the production of flat metal-polymer composites is carried out, the analysis of technological parameters affecting the strength of the joint between the layers of the composite, as well as the existing problems of their production and operation, is carried out.

Keywords: metal-polymer laminate composite, rolling compound, clutching.

Rakhmanov S. R. Optimization of calibration of tools parsing press of the tubepress line // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

The mathematical model of optimization of the form forming the technological tool for an insertion of pipe preparation on a proshivny press of parsing installation is developed. It is established, we realize process of optimization of a form of the forming mandrel within the chosen class admissible functionality of axial resistance, meeting conditions of an insertion of pipe preparation. The solution of a multiple-factor variation task on a form of a working surface of a mandrel of the minimum axial resistance executed in the form of an axisymmetric body of rotation for an insertion of pipe preparations is provided. It is proved that realization of steady technological process of an insertion on a proshivny press is possible only at certain configurations of the forming mandrels.

Keywords: pipe preparation, mandrel, parsing press, pipe, metal, axial resistance, functionality of axial resistance, variation task, extremal.

Karnaukh S. G. Improvement of equipment for separation of long products into dimensional billets // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

On the basis of the analysis of the results of calculations using the mathematical model of the hydraulic press during the separation of rolled products at the moment of instantaneous disappearance of the technological load, kinematic and power-force parameters of the separation of rolled steel from steel 45 are determined. It is concluded that the amount of energy that is expended for applying the stress concentrator by shear the workpiece relative to the rest of the rolled product is insufficient to apply an effective stress concentrator, which leads to a low quality of the separated blanks. The design of a hydraulic press with an additional hydraulic impulse cylinder is proposed, which makes it possible to expand the technological capabilities of the equipment and improve the quality of the cut billets.

Keywords: separation, stress concentrator, knife, breaker, quality, strength, separation work, rolling, billet.

Chosta N. V., Zubkov V. S. Improvement of technical and economic indicators of equipment with wedge-hinged mechanism for separation operations // Material working by pressure. – 2017. – № 2 (45).

On the basis of the analysis of theoretical studies on the implementation of various friction conditions on the contact surfaces of the wedge-hinged mechanism with a concave wedge, it was established that the main factor affecting the coefficient of efficiency of the mechanism is the coefficient of friction. Technically, the simpler way to increase the efficiency of the wedge-hinged mechanism with a concave wedge is to replace the friction of sliding by frictional rolling, which makes it possible to reach values of 0.97 ... 0.99. The addition of rolling bodies reduces the stiffness of the system, but it still remains high enough compared to the traditional lever mechanism. The smaller the radius of the roller, the higher the stiffness of the entire system.

Keywords: separation, wedge, hinge, slider, force, stiffness, friction, coefficient of efficiency, workpiece.