

---

## АННОТАЦИИ

---

**Алюшин Ю. А. Кинематически возможные поля скоростей для осесимметричной деформации в переменных Лагранжа // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Предложены уравнения движения в форме Лагранжа для процессов осадки, сдвига, раздачи, обратного выдавливания в условиях осесимметричной деформации, полученные интегрированием кинематически возможных полей скоростей в форме Эйлера. Принцип суперпозиции движений позволяет использовать их для анализа более сложных процессов деформации. Визуальное сравнение наблюдаемых и рассчитываемых траекторий перемещения узлов координатной сетки допускает корректировку решений для повышения точности определения энергосиловых параметров процесса с учётом локальных и среднеинтегральных характеристик деформированного состояния.

**Ключевые слова:** уравнения движения в форме Лагранжа, принцип суперпозиции, инварианты, мощность и усилия деформации.

**Алиева Л. И., Деревенько И. А., Сивак Р. И. Ресурс пластичности в процессах комбинированного выдавливания // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрены процессы радиально-прямого комбинированного выдавливания с точки зрения оценки ресурса пластичности деформируемых заготовок из различных материалов. Рассчитан ресурс пластичности по различным критериям деформируемости: скалярным, интегральным, тензорным. Показано, что расчет ресурса пластичности следует проводить с помощью тензорных критериев разрушения. Интегральные критерии разрушения для процессов комбинированного выдавливания дают существенную погрешность результатов расчета ресурса пластичности по сравнению с тензорными критериями. Построены пути деформирования частиц материала в координатах: накопленная интенсивность деформаций – безразмерные показатели напряженного состояния. Это позволяет с помощью моделирования на основе гипотезы о силовом и кинематическом подобии оценить ресурс пластичности для различных материалов, диаграммы пластичности которых известны.

**Ключевые слова:** ресурс пластичности, комбинированное выдавливание, очаг деформации, показатель напряженного состояния.

**Розов Ю. Г. Конечно-элементное моделирование процесса изготовления ствольных заготовок гидроэкструзией в среде высоких гидростатических давлений // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

В традиционных методах изготовления стволов стрелкового оружия наиболее трудоемкой операцией является глубокое сверление отверстий в ствольной заготовке. Получение таких заготовок требует специального оборудования, которое в Украине практически отсутствует. В этой связи возможность получения ствольных заготовок с необходимой точностью и шероховатостью внутренней поверхности методами пластической деформации является достаточно актуальной. В данной работе рассмотрена конечно-элементная модель процесса гидроэкструзии ствольных заготовок в среде высоких гидростатических давлений, необходимых для повышения пластичности ствольных сталей при холодном формообразовании изделий. Результаты моделирования показали возможность реализовать процесс при действии значительного гидростатического давления (750 МПа) на свободную поверхность заготовки. При меньшем давлении происходит характерное разрушение еще на начальных этапах деформирования на внешней поверхности заготовки.

**Ключевые слова:** гидропрессование, гидроэкструзия, деформирование, ствол, канал, оправка, моделирование, разрушение.

**Добронос Ю. К., Дмитриев С. А., Тимченко В. В., Коробенко А. С. Математическое моделирование энергосиловых параметров процесса горячей прокатки сварных швов на основе метода верхней оценки с учётом неоднородности температурного нагрева // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Разработан математический аппарат, который позволяет определять энергосиловые параметры процесса локальной термомеханической обработки сварных соединений на основе метода верхней оценки, с учётом неравномерности распределения температуры нагрева по высоте очага деформации из-за конструктивной невозможности обеспечения нагрева внутреннего усиления сварного шва. Получены распределения температуры нагрева по высоте очага деформации в зависимости от начальной температуры нагрева внешнего сварного шва, а так же получены распределения суммарной мощности сдвига, что, в свою очередь, позволили определить минимум данной функции и использовать его в качестве минимизационного решения данной задачи. Полученные решения позволили уточнить существующие методики по определению энергосиловых параметров данного процесса и создать основу для проектирования технологий и оборудования процесса локальной термомеханической обработки сварных соединений.

**Ключевые слова:** горячая прокатка, сварной шов, неравномерный нагрев, энергосиловые параметры, метод верхней оценки, суммарная мощность, распределение температур, годограф скоростей, физическая плоскость.

**Сатонин А. В., Кассов В. Д., Бережная Е. В., Данилюк В. А., Махмудов К. Д. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при электроконтактной наплавке лент с использованием процессов прокатки // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

На основе рекуррентного решения конечно-разностной формы условий статического равновесия выделенных элементарных объемов разработана численная математическая модель локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла при электроконтактной наплавке лент с использованием процессов прокатки. Отличительными особенностями данной модели является корректный учет реального характера распределений геометрических характеристик, механических свойств и условий внешнего контактного трения, при одновременном обеспечении возможности автоматизированного проектирования технологических режимов данного процесса, исходя из условия обеспечения требуемого качества восстанавливаемых деталей.

**Ключевые слова:** прокатка, напряженно-деформированное состояние, электроконтактная наплавка, момент, металлическая лента.

**Сатонин А. В., Присяжный А. Г., Спаская А. М., Сорокина Р. В. Математическое моделирование процессов непрерывной холодной прокатки полос из меди и ее сплавов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

На основе рекуррентного решения конечно-разностной формы условия статико-динамического равновесия, рассматриваемого в рамках выделенных элементарных объемов, полученных путем разбиения зоны пластического формоизменения по ее длине, с использованием более корректных форм аналитических описаний условий внешнего контактного трения и условия пластичности, а также упругих деформаций рабочих валков получили развитие численные математические модели локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла при холодной прокатке относительно тонких полос из меди и ее сплавов на непрерывных станах. Результаты численной реализации разработанных математических моделей показали достаточную степень достоверности получаемых данных, что подтверждает целесообразность использования этих моделей. Намечены дальнейшие пути развития численных одномерных математических моделей с точки зрения расширения объемов предоставляемой информации.

**Ключевые слова:** непрерывный стан, тонкая полоса, холодная прокатка, математическая модель, локальные и интегральные характеристики напряженно-деформированного состояния.

**Баглюк Г. А. Метод проницаемых элементов в моделировании процессов обработки давлением пористых материалов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Показаны особенности использования метода проницаемых элементов для моделирования процессов деформирования пористых порошковых материалов. Описан базовый алгоритм решения задач с применением метода проницаемых элементов, основанный на применении вариационных принципов механики жесткопластического пористого тела. Приведены примеры использования метода для моделирования процессов горячей штамповки пористых заготовок в открытом штампе и закрытом штампе с компенсационными полостями. Установлено, что традиционная схема горячей штамповки пористых заготовок в закрытом штампе является наименее предпочтительной с точки зрения энергосиловых параметров процесса. Это указывает на целесообразность использования менее жестких схем деформации с частичным выдавливанием материала заготовок в компенсационные полости.

**Ключевые слова:** моделирование, метод проницаемых элементов, деформация, горячая штамповка, пористость, облой.

**Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В., Швец А. А. Управление напряженно-деформированным состоянием заготовки в процессах ковки крупных поковок // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Предложена классификация процессов ковки крупных поковок на основе выделения трех факторов, позволяющих управлять напряженно-деформированным состоянием заготовки. Выделены фактор формы, кинематический фактор и температурный фактор. Фактор формы обуславливает различную форму инструмента и заготовки, кинематический фактор включает в себя различную кинематику движения деформирующего инструмента и различные механические режимы ковки. Температурный фактор описывает различное тепловое состояние заготовки и различное температурное поле. Проведен анализ работ отечественных и зарубежных исследователей, на основании чего определен уровень исследованности каждого из факторов классификации и намечены пути дальнейших исследований в области ковки крупных поковок.

**Ключевые слова:** ковка, протяжка, инструмент, режим, классификация, фактор формы, кинематический фактор, температурный фактор.

**Чигиринский В. В., Матюхин А. Ю. Влияние радиальных нагрузок при осадке толстостенной трубы на изменение напряженного состояния металла // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Наряду с общепринятыми факторами, влияющими на процесс пластического формоизменения при осадке толстостенного полого цилиндра, таких как фактор формы и коэффициент трения, в работе был рассмотрен дополнительный параметр – боковой подпор. Представляет интерес изучение влияния радиального внешнего подпора на характер распределения напряжений по объему очага деформации. Теоретически показано влияние бокового подпора на характер распределения контактного нормального и касательного напряжений, а также влияния на расположения нейтрального сечения при осадке толстостенного кольца. Так, с увеличением наружного подпора увеличивается значение нормального напряжения со стороны внешнего диаметра с постепенным затуханием к противоположной стороне.

**Ключевые слова:** осадка, коэффициент подпора, напряженно-деформированное состояние, гармоническая функция, цилиндрические координаты, математическая модель.

**Алимов А. И., Власов А. В. Теоретическое обоснование возможности построения кривых упрочнения с помощью испытаний на сжатие стопки перпендикулярно плоскости листа // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Для построения кривой упрочнения листовых материалов при температуре  $20 \pm 15^\circ \text{C}$  осадку в условиях одноосного сжатия реализовать сложно из-за потери устойчивости листа, а испытание на растяжение позволяет строить кривые упрочнения только в области равномерного удлинения (до истинной деформации до 0,2–0,3). Для построения кривой упрочнения листового материала до истинной деформации более 0,3 используют испытания на сжатие «стопки». В работе исследовалась возможность построения кривых упрочнения с помощью испытаний на сжатие стопки перпендикулярно плоскости листа. Исследования показали возможность построения кривых упрочнения с помощью испытаний на сжатие стопки перпендикулярно плоскости листа до истинной деформации 0,5 с ошибкой в определении напряжения текучести не более 8 %.

**Ключевые слова:** кривая упрочнения, испытание на сжатие стопки.

**Власов А. В. Методика прогнозирования механических свойств материала после холодной деформации по результатам математического моделирования // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Предложена методика прогнозирования механических свойств (предела прочности и относительного удлинения при разрыве) материала после холодной пластической деформации. Методика основана на конечно-элементном моделировании процесса деформации в программном комплексе Deform с последующей обработкой базы данных напряженно-деформированного состояния в специально созданной подпрограмме для определения степени использования запаса пластичности по критерию Г. Д. Деля. Прогноз механических свойств осуществляется по результатам виртуального эксперимента на одноосное растяжение материала со свойствами (накопленная деформация и поврежденность), полученными материалом в результате холодной деформации и определенными на основе математического моделирования. Произведено сравнение результатов прогнозирования с натурным экспериментом для технологического процессаковки цилиндрического вала на радиальной ковочной машине.

**Ключевые слова:** моделирование, холодная деформация, метод конечных элементов, ресурс пластичности, прогнозирование, предел прочности, относительное удлинение, радиальнаяковка.

**Калюжный В. Л., Суботенко Г. М. Анализ возможностей холодной объемной штамповки из стали ШХ-15 и 12X18H10T // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Проведен анализ существующих технологических схем холодной объемной штамповки заготовок шариков подшипников. Рациональной схемой, которая обеспечивает повышение долговечности шариков и стойкости деформирующего инструмента, является штамповка из фасонированной заготовки. Методом конечных элементов проведено моделирование предварительного фасонирования заготовки и штамповки шариков размерами 1/2" и 1" со сталей ШХ-15 и 12X18H10T. Установлены энергосиловые параметры процессов, распределение нормальных напряжений на деформирующем инструменте, закономерности формоизменения металла, конечные размеры и напряженно-деформированное состояние продеформированных заготовок.

**Ключевые слова:** заготовки шариков подшипников, холодная объемная штамповка, анализ технологических схем штамповки, моделирование методом конечных элементов.

**Грушко А. В. Феноменологические аспекты создания карт материалов для процессов холодного пластического деформирования // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрены феноменологические подходы получения технологических функций, которые формируют карту материала. Основное внимание уделено кривым течения и диаграммам разрушения изотропных материалов. Представлены методы построения кривых течений в квазистатическом состоянии: метод, который основывается на растяжении цилиндрических образцов с учетом образования шейки; метод характеристик прочности (пределов прочности и текучести); метод стандартной твердости по Бринеллю; метод твердости при разных нагрузках. Также приведены методы, которые позволяют учитывать влияние скорости деформирования на напряжение течения: метод динамических коэффициентов и метод твердости. Последний основывается

на измерении твердости по Либу и Бринеллю. В диаграммах разрушения предложено использование показателя напряженного состояния, содержащего константы материала, что существенно уточняет предельные деформации в области растягивающих напряжений. Составлены модели деформационного упрочнения поверхностного слоя при деформирующем протягивании и выяснено влияние параметров материала и технологического процесса.

**Ключевые слова:** феноменология, карта материала, кривая течения, диаграмма разрушения, деформирующее протягивание, твердость, усилие.

**Савченко О. К., Жукова О. А. Боковое выдавливание корпусных деталей с отроутками // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Холодное боковое выдавливание позволяет получить штамповкой детали сложных пространственных конфигураций с разными боковыми отроутками или оперением. Для моделирования процесса использовался программный комплекс Deform 3D, в основе которого лежит метод конечных элементов. С помощью данной программы был изучен процесс бокового выдавливания детали «хвостовик» с двумя, тремя и четырьмя отроутками в форме наклонных перьев. Также были определены накопленная степень деформации, сила деформирования на различных стадиях процесса. Предложенный технологический процесс позволяет снизить массу деталей, увеличить коэффициент использования материала, повысить производительность труда и сократить сроки подготовки производства и трудоемкость изготовления изделий. Исследовано влияние количества отроутков и их толщины на силовой режим выдавливания.

**Ключевые слова:** штамповка, выдавливание, отроутки, коэффициент использования металла, производительность, трудоемкость.

**Чигиринский В. В., Бень А. Н., Кресанов Ю. С. Исследование течения металла при выдавливании заготовок компрессорных лопаток // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Показана сложная кинематика течения металла при выдавливании заготовок компрессорных лопаток авиадвигателей. Объясняется деформационная неоднородность пластического течения металла в процессе прессования. Исследование деформированного состояния металла лопаток проведено с помощью винтов-«свидетелей», вкрученных в исходную заготовку. Смещение «свидетелей» относительно оси заготовки позволило определить деформированное состояние в объеме тела после выдавливания с различными продольными обжатиями. Продольное течение металла через отверстие в матрице в перьевую зону носит пульсирующий неустановившийся характер. Деформированное состояние пера лопатки характеризуется неравномерностью пластического течения металла в плоскости в значительно большей степени, чем замочной части. Значительные перемещения в тонкостенной зоне в продольном и поперечном направлениях формируют деформационную неоднородность в разных точках готового изделия.

**Ключевые слова:** выдавливание, компрессорные лопатки, деформационная неоднородность, пластическое течение.

**Калюжный А. В. Анализ процесса формообразования отверстий в листовых заготовках и профилях выдавливанием двумя коническими пуансонами // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Инженерным методом проведен теоретический анализ формообразования отверстий в листовых заготовках и профилях. Получены аналитические зависимости для определения напряжений и усилия при формообразовании отверстий в листовых заготовках и профилях. Учтено трение и упрочнение материала заготовки. Методом конечных элементов проведен численный эксперимент процесса получения отверстий в листовых заготовках и профилях. Моделированием определена зависимость усилия деформирования от перемещения инструмента, конечная форма и размеры заготовки после выдавливания, распределение напряжений по объему детали. Сравнение результатов расчетов, проведенных двумя методами, показало возможность использования полученных зависимостей для проектирования процессов получения отверстий в листовых заготовках и профилях.

**Ключевые слова:** упрочнение отверстий, инженерный метод, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов.

**Митичкина Н. Г., Бут А. Ю. Математическая модель процесса пробивки отвода в условиях однопереходной штамповки тройников // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрена схема и характерные особенности силового взаимодействия клинообразного пробивного элемента замкнутого контура с металлом трубной заготовки при пробивке дна отвода в условиях однопереходной штамповки тройников. Проанализировано влияние составляющих сил на величину критического усилия пробивки. Предложена математическая модель силового взаимодействия клинообразного пробивного элемента замкнутого контура с металлом трубной заготовки при пробивке дна отвода в условиях однопереходной штамповки тройников, позволяющая определить его энергосиловые показатели с учетом упрочнения металла, угла заточки инструмента, сил трения. Проиллюстрированы зависимости критических сил от угла заточки инструмента, показывающие, что с увеличением угла заточки и глубины внедрения инструмента в материал заготовки критическое усилие возрастает. Модель пригодна для описания процесса пробивки при проектировании однопереходной штамповки тройников.

**Ключевые слова:** тройник, отвод, пробивка, математическая модель, усилие, эластичная среда, трение.

**Роганов Л. Л., Карнаух Д. С., Карнаух С. Г. Анализ технологий и оборудования для разделения труб на мерные заготовки. Сообщение 1 // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Анализ известных технологий разделения труб показывает, что наиболее перспективными из них являются безотходные способы разделения труб на мерные заготовки. На основании проведенного анализа сформулированы основные требования к процессу разделения труб: обеспечение минимальной пластической деформации при разрушении, обеспечения управляемости траекторией трещины, отсутствие больших пластических деформаций при разрушении; исключение больших контактных напряжений. Даны рекомендации для разработки оборудования по разделению труб на мерные заготовки: воздействие на заготовку динамическими и импульсными нагрузками с использованием в качестве рабочего тела упругой среды (жидкости); создание методов нагружения для реализации сложного напряженного состояния, затрудняющего пластическое течение в зоне разрушения; использование эффекта от сильного удара в узком диапазоне зоны приложения нагрузки; применение схем нагружения, которые обеспечивают локальное деформирование и разрушение по периметру трубы.

**Ключевые слова:** разделение, труба, заготовка, концентратор напряжений, пластическая деформация, сила, качество.

**Сычук Ю. Т., Чигиринский В. В. Определение деформированного состояния в зоне блестящего пояска при пробивке горячекатаной малоуглеродистой стали рифлеными пуансонами // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрены особенности образования поверхности разделения листовой заготовки на этапах пластического деформирования и образования трещин скола при пробивке рифлеными пуансонами. Установлена зависимость образования трещин скола от характеристики профиля рифлений на рабочей поверхности пробивных пуансонов. Представлены результаты экспериментального исследования методом координатных сеток интенсивности деформаций и вида деформированного состояния пробиваемой заготовки вдоль профиля рифлений. Установлено уменьшение площади блестящего пояска и силовых затрат при пробивке рифлеными пуансонами. Приведены результаты промышленных испытаний стойкости рифленых пробивных пуансонов в прессовых производствах автозаводов. При этом отмечена повышенная износостойкость рифленых пробивных пуансонов по сравнению со шлифованными при обеспечении необходимых технических требований, предъявляемых к деталям.

**Ключевые слова:** пуансон, впадина рифления, выступ рифления, растяжение, сдвиг, сжатие, трещины скола.

**Хван А. Д., Хван Д. В., Крук А. Т. Повышение прочности тонкостенных цилиндрических стоек раздачей внутренним давлением // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрен технологический способ повышения несущей способности тонкостенной цилиндрической стойки, основанный на немонотонном нагружении заготовки стойки. При этом получены соотношения для расчета условного предела текучести материала за счет пластического деформирования в условиях немонотонности, они получены на основе теории анизотропно упрочняющегося тела Г. Бакхауза. Установлено, что при соответствующем давлении рабочей жидкости указанная механическая характеристика увеличивается в  $\sim 1,5$  раза по отношению к  $\sigma_T$ . Предложенный способ будет достаточно эффективен при изготовлении стоек по тем или иным техническим причинам из термически неупрочняемых металлических сплавов.

**Ключевые слова:** модель Г. Бакхауза, немонотонное нагружение, условный предел текучести, раздача внутренним давлением.

**Яковлев С. С., Грязев М. В., Нечепуренко Ю. Г. Реверсивная вытяжка осесимметричных деталей с фланцем из анизотропного материала // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрен процесс реверсивной вытяжки осесимметричной детали с фланцем. Рассмотрено распределение напряжений и деформаций в заготовке при реверсивной вытяжке осесимметричных деталей с фланцем. Приведена математическая модель операции реверсивной вытяжки осесимметричных деталей с фланцем из трансверсально-изотропных материалов. Установлено влияние технологических параметров, геометрии рабочего инструмента, анизотропии механических свойств заготовки, условий трения на контактных поверхностях рабочего инструмента и заготовки на напряженное и деформированное состояния, силовые режимы, степень использования ресурса пластичности, разностенность осесимметричных деталей и предельных возможностей деформирования.

**Ключевые слова:** деформация, заготовка, напряжение, разрушение, ресурс пластичности, сила, разностенность, реверсивная вытяжка.

**Березина А. Л., Спусканюк В. З., Давиденко А. А., Гангало А. Н., Закорецкая Т. А., Монастырская Т. А., Перькова К. И. Упрочнение сплава АД-31 в результате термомеханической обработки с деформацией заготовок методами гидропрессования // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Определено влияние режимов термической и деформационной обработки на механические свойства сплава АД-31. Исследована возможность повышения механических свойств сплава за счет применения различных режимов деформационной обработки в сочетании с разного типа термообработками. В качестве деформационной обработки использовались методы гидропрессования и углового гидропрессования. Установлено,

что в случае использования отожженных образцов наблюдается упрочнение сплава с повышением величины накопленной деформации до  $\varepsilon_{\Sigma} = 3,95$ , при этом твердость достигает 85HV. Дальнейшее увеличение накопленной деформации не приводит к увеличению твердости материала. Для предварительно состаренных образцов наибольшая твердость 95HV достигается при накоплении деформации до  $\varepsilon_{\Sigma} = 5,1$ , дальнейшее увеличение накопленной деформации до  $\varepsilon_{\Sigma} = 7,4$  приводит к снижению твердости на 8,5 %. Показано, что максимальный уровень предела прочности  $\sigma_b = 391$  МПа достигается при величине накопленной деформации  $\varepsilon_{\Sigma} = 5,1$  в случае обработки по схеме ТМО: искусственное старение + деформация + естественное старение. При этом относительное удлинение равнялось  $\delta = 7,6$  %.

**Ключевые слова:** гидропрессование, угловое гидропрессование, закалка, старение, предел прочности.

**Периг А. В., Романко С. Н., Роганов Л. Л. О снижении макроскопической ротации при равноканальном угловом прессовании материалов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Настоящая работа связана с совершенствованием штамповой оснастки для реализации процессов равноканального углового прессования (РКУП) через непрямоугольные  $2\theta$ -штампы геометрии Сегала. Установлена целесообразность деформирования заготовок в  $2\theta$ -штампах посредством применения пуансонов со скошенными кромками, причем с выполнением геометрического условия, что угол  $2\theta$  скоса кромки пуансона равен углу  $2\theta$  между каналами штампа. Физическое моделирование показывает, что применение скошенного пуансона обеспечивает уменьшение размеров застойной зоны и снижение макроскопической ротации при РКУП. Использование численного моделирования подтверждает целесообразность применения скошенного пуансона для снижения технологических отходов, максимального значения деформаций и неравномерности распределения деформаций.

**Ключевые слова:** равноканальное угловое прессование,  $2\theta$ -штамп геометрии Сегала, остроугольный  $2\theta$ -штамп геометрии Сегала с усеченным внешним углом в зоне пересечения каналов, прямоугольный деформирующий пуансон, пуансон со скошенной  $2\theta$ -кромкой, физическое моделирование, исходная кольцевая сетка, неравномерность деформаций, технологический отход, застойная зона.

**Гайкова Т. В., Пузырь Р. Г., Загорянский В. Г. Проектирование схемы технологии для изготовления деталей из слоистых металлов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Проведен обзор по применению деталей из многослойных материалов в различных отраслях машиностроения, рассмотрены особенности технологических процессов обработки металлов давлением при получении полуфабрикатов и деталей из слоистых композиций. Спроектирована схема технологии получения многослойного материала и последующего его формообразования с целью получения изделия минимальной себестоимости и функциональных характеристик, превышающих аналогичные эксплуатационные качества монолитных изделий. На основе требований, предъявляемых к конструкции, осуществляется выбор материала и способа его обработки. Параметры прочности, обеспечивающие надежность конструкции, подбираются с учетом условий эксплуатации и потребительских предпочтений. При оценке экономической эффективности ключевыми соображениями являются стоимость и качество.

**Ключевые слова:** слоистые материалы, заготовка, деформация, себестоимость, технология, деталь.

**Скачков В. А. Деформационная анизотропия и разрушение при сложном нагружении композиционных материалов триботехнического типа // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

В процессе работы фрикционные элементы испытывают сложное непропорциональное нагружение. При таком нагружении происходит разрушение микроструктурных компонентов композиционных материалов. В рамках среды класса  $B_2$  вводятся случайная функция накопления объемных, типа пор, и плоских, типа микротрещин, повреждений. С учетом введенной функции микроповреждений ставится и находится решение статистической краевой задачи микромеханики структурно-неоднородных тел, связанной по процессам деформирования и разрушения. Разрушение элементов первого порядка малости путем объемного осреднения связывается с разрушением элементов второго порядка. Макроскопическое разрушение соответствует моменту превышения накопленных повреждений элементов первого порядка малости предельного значения, которое определяется экспериментальным путем по результатам испытаний на одноосное растяжение и чистый сдвиг. Проведены тестовые расчеты, результаты которых сопоставимы с известными экспериментальными данными, полученными для волокнистых композиционных материалов, армированных под углом  $\pm 30^\circ$  к координате  $X_1$ .

**Ключевые слова:** триботехнический тип, микротрещины, микроповреждения, микромеханика, деформация, анизотропия.

**Новожицын А. В., Баранов И. Р. Метод расчета протяженности зон кристаллизации и деформации при валковой разливке-прокатке // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрены основные механико-технологические параметры процесса валковой разливки-прокатки металла, предложен математический метод их расчета, а так же представлены результаты расчетов основных параметров процесса валковой разливки-прокатки с использованием различных математических моделей.

Проведено сравнение и анализ расчетных параметров, найденных с помощью предложенного математического метода расчета, с экспериментальными данными, полученными на опытных установках различными исследователями. Выбрана оптимальная математическая модель расчета для дальнейшего использования при проектировании машин с двумя валками-кристаллизаторами, с целью повышения производительности бездефектной разливки стали и цветных металлов в промышленных условиях.

**Ключевые слова:** валковая разливка-прокатка, зона кристаллизации, зона деформации, межвалковое пространство, угол обработки (деформации), зона кристаллизации-деформации, угол кристаллизации, дефекты кристаллизации.

**Полещук В. М., Бровкин В. Л., Кривченко Ю. С. Проблемные вопросы теории и практики деформации непрерывнолитого слитка с жидкой сердцевиной // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Стратегически важное направление для производства мелкого сорта и катанки – это развитие литейно-прокатных комплексов на базе машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Энерго- и материалосберегающие технологии ставят вопрос о переносе деформационных процессов (изгиб-разгиб, резка, предварительное обжатие) из зоны полной кристаллизации в зоны частичной кристаллизации. В работе выполнен анализ проблем, связанных с деформацией металла при наличии жидкой сердцевины при различных схемах напряженно-деформированного состояния. В частности, выполнен анализ опубликованных материалов по влиянию скорости деформации на предельную величину степени деформации и показана их разноречивость не только количественная, но и качественная. Разработана уточненная методика расчета разгиба непрерывнолитого слитка в криволинейной МНЛЗ, обеспечивающая оптимальный режим его деформации.

**Ключевые слова:** разливка, слиток, заготовка, прокатка, деформация.

**Смирнов Е. Н., Серов А. И., Галухина И. Н., Базарова Г. С., Домбровский Е. О. Исследование макроструктуры непрерывнолитой сортовой заготовки из конструкционных марок стали и характера ликвации химических элементов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Приведены результаты заводских исследований оценки качества макроструктуры и характера ликвации химических элементов по сечению непрерывнолитой сортовой заготовки из конструкционных марок стали: сталь 45 по ГОСТ 1050-88 и У7 по ДСТУ 3833-98. Установлено, что непрерывнолитым заготовкам текущего производства присуще достаточно высокое качество макроструктуры. В тоже время анализ макроструктуры металла на продольных темплетах показал, что качество осевой зоны непрерывнолитой заготовки имеет нестабильный характер. В этом случае балл осевой пористости и осевой ликвации во многом предопределяется местом вырезки темплета и, что естественно, может иметь достаточно широкий диапазон колебаний. Выполнена оценка ликвации основных химических элементов: С, Мn, Si и S. Показано, что данным элементам свойственны достаточно высокие индексы ликвации. Все вышеизложенное позволяет говорить о необходимости реализации в линии МНЛЗ технологических приемов внешнего воздействия на кристаллизующийся металл.

**Ключевые слова:** сортовая заготовка, макроструктура, балл, ликвация, индекс ликвации, внешнее воздействие.

**Большаков В. И. Исследование и совершенствование режимов работы оборудования прокатных станов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Изложены некоторые результаты исследований прокатного оборудования, выполненных учеными Института черной металлургии. Результаты исследований и опыт реализации эффективных технологий прокатки показали, что обеспечение работы прокатных станов, получение высококачественной продукции и обеспечение стабильной высокопроизводительной работы оборудования требует исследования и совершенствования оборудования и режимов его работы совместными усилиями ученых прокатчиков и механиков. Показано значение и роль теоретических исследований на основе создания математических моделей. Отмечен ряд динамических моделей, которые в сочетании с промышленными исследованиями позволили разработать и внедрить новые технические решения. Сообщается о разработках, направленных на использование параметров переходных процессов в новых методах диагностирования прокатных станов.

**Ключевые слова:** прокатные станы, динамические нагрузки приводов, диагностика оборудования.

**Руденко Е. А., Коновалов Ю. В., Фролова М. О., Герасименко С. О. Исследование силы и момента редуцирования и проглаживания слябов в системе вертикальные – горизонтальные валки черновой реверсивной клетки // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Представлены результаты экспериментальных исследований силовых параметров редуцирования непрерывнолитых слябов в условиях разового и многократных обжатий в гладких и калиброванных вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных валках черновой универсальной клетки широкополосного стана. Выполнен анализ влияния показателя формы поперечного сечения слябов, размеров ручья ящичных калибров,

нарастающего относительного обжатия ширины по последовательным обжатиям, количества проходов, фактора формы продольного и поперечного сечения очага деформации в вертикальных валках на параметры формы поперечного сечения раскатов, среднее давление и коэффициент плеча момента прокатки в вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных валках. Впервые получены адекватные зависимости для расчета геометрических и силовых параметров редуцирования в условиях многократных последовательных обжатий в гладких и калиброванных вертикальных валках и проглаживания в горизонтальных валках универсальной черновой клетки широкополосного стана.

**Ключевые слова:** сляб, редуцирование, многократное обжатие по ширине, калиброванные вертикальные валки, проглаживание, силовые параметры.

**Сатонин А. В., Коренко М. Г., Староста Н. В., Найденов В. С., Зверева И. Э. Совершенствование технологий, методов расчета и оборудования процесса горячей прокатки на мелкосортных станах // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Выполнен анализ перспектив развития технологических режимов работы, методов расчета, состава и конструктивных параметров оборудования мелкосортных станов горячей прокатки. Показана эффективность широкого использования технологических схем процесса бескалибровой прокатки; на основе различных численных подходов разработаны математические модели по автоматизированному расчету локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла, имеющих место при реализации данной технологической схемы. Представлены результаты сопоставительного анализа данных математических моделей, сформулированы практические рекомендации по совершенствованию соответствующих технологий и калибровок.

**Ключевые слова:** мелкосортный стан, технологии, оборудование, бескалибровая прокатка, методы расчета, вариационные и конечно-элементные подходы.

**Ключников К. Ю., Лохматов А. П., Воробей С. А., Сикачина И. В., Раздобреев В. Г. Технология производства профилей ленточного типа из заготовок круглого сечения методом прокатки-волочения // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Разработаны основные подходы к проектированию параметров нового процесса получения ленточных профилей из заготовок круглого сечения методом прокатки-волочения с использованием разгонных калибров, что позволяет увеличить отношение ширины ленты к диаметру исходной заготовки. В зависимости от толщины и ширины ленты, а также требований к механическим свойствам определяется диаметр заготовки, рациональный химический состав стали, необходимое количество промежуточных термообработок, параметры калибровки роликов, образующих разгонные калибры, и их количество, общее количество переходов. Разработанная технология опробована в условиях ДП «ОЗПК-Днепр» при производстве ленты сечением  $0,5 \times 12,0$  мм из проволоки диаметром 6,0 мм. Подтверждена правильность предложенных подходов к разработке технологии производства профилей ленточного типа из заготовок круглого сечения способом прокатки-волочения с применением разгонных калибров.

**Ключевые слова:** профили ленточного типа, прокатка-волочение, разгонные калибры, заготовка круглого сечения.

**Трусов В. А., Зиновьев А. В., Зинкевич М. Б. Применение комбинированных схем обработок для получения высокопрочного состояния сортовых профилей из углеродистых сталей // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Приведены результаты исследований, выполненных на станах 350 и 350/250 «Лиепас Металлургс» в Латвии и направленных на повышение комплекса механических свойств арматурных профилей углеродистых сталей. Приведены данные по исследованию в промышленных условиях влияния легирования стали Mn и Si. Проведен промышленный эксперимент по применению ускоренного охлаждения в потоке прокатного стана. Даны рекомендации по температурным условиям процесса горячей прокатки. Изменения комплекса механических свойств осуществляется за счет подбора химического состава стали, а также за счет варьирования температурно-временных параметров процесса прокатки и последеформационного охлаждения.

**Ключевые слова:** углеродистая сталь, арматура, механические свойства, сортовая прокатка.

**Шпак В. И., Шевченко В. В., Федоринов М. В., Сухоруков И. С. Исследование распределений деформаций при реализации процесса дрессировки оцинкованных листов и полос // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Проведены исследования явления изменения толщины цинкового покрытия в зависимости от величины общего обжатия всего материала при реализации процесса дрессировки относительно тонких оцинкованных полос. С целью подтверждения правомерности рассмотрения оцинкованной стальной полосы как однородного материала при определении геометрических и силовых параметров очага деформации процесса дрессировки были проведены теоретические и экспериментальные исследования вышеуказанного процесса. Были проведены



исследования методом микрошлифов, имеющие цель установить фактические толщины покрытия после обжата и выявления возможного уплотнения его в результате обжата. Представлена полученная в работе зависимость относительного обжата слоя цинкового покрытия от относительного обжата полосы.

**Ключевые слова:** цинковое покрытие, дрессировка, микроструктура, обжатие, оцинкованная полоса.

**Грибков Э. П., Данилюк В. А. Влияние формы оболочки на геометрические и энергосиловые параметры при прокатке порошковой электродной ленты // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Разработан математический аппарат, который позволяет определить не только основные параметры напряженно-деформированного состояния процесса прокатки порошкового сердечника в различных металлических оболочках, но и исследовать влияние формы металлической оболочки на геометрические и энергосиловые параметры процесса прокатки порошковых электродных лент. Получены расчетные зависимости распределения нормальных и нормальных контактных напряжений по длине дуги контакта рабочего валка и металлической оболочки, распределения относительной плотности порошкового сердечника и значений упругого прогиба металлической оболочки по длине очага деформации в зависимости от изменения коэффициента асимметрии, формы сечения и толщины металлической оболочки. Сделан вывод о влиянии толщины оболочки на энергосиловые параметры процесса, а также физико-механические свойства порошкового сердечника.

**Ключевые слова:** прокатка, напряженно-деформированное состояние, обжатие, порошковый сердечник, относительная плотность, нормальное контактное напряжение, упругий прогиб, металлическая оболочка.

**Пилипенко С. В. Экспериментальное исследование влияния угла развалки и жесткости клетки на поперечную разностенность труб, прокатанных на стане ХПТ // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Приведено исследование влияния различных технологических факторов прокатки труб в станах холодной пильгерной прокатки на величину поперечной разностенности труб. Выполнено исследование литературных источников касательно этой темы. Приведены результаты собственных исследований, для которых выбрано два направления: влияние величины угла развалки на точность труб; влияние повышенной жесткости клетки на точность труб. Приведенные исследования показали, что как уменьшение угла развалки калибра при сохранении всех остальных параметров поперечного сечения, так и увеличение жесткости клетки так же ведет к уменьшению поперечной разностенности готовых труб. Результаты статьи могут оказать положительное влияние как на построение технологического процесса ХПТ, так и на развитие оборудования холодной пильгерной прокатки.

**Ключевые слова:** холодная пильгерная валковая прокатка труб, технологические факторы, точность труб, поперечная разностенность.

**Федоринов В. А., Завгородний А. В., Стриченко С. М., Лесовой М. О., Андросов И. Ю. Совершенствование технологий и методов расчета процессов правки труб и трубных заготовок на многороликовых машинах // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Проведен анализ схем правки труб на правильных машинах при реализации различных типов настройки с целью повышения качества выправляемых изделий. Основываясь на результатах исследований, проведенных с использованием конечно-элементного подхода, разработаны рекомендации по использованию новой технологической схемы правки, которая подразумевает создание обжата трубы валками трубоправильной машины. Использование этой схемы позволяет добиться повышения качества труб по всей длине, включая их концевые участки, что не удается при использовании «классических» схем, подразумевающих только прогиб валками. Даны рекомендации по выбору оптимальной схемы правки применительно к правке тонкостенных и особотонкостенных труб. Полученные результаты позволяют служить основой применительно к решению задач по автоматизированному расчету требуемой настройки многороликовых косовалковых трубоправильных машин, а также быть использованными технологами в цехах при выборе оптимальной схемы правки.

**Ключевые слова:** труба, напряженно-деформированное состояние, технологическая схема, овальная деформация, правка.

**Боровик П. В. Повышение качества резки проката шевронными ножами // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Выполнен теоретический анализ процесса резки толстых листов шевронными ножами. В основу исследования положен метод конечных элементов, на базе которого была разработана математическая 3D-модель процесса резки толстых листов шевронными ножами. Результаты моделирования показывают высокую степень сходимости. Рассмотрен процесс резки шевронными ножами трех различных конструкций. Установлено, что конструкция ножа может существенно влиять на силу резки и деформацию отрезаемой части. Данная деформация приводит к существенному смещению граней в вертикальной плоскости и снижает качество. Предлагается использовать шевронный нож, имеющий скругление между режущими кромками. Разработаны рекомендации

по выбору радиуса. Дана оценка силовых характеристик и показателей качества при использовании данной конструкции ножа. Результаты работы могут быть использованы для практического применения и при исследованиях и развитии процесса резки на ножницах с шевронным ножом.

**Ключевые слова:** шевронный нож, качество резки, сила резки, ножницы, толстый лист.

**Абдуганиев М. А., Рей Р. И., Явтушенко А. В. Энергетика рабочего хода горизонтально-ковочной машины // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Предложены математические зависимости для определения затрат энергии на рабочий ход горизонтально-ковочной машины. Используется аналитический метод определения потерь энергии в период рабочего хода, учитывающий расход энергии на пластическую деформацию, на трение в главном исполнительном механизме и на упругое деформирование по время деформации и в период упругой разгрузки после нижнего положения. Рассчитаны энергетические параметры рабочего хода для восьми типоразмеров машин. Показано, что потери энергии на трение при упругой разгрузке ГKM значительно превышают работу упругой деформации. Предложено эти потери включать в баланс затрат энергии за рабочий ход ГKM.

**Ключевые слова:** горизонтально-ковочная машина, упругая и пластическая деформация, рабочий ход, энергия, полезное действие.

**Рей А. Р. Повышение давления в узле гидросвязи баб бесшаботного молота при торможении плунжеров после удара // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Составлена физическая и математическая модели движения плунжеров узла гидросвязи бесшаботного гидравлического молота после удара. На основе математической модели разработаны зависимости для расчета параметров движения плунжеров бесшаботного гидравлического молота в общем виде. В соответствии с начальными условиями определены уравнения движения плунжеров после удара. Найлены параметры движения плунжеров после прохождения верхним плунжером положения статической деформации верхнего амортизатора. Найлены зависимости, позволяющие определить величину повышения давления в гидробаке. Рассчитан максимальный уровень повышения давления в гидробаке для молота с заданными параметрами. Предложено для снижения уровня давления в гидробаке повысить жесткость верхних амортизаторов и снижать массу боковых плунжеров.

**Ключевые слова:** бесшаботный молот, узел гидросвязи, плунжер, повышение давления.

**Король Р. Н., Гладкий Ю. А., Мосьпан Н. Н. Повышение качества труб и производительности станов ХПТ за счет разработки новой конструкции привода рабочих валков подвижной клетки // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Проанализированы основные факторы, приводящие к повышенному износу привода рабочих валков подвижной клетки станов ХПТ. Показано, как повышенный износ отрицательно сказывается на качестве наружной поверхности и точности труб, а также на производительности прокатных станов. Предложена новая конструкция привода рабочих валков подвижной клетки с использованием упругих элементов, которая обеспечивает увеличение срока службы привода и позволяет повысить производительность стана, точность готовых труб, а также исключить брак по наружной поверхности при прокатке на том же инструменте и с теми же режимами. Использование упругих элементов так же позволяет уменьшить разницу между «принудительным» и «естественным» катающими радиусами валков, что, в свою очередь, приводит к уменьшению осевых усилий при прокатке и исключению стыкования торцов труб.

**Ключевые слова:** стан ХПТ, подвижная клетка, привод рабочих валков, износ, качество наружной поверхности, точность, упругие элементы.

**Роганов М. Л., Роганов Л. Л., Абрамова Л. Н., Грановский А. Е. Силовое передаточное устройство ударного стенда // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Рассмотрены современные ударные стенды и определен общий недостаток для них – невозможность проведения испытаний импульсами ударных ускорений в различных плоскостях на одном стенде. Предложены две конструкции передаточного устройства: передаточное устройство с гибкой связью и передаточное устройство с клиновой парой, которые являются решением данной проблемы. Определены преимущества передаточного устройства с гибкой связью и передаточного устройства с клиновой парой, произведен их краткий сравнительный анализ. Сделаны выводы о расширении эксплуатационных и технологических возможностей ударных стендов с использованием силового передаточного устройства.

**Ключевые слова:** ударный стенд, передаточное устройство, ударный импульс, эластичный элемент, клиновая пара.

**Николаев В. А., Николенко А. Г., Мацко С. В., Васильев А. А., Васильев А. Г. Устройства для уравнивания (противоизгиба) валков с новой конструкцией плунжеров // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Показано, что применение сферического (параболического) контакта плунжера с накладками подушки верхнего валка может полностью устранить защемление шеек валка в подшипниках качения, установленных в подушках, и обеспечивает выравнивание погонных нагрузок по длине подшипника и при этом повышается его работоспособность. Предложена новая конструкция плунжеров, которая позволяет повысить способность клетки к регулированию поперечных параметров полосы и снизить защемление в подушках шеек опорных валков. Это способствует выравниванию толщины (и формы) полосы по ее ширине. Кроме того, достоинством устройства со сферическими накладками на верхней подушке валков является то, что отпадает необходимость изготавливать новые плунжеры гидроустройств и необходимо меньше материальных затрат при внедрении устройства в производство.

**Ключевые слова:** рабочий валок, опорный валок, межвалковый зазор, подушка, плунжер, полоса, поперечный профиль.

**Переходченко В. А., Настоящая С. С., Чуруканов А. С., Сатонин А. А. Развитие методов расчета упруго-деформированного состояния четырехвалковых узлов рабочих клеток листовых прокатных станков // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Для расширения и повышения степени достоверности методов расчета упруго-деформированного состояния узлов рабочих и опорных валков листовых прокатных станков уточнена и расширена методика расчета текущих показателей упруго-деформированного состояния рабочих и опорных валков листовых прокатных станков. В основу полученной методики была положена аналитическая аппроксимация реальных распределений межвалковых погонных нагрузок, а также использована теорема Кастельяно с последующим интегрированием. Исследовано влияние конструктивных параметров четырехвалкового узла, ширины, силы прокатки и величины противоизгиба рабочих валков. В качестве практических рекомендаций определен диапазон изменения сил противоизгиба, обеспечивающих требуемые показатели по поперечной разнотолщинности и степени плоскостности получаемых листов и полос.

**Ключевые слова:** прокатка, рабочий валок, опорный валок, противоизгиб, прогиб, математическая модель.

**Талмазан В. А., Кривцова О. Н., Алешина Л. Н., Арбуз А. С. Технологии эксплуатации валков на прокатных станах // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 1 (34).**

Обязательным элементом эксплуатации валков является их движение по клетям станков горячей и холодной прокатки, что обусловлено стремлением продлить срок службы валков, уменьшить их расход. Существуют различные способы эксплуатации валков – комплектация, маршруты перемещения валков по клетям станков. Недостаток этих способов в том, что они не учитывают особенностей работы валков в каждой клетке, влияния на износ валков технологических факторов прокатки и т. д. Все это не позволяет в максимальной степени использовать резервы качества валков, до минимума снизить их расход. Предложенные авторами работы способы эксплуатации валков основаны на использовании идей оптимизации технологических процессов, математических моделей износа. Оптимальные способы эксплуатации, разработанные при помощи таких моделей, являются наилучшими с точки зрения минимизации износа валков, их применение обеспечит существенную экономию валков.

**Ключевые слова:** прокатные станы, рабочие валки, чистовые клетки, технология эксплуатации, комплектация и маршруты.

---

## АНОТАЦІЇ

---

**Алюшин Ю. О. Кінематично можливі поля швидкостей для осесиметричної деформації в змінних Лагранжа // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Запропоновано рівняння руху у формі Лагранжа для процесів опади, зсуву, роздачі, зворотного видавлювання в умовах осесиметричної деформації, які отримані інтегруванням кінематично можливих полів швидкостей у формі Ейлера. Принцип суперпозиції рухів дозволяє використовувати їх для аналізу більш складних процесів деформації. Візуальне порівняння спостережуваних і розраховуваних траєкторій переміщення вузлів координатної сітки допускає коректування рішень для підвищення точності визначення енергосилових параметрів процесу з урахуванням локальних і середньоінтегральних характеристик деформованого стану.

**Ключові слова:** рівняння руху у формі Лагранжа, принцип суперпозиції, інваріанти, потужність і зусилля деформації.

**Алієва Л. І., Деревенько І. А., Сивак Р. І. Ресурс пластичності в процесах комбінованого видавлювання // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянуто процеси радіально-прямого комбінованого видавлювання з точки зору оцінки ресурсу пластичності деформуємих заготовок з різних матеріалів. Розрахований ресурс пластичності за різними критеріями деформованості: скалярним, інтегральним, тензорним. Показано, що розрахунок ресурсу пластичності слід проводити за допомогою тензорних критеріїв руйнування. Інтегральні критерії руйнування для процесів комбінованого видавлювання дають істотну похибку результатів розрахунку ресурсу пластичності в порівнянні з тензорними критеріями. Побудовані шляхи деформування частинок матеріалу в координатах: накопичена інтенсивність деформацій – безрозмірні показники напруженого стану. Це дозволяє за допомогою моделювання на основі гіпотези про силову та кінематичну подібність оцінити ресурс пластичності для різних матеріалів, діаграми пластичності яких відомі.

**Ключові слова:** ресурс пластичності, комбіноване видавлювання, осередок деформації, показник напруженого стану.

**Розов Ю. Г. Кінцево-елементне моделювання процесу виготовлення ствольних заготовок гідроекструзією в середовищі високого гідростатичного тиску // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

В традиційних методах виготовлення стволів стрілецької зброї найбільш трудомісткою операцією є глибоке свердління отворів в ствольній заготовці. Здобуття таких заготовок вимагає спеціального устаткування, яке в Україні практично відсутнє. В зв'язку з цим можливість виготовлення ствольних заготовок з необхідною точністю і шорсткістю внутрішньої поверхні методами пластичної деформації є досить актуальною. У даній роботі розглянута кінцево-елементна модель процесу гідроекструзії ствольних заготовок в середовищі високого гідростатичного тиску, необхідного для підвищення пластичності ствольних сталей при холодному формоутворенні виробів. Результати моделювання показали можливість реалізувати процес при дії значного гідростатичного тиску (750 МПа) на вільну поверхню заготовки. При меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформації на зовнішній поверхні заготовки.

**Ключові слова:** гідропресування, гідроекструзія, деформація, ствол, канал, оправка, моделювання, руйнування.

**Добронос Ю. К., Дмитрієв С. А., Тимченко В. В., Коробенко О. С. Математичне моделювання енергосилових параметрів процесу гарячої прокатки зварних швів на основі методу верхньої оцінки з урахуванням неоднорідності температурного нагріву // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розроблено математичний апарат, який дозволяє визначати енергосилові параметри процесу локальної термомеханічної обробки зварних з'єднань на основі методу верхньої оцінки, з урахуванням нерівномірності розподілу температури нагріву по висоті осередку деформації за конструктивної неможливості забезпечення нагріву внутрішнього посилення зварного шва. Отримані розподіли температури нагріву по висоті осередку деформації в залежності від початкової температури нагріву зовнішнього зварного шва, а також отримані розподіли сумарної потужності зсуву, що, в свою чергу, дозволили визначити мінімум даної функції і використовувати його в якості мінімального рішення даної задачі. Отримані рішення дозволили уточнити існуючі методи по визначенню енергосилових параметрів даного процесу і створити основу для проектування технологій і обладнання процесу локальної термомеханічної обробки зварних з'єднань.

**Ключові слова:** гаряча прокатка, зварний шов, нерівномірний нагрів, енергосилові параметри, метод верхньої оцінки, сумарна потужність, розподіл температур, годограф швидкостей, фізична площина.

**Сатонін О. В., Кассов В. Д., Бережна О. В., Данилюк В. О., Махмудов К. Д. Математичне моделювання напружено-деформованого стану при електроконтактному наплавленні стрічок з використанням процесів прокатки // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

На основі рекурентного рішення кінцево-різницевої форми умов статичної рівноваги виділених елементарних об'ємів розроблена чисельна математична модель локальних та інтегральних характеристик напружено-деформованого стану металу при електроконтактному наплавленні стрічок з використанням процесів прокатки. Відмітними особливостями цієї моделі є коректний облік реального характеру розподілів геометричних характеристик, механічних властивостей і умов зовнішнього контактного тертя, при одночасному забезпеченні можливості автоматизованого проектування технологічних режимів даного процесу, виходячи з умови забезпечення необхідної якості відновлюваних деталей.

**Ключові слова:** прокатка, напружено-деформований стан, електроконтактне наплавлення, момент, металева стрічка.

**Сатонін О. В., Присяжний А. Г., Спаська Г. М., Сорокіна Р. В. Математичне моделювання процесів безперервного холодного прокатування штаб з міді і її сплавів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

На основі рекурентного вирішення кінцево-різницевої форми умови статико-динамічної рівноваги, що розглядається в рамках виділених елементарних об'ємів, отриманих шляхом розбиття зони пластичного формозмінення по її довжині, з використанням коректніших форм аналітичних описів умов зовнішнього контактного тертя і умови пластичності, а також пружних деформацій робочих валків отримали розвиток числові математичні моделі локальних і інтегральних характеристик напружено-деформованого стану металу при холодному прокатуванні тонких штаб з міді і її сплавів на безперервних станах. Результати числової реалізації розроблених математичних моделей показали достатню міру достовірності отримуваних даних, що підтверджує доцільність застосування цих моделей. Намічені подальші шляхи розвитку числових одновимірних математичних моделей з погляду розширення об'ємів інформації, що надається.

**Ключові слова:** безперервний стан, тонка штаба, холодне прокатування, математична модель, локальні і інтегральні характеристики напружено-деформованого стану.

**Баглюк Г. А. Метод проникних елементів в моделюванні процесів обробки тиском пористих матеріалів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Показано особливості використання методу проникних елементів для моделювання процесів деформування пористих порошкових матеріалів. Описано базовий алгоритм рішення задач із застосуванням методу проникних елементів, заснований на застосуванні варіаційних принципів механіки жорстко-пластичного пористого тіла. Приведено приклади використання методу для моделювання процесів гарячого штампування пористих заготовок у відкритому штампі і закритому штампі з компенсаційними порожнинами. Встановлено, що традиційна схема гарячого штампування пористих заготовок у закритому штампі є найменш кращою з точки зору енергосилових параметрів процесу. Це вказує на доцільність використання менш жорстких схем деформації з частковим видавлюванням матеріалу заготовок в компенсаційні порожнини.

**Ключові слова:** моделювання, метод проникних елементів, деформація, гаряче штампування, пористість, облой.

**Алієв І. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В., Швець О. А. Управління напружено-деформованим станом заготовки в процесах кування крупних поковок // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Запропоновано класифікацію процесів кування крупних поковок на основі виділення трьох факторів, що дозволяють управляти напружено-деформованим станом заготовки. Виділено фактор форми, кінематичний фактор і температурний фактор. Фактор форми обумовлює різну форму інструменту і заготовки, кінематичний фактор включає в себе різну кінематику руху деформуючого інструменту і різні механічні режими кування. Температурний фактор описує різний тепловий стан заготовки і її різне температурне поле. Проведено аналіз робіт вітчизняних і зарубіжних дослідників, на підставі чого визначено рівень дослідженості кожного з факторів класифікації та намічені шляхи подальших досліджень в області кування крупних поковок.

**Ключові слова:** ковка, протягування, інструмент, режим, класифікація, фактор форми, кінематичний фактор, температурний фактор.

**Чигиринський В. В., Матюхін А. Ю. Вплив радіального навантаження при осаджуванні товстостінної труби на зміну напруженого стану металу // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Наряду з загальноприйнятими факторами, що впливають на процес пластичної формозміни при осаджуванні товстостінного порожнього циліндра, таких як фактор форми й коефіцієнт тертя, у роботі був розглянутий додатковий параметр – бічний підпір. Становить інтерес вивчення впливу радіального зовнішнього підпору на характер розподілу напруг по об'єму осередку деформації. Теоретично показано вплив бічного підпору на характер розподілу контактної нормального й дотичного напружень, а також впливу на розташування нейтрального перетину при осаджуванні товстостінного кільця. Так, зі збільшенням зовнішнього підпору збільшується значення нормальної напруги з боку зовнішнього діаметра з поступовим загасанням до протилежної сторони.

**Ключові слова:** осаджування, коефіцієнт підпору, напружено-деформований стан, гармонійна функція, циліндричні координати, математична модель.

**Алімов А. І., Власов А. В. Теоретичне обґрунтування можливості побудови кривих зміцнення з допомогою випробувань на стиск стопки перпендикулярно площині листа // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Для побудови кривої зміцнення листових матеріалів при температурі  $20 \pm 15$  °С осадку в умовах одновісного стиску реалізувати складно через втрати стійкості листа, а випробування на розтяг дозволяє будувати криві зміцнення тільки в області рівномірного подовження (до істинної деформації до 0,2–0,3). Для побудови кривої зміцнення листового матеріалу до істинної деформації більше 0,3 використовують випробування на стиск «стопки». У роботі досліджувалася можливість побудови кривих зміцнення з допомогою випробувань на стиск стопки перпендикулярно площині листа. Дослідження показали можливість побудови кривих зміцнення з допомогою випробувань на стиск стопки перпендикулярно площині листа до істинної деформації 0,5 с похибкою у визначенні напруги текучості не більше 8 %.

**Ключові слова:** крива зміцнення, випробування на стиск стопки.

**Власов А. В. Методика прогнозування механічних властивостей матеріалу після холодної деформації за результатами математичного моделювання // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Запропонована методика прогнозування механічних властивостей (границі міцності і відносного подовження при розриві) матеріалу після холодної пластичної деформації. Методика заснована на кінцево-елементному моделюванні процесу деформації в програмному комплексі Deform з подальшою обробкою бази даних напружено-деформованого стану в спеціально створеній підпрограмі для визначення ступеня використання запасу пластичності за критерієм Г. Д. Деля. Прогноз механічних властивостей здійснюється за результатами віртуального експерименту на одновісне розтягнення матеріалу з властивостями (накопичена деформація і пошкодженість), отриманими матеріалом в результаті обробки і визначеними на основі математичного моделювання. Створено порівняння результатів прогнозування з натурним експериментом для технологічного процесу кування вала на радіальній кувальній машині.

**Ключові слова:** моделювання, холодна пластична деформація, метод кінцевих елементів, ресурс пластичності, прогнозування, межа міцності, відносне подовження, радіальна ковка.

**Калюжний В. Л., Суботенко Г. М. Аналіз можливостей холодного об'ємного штампування заготовок кульок із сталей ШХ-15 і 12Х18Н10Т // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Проведено аналіз існуючих технологічних схем холодного штампування заготовок кульок підшипників. Рациональною схемою, яка забезпечує підвищення довговічності кульок та збільшення стійкості деформуємого інструменту, є штампування з фасонованої вихідної заготовки. Методом скінченних елементів проведено моделювання попереднього фасонування заготовки та процесу штампування заготовок кульок розмірами 1/2" та 1" з сталей ШХ-15 і 12Х18Н10Т. Встановлені енергосилові параметри процесів, розподіл нормальних напружень на деформуємому інструменті, закономірності формозміни металу, кінцеві розміри і напружено-деформований стан здеформованих заготовок.

**Ключові слова:** заготовки кульок підшипників, холодне об'ємне штампування, аналіз технологічних схем штампування, моделювання методом скінченних елементів.

**Грушко О. В. Феноменологічні аспекти створення карт матеріалів для процесів холодного пластичного деформування // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянуто феноменологічні підходи щодо отримання технологічних функцій, які формують карту матеріалу. Основну увагу приділено кривим течії та діаграмам руйнування ізотропних матеріалів. Представлені методи побудови кривих течії в квазістатичному стані: метод, що ґрунтується на розтягу циліндричних зразків із врахуванням утворення шийки; метод характеристик міцності (границі міцності і текучості); метод стандартної твердості за Брінелем; метод твердості при різних навантаженнях. Також наведені методи, що дозволяють враховувати вплив швидкості деформування на напруження течії: метод динамічних коефіцієнтів та метод твердості. Останній ґрунтується на вимірюванні твердості за Лібом та Брінелем. В діаграмах руйнування запропоновано використання показника напруженого стану, який містить константи матеріалу, і що суттєво уточнює граничні деформації в області розтягувальних напружень. Складено моделі деформаційного зміцнення поверхневого шару при деформуємому протягуванні та з'ясовано відповідний вплив параметрів матеріалу і технологічного процесу.

**Ключові слова:** феноменологія, карта матеріалу, крива течії, діаграма руйнування, деформуєме протягування, твердість, зусилля.

**Савченко О. К., Жукова О. А. Бічне видавлювання корпусних деталей з відростками // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Холодне бічне видавлювання дозволяє отримати штампуванням деталі складних просторових конфігурацій з різними бічними відростками або оперенням. Для моделювання процесу використовувався програмний комплекс Deform 3D, в основі якого лежить метод кінцевих елементів. За допомогою даної програми був

вивчений процес бічного видавлювання деталі «хвостовик» з двома, трьома і чотирма відростками у формі похилих пір'їн. Також були визначені накопичена ступінь деформації, сила деформування на різних стадіях процесу. Запропонований технологічний процес дозволяє знизити масу деталей, збільшити коефіцієнт використання матеріалу, підвищити продуктивність праці і скоротити строки підготовки виробництва і трудомісткість виготовлення виробів. Досліджено вплив кількості відростків і їх товщини на силовий режим видавлювання.

**Ключові слова:** штампування, видавлювання, відростки, коефіцієнт використання металу, продуктивність, трудомісткість.

**Чигиринський В. В., Бень Г. М., Кресанов Ю. С. Дослідження плин у металу при видавлюванні заготовок компресорних лопаток // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Показано складну кінематику плин у металу при видавлюванні заготовок компресорних лопаток авіаційних двигунів. Пояснено деформаційну неоднорідність пластичного плин у металу в процесі пресування. Дослідження деформованого стану металу лопаток проведено за допомогою гвинтів-«свідків», які вкручено у початкову заготовку. Зміщення «свідків» відносно осі заготовки дозволило визначити деформований стан в об'ємі тіла після видавлювання з різним повздовжнім обтисненням. Повздовжній плин металу крізь отвір в матриці в зону пера лопатки має пульсуючий та невстановлений характер. Деформований стан пера лопатки характеризується нерівномірністю пластичного плин у металу в площині в значно більшій мірі, ніж в замковій частині. Значні переміщення в тонкостінній зоні в повздовжньому та поперековому напрямках формують деформаційну неоднорідність в різних точках готового виробу.

**Ключові слова:** видавлювання, компресорні лопатки, деформаційна неоднорідність, пластичний плин.

**Калюжний О. В. Аналіз процесу формоутворення отворів у листових заготовках холодним видавлюванням двома конічними пуансонами // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Інженерним методом проведено теоретичний аналіз формоутворення отворів в листових заготовках та профілях. Отримано аналітичні залежності для визначення напружень та зусилля при формоутворенні отворів в листових заготовках та профілях. Враховано тертя та зміщення матеріалу заготовки. Методом скінчених елементів проведений чисельний експеримент процесу отримання отворів в листових заготовках та профілях. Моделюванням встановлено залежність зусилля деформування від переміщення інструменту, кінцева форма та розміри заготовки після видавлювання, розподіл напружень по об'єму деталі. Проведено порівняння результатів розрахунків, проведених двома методами, що дозволяє використовувати отримані залежності для проектування процесу отримання отворів в листових заготовках та профілях.

**Ключові слова:** зміщення отворів, інженерний метод, напружено-деформований стан, метод скінчених елементів.

**Мітїчкіна Н. Г., Бут О. Ю. Математична модель процесу пробивання відводу в умовах одноперехідного штампування трійників // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянута схема і характерні особливості силової взаємодії клиноподібного пробивного елемента замкненого контуру з металом трубної заготовки при пробиванні дна відводу в умовах одноперехідного штампування трійників. Проаналізований вплив складових сил на величину критичного зусилля пробивання. Запропонована математична модель силової взаємодії клиноподібного пробивного елемента замкненого контуру з металом трубної заготовки при пробиванні дна відводу в умовах одноперехідного штампування трійників, що дозволяє визначити його енергосилові показники з урахуванням зміщення металу, кута заточки інструмента, сил тертя. Проілюстровані залежності критичних сил від кута заточки інструмента, які показують, що зі збільшенням кута заточки і глибини впровадження інструмента у матеріал заготовки критичне зусилля зростає. Модель придатна для опису процесу пробивання при проектуванні одноперехідного штампування трійників.

**Ключові слова:** трійник, відвід, пробивання, математична модель, зусилля, еластичне середовище, тертя.

**Роганов Л. Л., Карнаух Д. С., Карнаух С. Г. Аналіз технологій і обладнання для розділення труб на мірні заготовки. Повідомлення 1 // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Аналіз відомих технологій розділення труб показує, що найбільш перспективними із них є безвідходні способи розділення труб на мірні заготовки. На підставі проведеного аналізу сформульовано основні вимоги до процесу розділення труб: забезпечення мінімальної пластичної деформації при руйнуванні, забезпечення керованості траєкторією тріщини, відсутність великих пластичних деформацій при руйнуванні; виключення великих контактних напруг. Дано рекомендації для розробки обладнання по розділенню труб на мірні заготовки: вплив на заготовку динамічними і імпульсними навантаженнями з використанням в якості робочого тіла пружного середовища (рідини); створення методів навантаження для реалізації складного напруженого стану, що утрудняє пластичне деформування в зоні руйнування; використання ефекту від сильного удару у вузькому діапазоні зони прикладання навантаження; застосування схем вантаження, які забезпечують локальне деформування і руйнування по периметру труби.

**Ключові слова:** розподіл, труба, заготовка, концентратор напружень, пластична деформація, сила, якість.

**Сичук Ю. Т., Чигиринський В. В. Визначення деформованого стану у зоні блискучого пояску при пробивці горячекатаної низьковуглецевої сталі рифленими пуансонами // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянуті особливості утворення поверхні розділу листової заготовки на етапах пластичного деформування та утворення тріщин сколювання при пробивці рифленими пуансонами. Встановлено залежність утворення тріщин сколювання від характеристики профілю рифлень на робочій поверхні пробивних пуансонів. Представлені результати експериментального дослідження методом координатних сіток інтенсивності деформацій та виду деформованого стану заготовки, яка пробивається, вздовж профілю рифлень. Встановлено зменшення площі блискучого пояску і силових витрат при пробивці рифленими пуансонами. Приведені результати промислових випробувань стійкості рифлених пробивних пуансонів в пресових виробництвах автозаводів. При цьому відзначена підвищена зносостійкість рифлених пробивних пуансонів порівняно зі шліфованими при забезпеченні необхідних технічних вимог, які пред'являються до деталі.

**Ключові слова:** пуансон, впадина рифлення, виступ рифлення, розтягнення, зсув, стискання, тріщини сколювання.

**Хван О. Д., Хван Д. В., Крук О. Т. Підвищення міцності тонкостінних циліндричних стійок роздачею внутрішнім тиском // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглядається технологічний спосіб підвищення несучої здатності тонкостінної циліндричної стійки, заснований на немонотонному навантаженні заготовки стійки. При цьому отримано співвідношення для розрахунку умовної границі текучості матеріалу за рахунок пластичного деформування в умовах немонотонності, вони отримані на основі теорії тіла Г. Бакхауза, що анізотропно зміцнюється. Встановлено, що при відповідному тиску робочої рідини зазначена механічна характеристика збільшується в  $\sim 1,5$  рази по відношенню до  $\sigma_T$ . Запропонований спосіб буде достатньо ефективний при виготовленні стояків з тих чи інших технічних причин з термічно незміцнюваних металевих сплавів.

**Ключові слова:** модель Г. Бакхауза, немонотонне навантаження, умовна границя плинності, роздача внутрішнім тиском.

**Яковлев С. С., Грязев М. В., Нечепуренко Ю. Г. Реверсивне витягування осесиметричних деталей з фланцем з анізотропного матеріалу // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянуто процес реверсивного витягування осесиметричної деталі з фланцем. Розглянуто розподіл напружень і деформацій в заготовці при реверсивному витягуванні осесиметричних деталей з фланцем. Наведено математичну модель операції реверсивної витяжки осесиметричних деталей з фланцем з трансверсально-ізотропних матеріалів. Встановлено вплив технологічних параметрів, геометрії робочого інструменту, анізотропії механічних властивостей заготовки, умов тертя на контактних поверхнях робочого інструменту та заготовки на напружений і деформований стан, силові режими, ступінь використання ресурсу пластичності, різностінність осесиметричних деталей і граничних можливостей деформування.

**Ключові слова:** деформація, заготовка, напруга, руйнування, ресурс пластичності, сила, різностінність, реверсивна витяжка.

**Березіна А. Л., Спусканик В. З., Давиденко О. А., Гангалю О. М., Закорецька Т. А., Монастирська Т. О., Перькова К. І. Зміцнення сплаву АД-31 у результаті термомеханічної обробки з деформацією заготовки методами гідропресування // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Визначено вплив режимів термічної і деформаційної обробки на механічні властивості сплаву АД-31. Досліджено можливість підвищення механічних властивостей сплаву за рахунок застосування різних режимів деформаційної обробки в поєднанні з різного типу термообробками. В якості деформаційної обробки використовувалися методи гідропресування й кутового гідропресування. Встановлено, що у разі використання відпалених зразків спостерігається зміцнення сплаву з підвищенням величини накопиченої деформації до  $\varepsilon_y = 3,95$ , при цьому твердість досягає 85HV. Подальше збільшення накопиченої деформації не призводить до збільшення твердості матеріалу. Для попередньо зістарених зразків найбільша твердість 95HV досягається при накопиченні деформації до  $\varepsilon_y = 5,1$ , подальше збільшення накопиченої деформації до  $\varepsilon_y = 7,4$  призводить до зниження твердості на 8,5 %. Показано, що максимальний рівень межі міцності  $\sigma_b = 391$  МПа досягається при величині накопиченої деформації  $\varepsilon_y = 5,1$  у разі обробки за схемою ТМО: штучне старіння + деформація + природне старіння. При цьому відносне подовження дорівнювало  $\delta = 7,6$  %.

**Ключові слова:** гідропресування, кутове гідропресування, загартування, старіння, межа міцності.

**Періг О. В., Романко С. М., Роганов Л. Л. Щодо зниження макроскопічної ротації при рівноканальному кутовому пресуванні матеріалів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Представлена робота пов'язана з удосконаленням штампового оснащення для реалізації процесів рівноканального кутового пресування (РККП) через непрямокутні  $2\theta$ -штампи геометрії Сегала. Встановлена доцільність деформування заготовок в  $2\theta$ -штампах шляхом використання пуансонів зі скошеними кромками, причому з дотриманням геометричної умови, що кут  $2\theta$  скошу кромки пуансона дорівнює куту  $2\theta$  між каналами штампу. Фізичне моделювання показує, що використання скошеного пуансона забезпечує зменшення розмірів



застійної зони і зниження макроскопічної ротації при РККП. Використання чисельного моделювання підтверджує доцільність використання скошеного пуансону для зменшення технологічних відходів, максимальних значень деформацій і нерівномірності розподілу деформацій.

**Ключові слова:** рівноканальне кутове пресування,  $2\theta$ -штамп геометрії Сегала, гострокутний  $2\theta$ -штамп геометрії Сегала зі скошеним зовнішнім кутом у зоні перетину каналів, прямокутний деформувальний пуансон, пуансон зі скошеною  $2\theta$ -кромкою, фізичне моделювання, початкова кільцева сітка, нерівномірність деформацій, технологічний відхід, застійна зона.

**Гайкова Т. В., Пузир Р. Г., Загорянський В. Г. Проектування схеми технології для виготовлення деталей із шаруватих металів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Проведено огляд по застосуванню деталей з багатошарових матеріалів в різних галузях машинобудування, розглянуті особливості технологічних процесів обробки металів тиском при отриманні напівфабрикатів і деталей із шаруватих композицій. Спроектвана схема технології отримання багатошарового матеріалу і наступного його формоутворення з метою одержання виробу мінімальної собівартості та функціональних характеристик, що перевищують аналогічні експлуатаційні якості монолітних виробів. На основі вимог, що пред'являються до конструкції, здійснюється вибір матеріалу і способу його обробки. Параметри міцності, що забезпечують надійність конструкції, підбираються з урахуванням умов експлуатації і споживчих переваг. При оцінці економічної ефективності ключовими міркуваннями є вартість і якість.

**Ключові слова:** шаруваті матеріали, заготовка, деформація, собівартість, технологія, деталь.

**Скачков В. О. Деформаційна анізотропія і руйнування при складному навантаженні композиційних матеріалів триботехнічного типу // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

В процесі роботи фрикційні елементи отримують складне непропорційне навантаження. При такому навантаженні відбувається руйнування мікроструктурних компонентів композиційних матеріалів. У рамках середовища класу  $B_2$  вводяться випадкова функція накопичення об'ємних, типу пор, і плоских, типу мікротріщин, ушкоджень. З урахуванням введеної функції мікроушкоджень ставиться і знаходиться рішення статистичної крайової задачі мікромеханіки неоднорідних тіл, пов'язаної з процесами деформації і руйнування. Руйнування елементів першого порядку малості шляхом об'ємного осереднення зв'язується з руйнуванням елементів другого порядку. Макроскопічне руйнування відповідає моменту перевищення накопичених ушкоджень елементів першого порядку малості граничного значення, яке визначається експериментальним шляхом за результатами випробувань на одновісне розтягування і чисте зрушення. Проведені тестові розрахунки, результати яких порівнянні з відомими експериментальними даними, отриманими для волокнистих композиційних матеріалів, армованих під кутом  $\pm 30^\circ$  до координати  $X_1$ .

**Ключові слова:** триботехнічний тип, мікротріщини, мікроушкодження, мікромеханіка, деформація, анізотропія.

**Ноговіцин О. В., Баранов І. Р. Метод розрахунку протяжності зон кристалізації та деформування при валковому розливанні-прокатці // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розглянуті основні механіко-технологічні параметри процесу валкового розливання-прокатки металу, запропонований математичний метод їх розрахунку, а також представлені результати розрахунків основних параметрів процесу валкового розливання-прокатки з використанням різних математичних моделей. Проведено порівняння і аналіз розрахункових параметрів, що отримані за допомогою запропонованого математичного методу розрахунку, з експериментальними даними, отриманими на дослідних установках різними дослідниками. Обрана оптимальна математична модель розрахунку для подальшого використання при проектуванні машин з двома валками-кристалізаторами, з метою підвищення продуктивності бездефектного розливання сталі і кольорових металів у промислових умовах.

**Ключові слова:** валкове розливання-прокатка, зона кристалізації, зона деформації, міжвалковий простір, кут обробки (деформації), зона кристалізації-деформації, кут кристалізації, дефекти кристалізації.

**Полещук В. М., Бровкін В. Л., Кривченко Ю. С. Проблемні питання теорії і практики деформації безперервнолитих злитків з рідкою серцевиною // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Стратегічно важливий напрямок для виробництва дрібного сорту і катанки – це розвиток ливарно-прокатних комплексів на базі машин безперервного лиття заготовок (МБЛЗ). Енерго- та матеріалозберігаючі технології ставлять питання про перенесення деформаційних процесів (згин-розгин, різання, попереднє обтиснення) із зони повної кристалізації в зони часткової кристалізації. В роботі виконано аналіз проблем, пов'язаних з деформацією металу при наявності рідкої серцевини при різних схемах напружено-деформованого стану. Зокрема, виконано аналіз опублікованих матеріалів щодо впливу швидкості деформації на граничну величину ступеня деформації і показана їх суперечливість не тільки кількісна, але і якісна. Розроблена уточнена методика розрахунку розгину безперервнолитого злитка в криволінійної МБЛЗ, що забезпечує оптимальний режим його деформації.

**Ключові слова:** розливання, злиток, заготовка, прокатка, деформація.

Смирнов Є. М., Сєров О. І., Галухіна І. М., Базарова Г. С., Домбровський Є. О. Дослідження макроструктури безперервнолитої сортової заготовки з конструкційних марок сталі і характеру ліквациї хімічних елементів // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Наведені результати промислових досліджень оцінки якості макроструктури та характеру ліквациї хімічних елементів по перерізу безперервнолитої сортової заготовки з конструкційних марок сталі: сталь 45 за ГОСТ 1050-88 і У7 згідно з ДСТУ 3833-98. Встановлено, що безперервнолитим заготовкам поточного виробництва притаманне досить висока якість макроструктури. В той же час, аналіз макроструктури металу на поздовжніх темплетях засвідчив, що якість осьової зони безперервнолитої заготовки має нестабільний характер. У цьому випадку бал осьової пористості й осьової ліквациї в значній мірі визначається місцем вирізки темплету і може мати досить широкий діапазон коливань. Виконана оцінка ліквациї основних хімічних елементів: С, Mn, Si і S. Встановлено, що зазначені елементи характеризуються досить високими індексами ліквациї. Все вищезазначене дозволяє говорити про необхідність реалізації в лінії МБЛЗ технологічних прийомів зовнішнього впливу на метал, який кристалізується.

**Ключові слова:** сортова заготовка, макроструктура, бал, ліквация, індекс ліквациї, зовнішній вплив.

Большаков В. І. Дослідження та удосконалення режимів роботи обладнання прокатних станів // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Викладено деякі результати досліджень прокатного обладнання, виконаних ученими Інституту чорної металургії. Результати досліджень і досвід реалізації ефективних технологій прокатки показали, що забезпечення роботи прокатних станів, одержання високоякісної продукції й забезпечення стабільної високопродуктивної роботи обладнання вимагає дослідження й удосконалення обладнання й режимів його роботи спільними зусиллями вчених прокатників і механіків. Показано значення й роль теоретичних досліджень на основі створення математичних моделей. Відзначено ряд динамічних моделей, які в поєднанні із промисловими дослідженнями дозволили розробити й впровадити нові технічні рішення. Повідомляється про розробки, спрямовані на використання параметрів перехідних процесів у нових методах діагностування прокатних станів.

**Ключові слова:** прокатні стани, динамічні навантаження приводів, діагностика обладнання.

Руденко Є. О., Коновалов Ю. В., Фролова М. О., Герасименко С. О. Дослідження сили і моменту редукування та прогладжування слябів у системі вертикальні – горизонтальні валки чорнової реверсивної кліті // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Представлені результати експериментальних досліджень параметрів силових умов редукування безперервнолитих слябів в умовах разового і багаторазового обтиску у гладких і каліброваних вертикальних валках і прогладжування у горизонтальних валках чорнової універсальної кліті широкоштабового стану. Виконано аналіз впливу показника форми поперечного перерізу слябів, розмірів рівчаків ящиків калібрів, наростаючого відносного обтиску ширини по послідовним обтискам, кількості проходів. фактора форми повздовжнього та поперечного перерізу осередку деформації у вертикальних валках на параметри форми поперечного перерізу розкатів, середній тиск та коефіцієнт плеча моменту прокатки в вертикальних валках та прогладжування в горизонтальних валках. Вперше отримано адекватні залежності для розрахунку геометричних та силових параметрів редукування в умовах багатократних послідовних обтисків у гладких та каліброваних вертикальних валках та прогладжування в горизонтальних валках універсальної чорнової кліті широкоштабового стану.

**Ключові слова:** сляб, редукування, багатократний обтиск по ширині, калібровані вертикальні валки, прогладжування, силові параметри.

Сатонін О. В., Коренко М. Г., Староста Н. В., Найдьонов В. С., Зверєва І. Е. Удосконалення технологій, методів розрахунку та обладнання процесу гарячої прокатки на дрібносортних станах // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Виконано аналіз перспектив розвитку технологічних режимів роботи, методів розрахунку, складу і конструктивних параметрів обладнання дрібносортних станів гарячої прокатки. Показана ефективність широкого використання технологічних схем процесу безкалібрової прокатки, на основі різних чисельних підходів розроблені математичні моделі з автоматизованого розрахунку локальних та інтегральних характеристик напружено-деформованого стану металу, які мають місце при реалізації даної технологічної схеми. Представлені результати порівняльного аналізу даних математичних моделей, сформульовані практичні рекомендації з удосконалення відповідних технологій та калібровок.

**Ключові слова:** дрібносортний стан, технології, безкаліброва прокатка, методи розрахунку, варіаційні та кінцево-елементні підходи.

Ключніков К. Ю., Лохматов О. П., Воробей С. О., Сікачина І. В., Раздобрєєв В. Г. Технологія виробництва профілів стрічкового типу із заготовок круглого перерізу методом прокатки-волошіння із застосуванням розгінних калібрів // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Розроблено основні підходи до проектування параметрів нового процесу отримання стрічкових профілів із заготовок круглого перерізу методом прокатки-волошіння з використанням розгінних калібрів, що дозволяє збільшити відношення ширини стрічки до діаметра вихідної заготовки. В залежності від товщини і ширини

стрічки, а також вимог до механічних властивостей визначається діаметр заготовки, раціональний хімічний склад сталі, необхідну кількість проміжних термообробок, параметри калібрування роликів, що утворюють розгінні калібри, і їх кількість, загальна кількість переходів. Розроблена технологія випробувана в умовах ДП «ОЗПК-Днепр» при виробництві стрічки перерізом  $0,5 \times 12,0$  мм з дроту діаметром 6,0 мм. Підтверджена правильність запропонованих підходів до розробки технології виробництва профілів стрічкового типу з заготовок круглого перерізу способом прокатки-волочіння із застосуванням розгінних калібрів.

**Ключові слова:** профілі стрічкового типу, прокатка, волочіння, розгінні калібри, заготовка круглого перерізу.

**Трусов В. А., Зінов'єв О. В., Зінкевич М. Б. Застосування комбінованих схем обробок для отримання високоміцного стану сортових профілів із вуглецевих сталей // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Наведено результати досліджень, виконаних на станах 350 та 350/250 «Лієпас Металургс» в Латвії та спрямованих на підвищення комплексу механічних властивостей арматурних профілів вуглецевих сталей. Наведено дані з дослідження в промислових умовах впливу легування сталі Mn та Si. Проведено промисловий експеримент із застосування прискореного охолодження в потоці прокатного стану. Дано рекомендації по температурним умовам процесу гарячої прокатки. Зміни комплексу механічних властивостей здійснюються за рахунок підбору хімічного складу сталі, а також за рахунок варіювання температурно-тимчасових параметрів процесу прокатки і післядеформаційного охолодження.

**Ключові слова:** вуглецева сталь, арматура, механічні властивості, сортова прокатка.

**Шпак В. І., Шевченко В. В., Федорінов М. В., Сухоруков І. С. Дослідження розподілів деформацій при реалізації процесу дресування оцинкованих листів та смуг // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Проведені дослідження явища зміни товщини цинкового покриття в залежності від величини загального обтиску всього матеріалу при реалізації процесу дресування відносно тонких оцинкованих смуг. З метою підтвердження правомірності розгляду оцинкованої сталеві смуги як однорідного матеріалу при визначенні геометричних та силових параметрів осередку деформації процесу дресування були проведені теоретичні та експериментальні дослідження вищевказаного процесу. Були проведені дослідження шляхом мікрослївів, що мали метою встановити фактичні товщини покриття після обтиснення і виявлення можливого ущільнення його в результаті обтиску. Представлена отримана в роботі залежність відносного обтиснення шару цинкового покриття від відносного обтиснення смуги.

**Ключові слова:** цинкове покриття, дресування, мікроструктура, обтиснення, оцинкована смуга.

**Грибков Е. П., Данилюк В. О. Вплив форми оболонки на геометричні та енергосилові параметри при прокатці порошкової електродної стрічки // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Розроблено математичний апарат, який дозволяє визначити не лише основні параметри напружено-деформованого стану процесу прокатки порошкового сердечника в різних металевих оболонках, але і дослідити вплив форми металеві оболонки на геометричні і енергосилові параметри процесу прокатки порошкових електродних стрічок. Отримано розрахункові залежності розподілу нормальної і нормальної контактної напруги по довжині дуги контакту робочого валка і металеві оболонки, розподіли відносної щільності порошкового сердечника і значень пружного прогину металеві оболонки по довжині осередку деформації залежно від зміни коефіцієнта асиметрії, форми перетину і товщини металеві оболонки. Зроблено висновки про вплив товщини оболонки на енергосилові параметри процесу, а також фізико-механічні властивості порошкового сердечника.

**Ключові слова:** прокатка, напружено-деформований стан, обтиск, порошковий сердечник, відносна щільність, нормальна контактна напруга, пружний прогин, металева оболонка.

**Пилипенко С. В. Експериментальне дослідження впливу кута розвалки й жорсткості кліті на поперечну різностінність труб, прокатаних на стані ХПТ // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Наведено дослідження впливу різних технологічних факторів прокатки труб у станах холодної пільгерної прокатки на величину поперечної різностінності труб. Виконано дослідження літературних джерел відносно цієї теми. Наведено результати власних досліджень, для яких обрано два напрямки: вплив величини кута розвалки на точність труб; вплив підвищеної жорсткості кліті на точність труб. Наведені дослідження показали, що як зменшення кута розвалки калібру при збереженні всіх інших параметрів поперечного перерізу, так і збільшення жорсткості кліті призводить до зменшення поперечної різностінності готових труб. Результати статті можуть вплинути як на побудову технологічного процесу ХПТ, так і на розвиток обладнання холодної пільгерної прокатки.

**Ключові слова:** холодна пільгерна валкова прокатка труб, технологічні фактори, точність труб, поперечна різностінність.

**Федорінов В. А., Завгородній А. В., Стриченко С. М., Лесовой М. О., Андросов І. Ю.** Вдосконалення технологій та методів розрахунку процесів правки труб і трубних заготовок на багатороликових машинах // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Проведено аналіз схем правки труб на правильних машинах при реалізації різних типів настройки з метою підвищення якості виправляємих виробів. Грунтуючись на результатах досліджень, проведених з використанням кінцево-елементного підходу, розроблено рекомендації щодо використання нової технологічної схеми правки, яка передбачає створення обтискання труби валками трубоправильних машин. Використання цієї схеми дозволяє досягти підвищення якості труб по всій довжині, включаючи їх кінцеві ділянки, що не вдається при використанні «класичних» схем, які використовують лише прогин валками. Дано рекомендації по вибору оптимальної схеми правки стосовно до правки тонкостінних і особливотонкостінних труб. Отримані результати дозволяють служити основою стосовно до вирішення завдань з автоматизованого розрахунку необхідного налаштування багатороликових косовалкових трубоправильних машин, а також бути використаними технологіями в цехах при виборі оптимальної схеми правки.

**Ключові слова:** труба, напружено-деформований стан, технологічна схема, овальна деформація, правка.

**Боровик П. В.** Підвищення якості різки прокату шевронними ножицями // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Виконано теоретичний аналіз процесу різання товстих листів шевронними ножами. В основу дослідження покладений метод скінчених елементів, на базі якого було розроблено математичну 3D-модель процесу різання товстих листів шевронними ножами. Результати моделювання показують високу ступінь збіжності. Розглянуто процес різання шевронними ножами трьох різних конструкцій. Встановлено, що конструкція ножа може суттєво впливати на силу різання і деформацію відрізуваної частини. Ця деформація призводить до істотного зміщення граней у вертикальній площині і знижує якість. Пропонується використовувати шевронний ніж, який має скруглення між ріжучими кромками. Розроблені рекомендації з вибору радіусу. Дана оцінка силових характеристик і показників якості при використанні даної конструкції ножа. Результати роботи можуть бути використані для практичного застосування і при дослідженнях і розвитку процесу різання на ножицях з шевронним ножем.

**Ключові слова:** шевронний ніж, якість різання, сила різання, ножиці, товстий лист.

**Абдулганієв М. А., Рей Р. І., Явтушенко О. В.** Енергетика робочого ходу горизонтально-кувальної машини // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Запропоновані математичні залежності для визначення витрат енергії на робочий хід горизонтально-кувальної машини. Використовується аналітичний метод визначення витрат енергії в період робочого ходу, що враховує витрату енергії на пластичну деформацію, на тертя в головному виконавчому механізмі і на пружну деформацію під час деформації і в період пружного розвантаження після нижнього положення. Розраховані енергетичні параметри робочого ходу для восьми типорозмірів машин. Показано, що втрати енергії на тертя при пружному розвантаженні ГKM значно перевищують роботу пружної деформації. Запропоновано ці втрати включати в баланс витрат енергії за робочий хід ГKM.

**Ключові слова:** горизонтально-кувальна машина, пружна і пластична деформація, робочий хід, енергія, корисна дія.

**Рей А. Р.** Підвищення тиску у вузлі гідрозв'язку баб безшаботного молота при гальмуванні плунжерів після удару // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Складена фізична і математична моделі руху плунжерів безшаботного гідравлічного молота після удару. На основі математичної моделі розроблені залежності для розрахунку параметрів руху плунжерів безшаботного гідравлічного молота після удару в загальному вигляді. У відповідності з початковими умовами визначено рівняння руху плунжерів після удару. Знайдено параметри руху плунжерів після проходження верхнім плунжером положення статичної деформації верхнього амортизатора. Знайдено залежності, котрі дозволяють визначити величину підвищення тиску в гідробаку. Розраховано максимальний рівень підвищення тиску в гідробаку для молота із заданими параметрами. Запропоновано для зниження рівня тиску в гідробаку підвищити жорсткість верхніх амортизаторів і зменшити масу бічних плунжерів.

**Ключові слова:** бесшаботний молот, вузол гідрозв'язку, плунжер, підвищення тиску.

**Роганов М. Л., Роганов Л. Л., Абрамова Л. М., Грановський А. Є.** Силовий передавальний пристрій ударного стенда // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).*

Розглянуті сучасні ударні стенди й визначено загальний недолік для них – неможливість проведення іспитів імпульсами ударних прискорень у різних площинах на одному стенді. Запропоновано дві конструкції передавального пристрою: передавальний пристрій з гнучким зв'язком і передавальний пристрій з клинковою парою, котрі являються рішенням даної проблеми. Визначені переваги передавального пристрою з гнучким зв'язком і передавального пристрою з клинковою парою, проведено їх короткий порівнювальний аналіз. Зроблені висновки про розширення експлуатаційних і технологічних можливостей ударних стендів з використанням силового передавального пристрою.

**Ключові слова:** ударний стенд, передавальний пристрій, ударний імпульс, еластичний елемент, клинова пара.

**Король Р. М., Гладкий Ю. О., Мосьпан Н. М. Підвищення якості труб і продуктивності станів ХПТ за рахунок розробки нової конструкції приводу робочих валків рухомої кліті // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Проаналізовано основні фактори, котрі приводять до підвищеного зносу приводу робочих валків рухомої кліті станів ХПТ. Показано, як підвищений знос негативно позначається на якості зовнішньої поверхні та точності труб, а також на продуктивності прокатних станів. Запропонована нова конструкція приводу робочих валків рухомої кліті з використанням пружних елементів, котра забезпечує подовження строку служби приводу і дозволяє підвищити продуктивність стану, точність готових труб, а також виключити брак з зовнішньої поверхні при прокатці на тому ж інструменті і з тими ж режимами. Використання пружних елементів так само дозволяє зменшити різницю між «примусовим» і «природним» катаючими радіусами валків, що, в свою чергу, призводить до зменшення осьових зусиль при прокатці та виключення стикування торців труб.

**Ключові слова:** стан ХПТ, рухома кліть, привід робочих валків, знос, якість зовнішньої поверхні, точність, пружні елементи.

**Ніколаєв В. О., Ніколенко А. Г., Мацко С. В., Васильєв А. О., Васильєв О. Г. Пристрої для урівноваження (противовигину) валків з новою конструкцією плунжерів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Показано, що застосування сферичного (параболічного) контакту плунжера з накладками подушки верхнього валка може повністю усунути защемлення шийок валка в підшипниках кочення, встановлених в подушках, і забезпечити вирівнювання погонних навантажень по довжині підшипника і при цьому підвищується його працездатність. Запропоновано нову конструкцію плунжерів, яка дозволяє підвищити здатність кліті до регулювання поперечних параметрів штаби і знизити защемлення в подушках шийок опорних валків. Це сприяє вирівнюванню товщини (і форми) штаби по її ширині. Крім того, перевагою пристрою з сферичними накладками на верхній подушці валків є те, що відпадає необхідність виготовляти нові плунжери гідроприскоїв і потрібно менше матеріальних витрат при впровадженні пристрою у виробництво.

**Ключові слова:** робочий валок, опорний валок, міжвалковий зазор, подушка, плунжер, штаба, поперечний профіль.

**Переходченко В. О., Настояща С. С., Чуруканов О. С., Сатонін О. О. Розвиток методів розрахунку пружно-деформованого стану чотирьохвалкових вузлів робочих клітей листових прокатних станів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Для розширення і підвищення ступеня достовірності методів розрахунку пружно-деформованого стану вузлів робочих і опорних валків листових прокатних станів уточнена і розширена методика розрахунку поточних показників пружно-деформованого стану робочих і опорних валків листових прокатних станів. В основу отриманої методики була покладена аналітична апроксимація реальних розподілів міжвалкових погонних навантажень, а також використана теорема Кастельяна з подальшим інтегруванням. Досліджено вплив конструктивних параметрів чотирьохвалкового вузла, ширини, сили прокатки і величини протизгина робочих валків. В якості практичних рекомендацій визначено діапазон зміни сил протизгина, що забезпечують необхідні показники по поперечній різновиточності і ступеня площинності одержуваних листів і смуг.

**Ключові слова:** прокатка, робочий валок, опорний валок, протизгин, прогин, математична модель.

**Талмазан В. А., Кривцова О. М., Альошина Л. М., Арбуз О. С. Технології експлуатації валків на прокатних станах // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 1 (34).**

Обов'язковим елементом експлуатації валків є їх рух по кліті станів гарячої і холодної прокатки, що обумовлено прагненням продовжити термін служби валків, зменшити їх витрату. Існують різні способи експлуатації валків – комплектація, маршрути переміщення валків по кліті стану. Недолік цих способів у тому, що вони не враховують особливостей роботи валків у кожній кліті, вплив на знос валків технологічних факторів прокатки і т. д. Все це не дозволяє в максимальному ступені використовувати резерви якості валків, до мінімуму знизити їх витрату. Запропоновані авторами роботи способи експлуатації валків засновані на використанні ідей оптимізації технологічних процесів, математичних моделей зношування. Оптимальні способи експлуатації, розроблені за допомогою таких моделей, є найкращими з точки зору мінімізації зносу валків, їх застосування забезпечить істотну економію валків.

**Ключові слова:** прокатні стани, робочі валки, чистові кліті, технологія експлуатації, комплектація і маршрути.

---

**ABSTRACTS**

---

**Alyushin Y. A. Kinematically possible velocity field for axisymmetric strain in Lagrangian // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The equations of motion in the Lagrange form for the processes of upsetting, shearexpansion, backward extrusion in axisymmetric strain, obtained by integrating the kinematically possible velocity fields in the form of Euler. The principle of superposition of motions allows use you to analyze more complex deformation processes. A visual comparison of observed and calculated trajectories of moving nodes of the grid allows for adjustments in solutions to improve the accuracy of energy-power parameters of the process, taking into account the local and mean integral characteristics of the strain state.

**Keywords:** the equations of motion in Lagrangian form, the superposition principle, invariants, power and force of deformation.

**Aliieva L. I., Derevenko I. A., Sivak R. I. Resource of plasticity during combined extrusion // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The processes of radial direct extrusion combined with the point of view of the plasticity resource deformable pieces of different materials. Designed plasticity resource on various criteria deformability scalar integral, the tensor. It is shown that the plasticity resource calculation should be made by means of tensor failure criteria. Integral fracture criteria for combined extrusion processes give substantial error in calculation results of plasticity resource compared with tensor criteria. Built the way the deformation of the material particles in the coordinates: accumulated strain intensity – dimensionless parameters of stress. This allows using simulation based on the hypothesis that force and kinematic similarity plasticity resource estimate for different materials, diagrams plasticity are known.

**Keywords:** resource of plasticity, combined extrusion, the deformation, the rate of stress.

**Rozov Y. G. Finite element modeling of process of making of barrel blanks by hydrostatic extrusion is in the environment of high hydrostatical pressures // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

In the traditional methods of making barrels of small-arms the most labour intensive operation is the deep drilling in the barrel blank. The obtaining of such blanks requires special equipment which is practically absent in Ukraine. In this connection the possibility of receipt of barrel blanks with necessary accuracy and roughness of internal surface by the methods of plastic deformation is sufficiently topical. In this work the finite element model of process of hydrostatic extrusion of barrel blanks in the environment of high hydrostatical pressures that are necessary for the increase of plasticity of barrel steel during cold forming of products has been considered. The results of simulation showed the possibility to realize a process with effect of considerable hydrostatical pressure (750 MPa) on free surface of a workpiece. At less pressure a characteristic failure may happen on the external surface of the workpiece even on the initial stages of deformation.

**Keywords:** hydraulic forging, hydrostatic extrusion, deformation, barrel, bore, arbour, design, destruction.

**Dobronosov Y. K., Dmitriev S. A., Timchenko V. V., Korobenko A. S. Mathematical modeling of power parameters during hot rolling of welds on the basis of the method of the upper bound with uneven temperature heating // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

In this paper we developed mathematical apparatus which allows to determine the power parameters of the process of local thermo-mechanical treatment of welded joints on the basis of the upper bound, nether with uneven distribution of heating temperature due to structural deformation zone that can not provide internal heat of the weld. The distributions of the heating temperature along the height of deformation zone, depending on the initial temperature of the external heating of the weld, as well as the distribution of the total power shift, were obtained. They allowed to determine the minimum of the function and use it as minimized a solution of this problem. The resulting solutions have refined existing techniques to determine the power parameters of the process and to create a basis for the design of technology and equipment for local thermo mechanical treatment of welded joints.

**Keywords:** hot rolled, welded seam, uneven heating, power parameters, the method of the upper bound, the total capacity, the temperature distribution, velocity hodograph, the physical plane.

**Satonin A. V., Kassov V. D., Berejnaya E. V., Danilyuk V. A., Makhmudov K. D. Mathematical modeling stress-strain behavior at an electrocontact depositing of stripes with use of rolling // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

In this work on the basis of the recurrent solution of a final and differential form of conditions of static balance of the allocated elementary volumes the numerical mathematical model of local and integrated characteristics stress-strain behavior of metal is developed at an electrocontact depositing of stripes with use of rolling. Distinctive features

of this model is the correct accounting of real nature of distributions of geometrical characteristics, mechanical properties and conditions of external contact friction, at a simultaneous possibility of the automated design of technological modes of this process proceeding from a condition of ensuring demanded quality of restored details.

**Keywords:** rolling, stress-strain behavior, electrocontact depositing, moment, metal stripe.

**Satonin A. V., Prisyazhnyj A. G., Spaskaya A. M., Sorokina R. V. Mathematical design of processes of the continuous cold rolling of bars from copper and its alloys // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

Numerical mathematical models of local and integral characteristics of deflected metal modes at cold rolling of relatively thin stripes and bands from copper and its alloy on continuous rolling mills were obtained on the basis of recurring solution of finite-difference form of the condition of static-dynamic equilibrium, investigated within the framework of the assigned elementary volumes, obtained by means of dividing the zone of plastic shape change in length with application of more correct forms of analytical description of the conditions of external contact friction and plasticity condition. The results of mathematical models developed, show high degree of reliability of the results. It confirms expedience of the use of these mathematical models. The further ways of development of numeral unidimensional mathematical models are laid down.

**Keywords:** continuous rolling mill, thin stripe, cold rolling, mathematical model, local and integral characteristics of deflected mode.

**Baglyuk G. A. Method of permeable elements porous materials deformation by pressure simulation // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

The features of method of permeable elements applied for simulation of deformation processes of porous powder materials is presented. The base algorithm for solution of the tasks with use of method of permeable elements, based on application of variational principles of rigid-plastic mechanics of porous body is described. The examples of method's use for simulation of porous preforms hot forging in open die and closed die with compensation cavities are given. It is found that the traditional scheme of forging porous workpieces in closed die is the least preferred in terms of power parameters of the process. This indicates the feasibility of using a less rigid schemes of deformation with partial extrusion of billets in compensatory cavity.

**Keywords:** simulation, method of permeable elements, deformation, hot forging, porosity, flash.

**Aliiev I. S., Zhibankov I. G., Tahan L. V., Shvets A. A. Control of stress-strain state of the billet during forming of large forgings // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

The classification of forging processes of large forgings based on the extraction of three factors which allow you to control the stress-strain state of the workpiece is proposed. The factor of the form, kinematic factor and factor of temperature are distinguished. The form factor determines different shape of billet and tools, the kinematic factor includes different kinematics of movement of deforming tool and different mechanical regimes of forging. The temperature factor describes different thermal state of the initial billet and different temperature field. The analysis of works of domestic and foreign researchers, is carried out, it determines level of study, of each of the factors of classification and the ways for further research in the field of large forgings forming are shown.

**Keywords:** forging, cogging, tools, regime, classification, form factor, kinematic factor, temperature factor.

**Chygyrny'sky V. V., Matyukhin A. U. Effect of radial loads during thick-walled pipe draft on change of stress state of the metal // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

Along with common factors affecting the process of plastic deformation in setting of a thick-walled hollow cylinder of such as form factor and the coefficient of friction in the work the additional option - side of heads was considered. The study of the influence of the radial outer of heads on the nature of stress distribution in terms of the deformation zone deserves interest. The impact of side of contact normal and shear stresses, as well as on the character location of neutral section during thick-wall ring setting is shown theoretically. Thus, with of increasing external overpressure the value of the normal stress of the outside diameter of the gradual decay of the opposite side increases.

**Keywords:** setting, coefficient of heads, stress-strain condition, harmonic function, cylindrical coordinates, mathematical models.

**Alimov A. I., Vlasov A. V. Theoretical foundation of the possibility of curves of strengthening with the help of layer compression testing modeling // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

For construction of curve of strengthening of sheet materials at the temperature  $20 \pm 15$  °C it is difficult to realize setting in conditions of uniaxial compression due of the loss of sheet stability, and tensile test allows to make curves of strengthening only in the field of uniform elongation (till true deformation 0,2 – 0,3). For creating curve of strengthening of sheet material till true deformation more than 0,3 the layer compression testing is used. This work analyzes the possibility of construction of stress-strain curves by layer compression testing. The research has shown possibility of construction of stress-strain curves by layer compression testing perpendicularly to the sheet plane till true deformation 0,5 with error in evaluation of fluidity stress no more than 8 %.

**Keywords:** true stress-strain curve, layer compression testing.

**Vlasov A. V. Prediction technique of mechanical properties of material after cold deforming using results of mathematic simulation // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The prediction technique of mechanical properties (ultimate strength, extension strain at rupture) of metals after cold forming is given. This technique is based upon the finite element modeling with the help of Deform program and further processing of stress-strain database in special developed subprogram for calculating the resource of plasticity according to G. Del damage criterion. The prediction of mechanical properties is made according to the results of virtual ultimate tension test with material properties (effective deformation and damage) which were obtained with the help of the mathematic simulation of cold forming process. The comparison of the predicted results and the experimental results for the radial forging of the cylindrical shaft is made.

**Keywords:** numerical simulation, cold deformation, finite element method, resource of plasticity, prediction, ultimate strength, extension strain, radial forging.

**Kaljuzny V. L., Subotenko G. M. Analysis of abilities of cold die forging from steel IIIХ-15 and 12Х18Н10Т // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The existing technological schemes of cold forging bearing ball billets were analyzed. Rational scheme, which provides increasing durability of balls and resistance of deforming tool, is stamping scheme of pre formed-ballets. The finite element method used to simulate preliminary shaping blanks and cold forging balls of size 1/2" and 1" of steel IIIХ-15 and 12Х18Н10Т. Power parameters of processes it were established, the distribution of normal stresses in the deforming tools, patterns of deformation of the metal, the final size and the stress-strain state of deformed billets.

**Keywords:** billets of bearing balls, cold die forging, analysis of technological schemes of forging, finite element method.

**Hrushko O. V. Phenomenological aspects of mapping the materials for the process of cold plastic deformation // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The article considers phenomenological approaches to obtaining technological functions that form the map of the material. Special attention is paid to the flow curves and chart break of isotropic materials. The methods of flow curves constructing in the quasi-static state are represented. There is the method based on cylindrical tensile of specimens including the formation of the neck, the method of the strength characteristics (UTS and YTS), the method of standard hardness after Brinell, the method of hardness at different loads. Also there are methods to consider the influence of straining rate on the flow stress: the method of dynamic coefficients and the method of hardness. The latter is based on the measurement of hardness after Leeb and Brinell. Usage of the stress state index containing material constants is proposed, it significantly clarifies the boundary deformation in strength stresses in charts destruction. The model of strain hardening of the surface layer in deforming dragging is created. The impact of the material and process parameters are clarified.

**Keywords:** phenomenology, map of the material, flow curve, chart breaking, deforming pull, hardness, effort.

**Savchenko O. K., Zhukova O. A. Lateral extrusion of body parts with pips // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Cold lateral extrusion lets get complex spatial configurations with different lateral processes or feathers. Forging software package Deform 3D was used for by process modeling, it is based on the finite element method. With this software, the details of the lateral extrusion "shank" with two, three and four pips in the form of inclined feathers was learned. Also the cumulative amount of deformation, the strength of the deformation at different stages of the process were defined. The proposed process lets reduce a lot of details, increase material utilization ratio, increase productivity and reduce the time of preparation of production and complexity of manufacturing products. The effect of the number of pips and their thickness on the power mode of the extrusion is investigated.

**Keywords:** stamping, extrusion, tails, metal recovery, performance, complexity.

**Chygyryns'ky V. V., Ben' A. N., Kresanov Yu. S. Metal current research at a billet compressor blades extrusion // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The complex kinematics of metal current at billet compressor blades of aircraft engines extrusion is shown in the article. Deformation heterogeneity of metal plastic current during pressing is explained. The deformed condition research of the blades metal is carried with screws – "witnesses" twisted into the original preparation. Removing of "witnesses" concerning a billet axis lets determine the deformed condition in the body volume after extrusion with various longitudinal compressions. The longitudinal metal current through the hole in matrix in the fountain area has pulsing unsteady character. The deformed condition of the blade shovel is characterized by plastic current unevenness of metal in the plane in higher degree, than the key part. Considerable movements in a thin-walled zone at the longitudinal and cross directions form deformation heterogeneity in different points of a finished product.

**Keywords:** extrusion, compressor blades, deformation heterogeneity, plastic current.

**Kaljuzhny A. V. The analysis of extrusion process by two conical punches of holes in sheet stock materials and profiles // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The engineering method carries out the theoretical analysis of creation of holes in sheet stock materials and profiles. Analytical associations for definition of stresses and force are received at extrusion of holes in sheet stock materials and profiles. The friction and reinforcement of material is considered. The finite element method made numerical experiment of extrusion of holes process in sheet stock materials and profiles. Simulation defines dependence



of deforming from instrument removing, the final shape and sizes of stock material after extrusion, a stress distribution on volume details. Comparison of calculation results spent by two methods, showed a possibility of use of the dependences for projection of processes of holes extrusion in sheet stock materials and profiles.

**Keywords:** hardening of holes, engineering method, stress-strain state, method of finite elements.

**Mitichkina N. G., But A. J. Mathematical model of punching outlet in injunction stamping tees // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The scheme and the characteristics of the force interaction wedge element breakdown of the closed loop with the metal billets for punching the bottom drain in injunction stamping tees. Analyzed the effect of component forces on the critical effort punching. A mathematical model of force interaction wedge breakdown element closed loop with metal billets for punching bottom outlet in injunction stamping tees has been offered, it allows to determine its energy-power performance with the metal hardening, tool sharpening angle, friction. Illustrates the dependence of the critical power of the angle sharpening tools have been illustrated. They show that with the angle and depth of penetration sharpening tool in the workpiece material critical force increases. Model is suitable to describe the punch when designing injunction stamping tees.

**Keywords:** T-bend, pipe branch, punching, mathematical model, force, elastic medium, friction.

**Roganov L. L., Karnaukh D. S., Karnaukh S. G. Analysis of technologies and equipment to separate tubes on the measuring bars. Message 1 // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The analysis of existing technologies to separate tubes shows that the most promising ones are waste-free ways of sharing pipes into cut-to-length section. The main requirements to the process of pipe separation have been settled based on the analysis: providing a minimum of plastic strain at break, manageability path cracks, lack of large plastic deformation at failure, with the exception of large contact stresses. There are some recommendations for the development of equipment for the pipe separation into cut-to-length sections: the influence on the workpiece dynamic and pulse-load with the working medium of the elastic medium (liquid), finding the methods of loading for complex stress state, which hinders the plastic flow in the fracture zone, the use of the effect of whack in a narrow range of load area, the application of load distribution, which provide local deformation and fracture on the tube perimeter.

**Keywords:** separation, pipe, billet, stress concentrator, plastic deformation, strength, quality.

**Sychuk Y. T., Chigirinsky V. V. Deformation in a corbel zone in hot-rolled low-carbon steel with finger punching // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The formation of surface segregation of a sheet billet during plastic deformation and cracking with finger punching has been studied. The dependence of cracks formation from profile characteristics of the corrugations on the working surface of punch pins has been made. Experimental investigation results in a coordinate grind of deformation intensity and punched billets along corrugation profiles have been shown. Reduction of the area in a glazed belt and power costs with finger punching have been defined. Production experiment results of corrugated punching press resistance in production line of punches have been given. The increased wear resistance of corrugated penetrative punches in comparison with polished ones while providing the necessary technical requirements as for details has been noted.

**Keywords:** punch, hollow reeving, lug pattern, tension, shear, compression, crack.

**Khvan A. D., Khvan D. V., Kruk A. T. Increase of durability of thin-walled cylindrical racks by internal pressure distribution // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The technology of increase of bearing ability in a thin-walled cylindrical rack, based on nonmonotonic loading of a rack is considered. Ratios for calculation of a conditional limit of material fluidity at the expense of plastic deformation in the conditions of nonmonotony are received, and they are received on the basis of the G. Bakhauz's theory about body anisotropic being strengthened. It is clear that with the corresponding pressure of working liquid the specified mechanical characteristic increases in  $\sim 1,5$  times in relation to  $\sigma_T$ . The offered way will be rather effective at production of racks from thermally not strengthened metal alloys for different technical reasons.

**Keywords:** G. Bakhauz's model, nonmonotonic loading, conditional limit of fluidity, distribution by internal pressure.

**Yakovlev S. S., Gryazev M. V., Nechepurenko Y. G. The reverse drawing of axisymmetric details with flange from anisotropic material // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The reversing process of axisymmetric parts with flange has been considered. The distribution of stress and strain in the blank with reverse drawing of axisymmetric parts with flange has been studied. A mathematical model of reversal drawing operation of axisymmetric parts with flange from transversely isotropic materials has been given. The influence of process parameters, the geometry of the working tool, the anisotropy of mechanical properties of the workpiece, the conditions of friction on the contact surfaces of the tool and the workpiece on the stress and strain states, power modes, the use of plasticity resource, variation in wall thickness of axisymmetric parts and limits deformation have been determined.

**Keywords:** deformation, storage, power, destruction, resource ductility, strength, variation in wall thickness, reversible hood.

**Berezina A. L., Spuskanyuk V. Z., Davydenko A. A., Gangalo A. N., Zakoretska T. A., Monastirska T. A., Perkova K. I. Hardening alloy AD-31 as a result of the deformation of the workpiece thermomechanical treatment methods of hydroextrusion // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

The influence of thermal and deformation treatments on the mechanical properties of the alloy AD-31 is researched. The possibility of improving the mechanical properties of the alloy by the use of different deformation processing modes with different types of thermal treatment is described. HE and ECAH were used as the deformation processing methods. Hardening of annealed alloy is observed with increasing the amount of accumulated strain to  $\varepsilon_y = 3,95$ , while the hardness increases to 85HV. A further increase of the accumulated strain does not increase the hardness of the material. For pre-aged samples 95HV maximum hardness is achieved by the accumulation of strain to  $\varepsilon_y = 5,1$ , a further increase of the accumulated strain to  $\varepsilon_y = 7,4$  leads to a decrease in hardness by 8,5 %. In the case of processing thermomechanical treatment: artificial aging + ECAH + natural aging, the maximum tensile strength  $\sigma_b = 391$  MPa is reached by accumulated strain  $\varepsilon_y = 5,1$ , while the relative elongation equal  $\delta = 7,6$  %.

**Keywords:** hydroextrusion, equal channel angular hydroextrusion, hardening, aging, tensile strength.

**Perig A. V., Romanko S. N., Roganov L. L. On the macroscopic rotation reduction during equal channel angular extrusion of materials // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

This article is devoted to the improvement of die tooling for equal channel angular extrusion (ECAE) processes through nonrectangular  $2\theta$ -dies of Segal geometry. The suitability of workpiece deformation through  $2\theta$ -dies using tapered  $2\theta$ -punches has been evaluated. It has been shown experimentally that for best efficiency, the geometric condition required is for the taper angle of the punch to be equal to the  $2q$  angle between the channels of the angular die. Physical simulation shows that the application of a tapered  $2\theta$ -punch provides dead zone area downsizing and macroscopic rotation reduction during ECAE. The use of numerical simulation also confirms the usefulness of the tapered  $2\theta$ -punch for utilization ratio increase and reduction of the maximum deformation and unevenness of the deformation distribution.

**Keywords:** equal channel angular extrusion,  $2\theta$ -die of Segal geometry, acute-angled  $2\theta$ -die of Segal geometry with truncated external angle in channel intersection zone, rectangular deforming punch, tapered punch with  $2\theta$ -bevelled edge, physical simulation, initial circular grid, unevenness of deformation, technological waste, dead zone.

**Gaikova T. V., Puzyr R. G., Zagoryansky V. G. Scheme design technology for the production of parts of layered metals // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

The article provides an overview of the use a detail of the multilayer materials in various branches of engineering. The features of technological processes metal forming in obtaining parts and semi-finished products from layered compositions are given. Circuit technology for laminate and its subsequent formation in order to obtain products of minimal cost and functionality is designed. Higher than similar performance monolithic products. The requirements for the construction are based on. The choice of material and the way of processing. Strength parameters to ensure reliability of the design chosen for the operating conditions and consumer preferences. In assessing the cost-effectiveness of key considerations are cost and quality.

**Keywords:** layered materials, preparation, deformation, cost, technology, detail.

**Skachkov V. A. The deformation anisotropy and destruction at the difficult lading of composition materials of tribotechnical type // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

In the process of work friction elements test a difficult disproportionate lading. There is destruction of microstructure components of composition materials at such lading. Within the framework of environment of class  $B_2$  casual function of accumulation volume, type of pores, and flat, type of microcrack, damages are entered. Taking into account the entered function of microdamage the decision of statistical regional task of micromechanics of structurally-heterogeneous bodies is given and solved constrained on the processes of deformation and destruction. Destruction of elements of first-order of trifle by volume averaging contacts with destruction of elements the second order. Macroscopic destruction corresponds to the moment of exceeding of the accumulated damages of elements of first-order of trifle of maximum value. It is determined by an experimental way on results tests on monaxonic tension and clean change. Test calculations, the results of which are comparable with the known experimental data, got for fibred composition materials, reinforced under the corner of  $\pm 30^\circ$  to the co-ordinate of  $X_j$ , are conducted.

**Keywords:** tribotechnical type, microcrack, microdamage, mikromechanics, deformation, anisotropy.

**Nogovitsyn A. V., Baranov I. R. Method of length calculation of the zone of crystallization zone and deformation in roll casting-rolling // *Materials working by pressure.* – 2013. – № 1 (34).**

In this paper some basic mechanical and technological parameters of the process of casting-roll rolling metal are looked out. A mathematical method for calculating them, as well as the results of calculations of the main parameters of the process of casting-rolling roller using different mathematical models is proposed. The comparison and analysis of the design parameters is found by the proposed mathematical method of calculation and the experimental data obtained in pilot plants by different researchers. An optimal mathematical model calculations for later use in the design of machines with two rollers, molds, in order to improve the performance of defect-free casting of steel and non-ferrous metals in the industrial environment is chosen.

**Keywords:** twin-roll casting, zone of deformation, solidification zone, the space between the rolls, angle treatment (strain), crystallization-deformation zone, the angle of crystallization, crystallization defects.

**Poleshchuk V. M., Brovkin V. L., Krivchenko Yu. S. Problematic issues of the theory and practice of deformation continuous casting ingot with a liquid core // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Strategically important area for the production of wire rod – the development of casting and rolling mill based on continuous casting machines (CCM). Energy- and material-saving technology put the question of the transfer of deformation processes (bending-straightening, cutting, pre-reduction) from the area of complete crystallization in the zone of partial crystallization. This article presents the analysis of the problems associated with the deformation of the metal at presence a liquid core with various schemes of the stress-strain state. In particular, the analysis of published literature on the effect of deformation rate on the marginal value of degree of deformation and shown to be divergent, not only quantitative, but also qualitative. Developed a more precise method of calculating the straightening in curvilinear continuous casting ingot caster, which provides optimal deformation.

**Keywords:** casting, ingot, billet, rolling, deformation.

**Smirnov E. N., Serov A. I., Galukhina I. N., Bazarova G. S., Dombrowskij E. O. The macrostructural research of continuous casting billet out of constructional steel grades and character of chemical elements segregation // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The given work presents the results of metal macrostructure and chemical elements segregation evaluation on the cross-section of continuous casting billet out of constructional steel grades. The submitted data of plant research characterize two following constructional steel grades: steel 45 according to GOST 1050-88 and Y7 according to DSTU 3833-98. The research has found that billets of current manufacturing inherent in quite high macrostructural quality. At the same time the analysis of metal macrostructure on longitudinal section has shown that quality at axial zone has unstable character. In this case, the axial number porosity and axial segregation depends to a large extent on place of specimen cutoff and can have quite wide range of variation. In work estimates of phase segregation of basic chemical elements have been done: C, Mn, Si and S. It is shown that these elements are characterised by quite high segregation index. All foregoing allows to say about implementation necessity of external influence manufacturing methods on crystallizing metal at the line of CCM.

**Keywords:** billet, macrostructure, number, segregation, segregation index, external influence.

**Bolshakov V. I. The researching and perfection of the rolling mills equipment operating modes // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The some results of rolling equipment researches executed by Institute of ferrous metallurgy scientists are stated. Results of researches and experience of realization of effective rolling technology rinks have shown that maintenance of work of rolling mills, reception of high-quality production and maintenance of stable high-efficiency work of the equipment demands research and perfection of the equipment and modes of its work as joint efforts of scientists roller and mechanics. Value and a role of theoretical researches on the basis of creation of mathematical models is shown. A number of dynamic models which in a combination to industrial researches have allowed to develop and introduce new technical decisions isn'ted. It is informed on the workings out directed on use of parameters of transients in new methods of diagnosing of rolling mills.

**Keywords:** rolling mills, dynamic drives loadings, equipment diagnostics.

**Rudenko E. A., Konovalov Y. V., Frolova M. O., Gerasimenko S. O. Research of the force and torque reduction and ironing slabs of vertical - horizontal rolls roughing reversing stand // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The results of experimental researches of power parameters of reductions of continuously casting slabs are presented in the conditions in a single and multiple deformation in the smooth and calibrated vertical rolls and planishing in horizontal rolls of universal stand of wide-strip rolling mill. The analysis of influence of index of form of cross-sectional of slabs, the size of the stream box-caliber, increasing the width of the relative reduction in successive reduction, the number of passes, the factor form of longitudinal and cross-sectional deformation zone in the vertical rolls on the parameters of the rolling cross-sectional shape, and the average pressure and coefficient of shoulder moment of rolling in vertical rolls and planishing in horizontal rolls. First received adequate according to the calculation of geometric and strength parameters of reduction in a single and multiple deformation in smooth and grooved vertical rolls and planishing in horizontal rolls of universal roughing stand of wide-strip rolling mill.

**Keywords:** slab, reducing, multiple reduction in width, calibrated vertical rolls, planishing, power settings.

**Satonin A. V., Korenko M. G., Starosta N. V., Naydenov V. S., Zvereva I. E. Improving of technologies, calculation methods and equipment of the hot rolling process on light-section rolling mills // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The analysis of the development prospects of technological modes, calculation methods, composition and structural parameters of the equipment of light-section hot rolling mills was made. The efficiency of the widespread use of technological schemes of the process of rolling without calibers was shown, based on various numerical approaches the mathematical models for automated calculation of local and integral characteristics of the stress-strain state of the metal, that occur in the implementation of this technological scheme, is developed. The results of a comparative analysis of mathematical models are shown, and practical recommendations for the development of appropriate technologies and calibrations are formulated.

**Keywords:** light-section rolling mill, technologies, equipment, rolling without calibers, calculation methods, variation approaches and the finite element methods.

**Kluychnikov K. Yu., Lohmatov A. P., Vorobey S. A., Sikachina I. V., Razdobreev V. G. Technology of production profiles belt type of round billets by rolling, drawing and using booster caliber // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Designed the basic approaches of design parameters k new process of obtaining ribbon profiles from the pieces of the round by rolling-dragging, using disperse gauges that the allow to increase relations width feeds rolled saw primary piece. Depending on the thickness and width of the tape, as well as the requirements for mechanical properties is determined by the diameter of the workpiece, rational chemical composition of the steel, the amount of intermediate heat treatment, the calibration rollers forming acceleration gauges, and their number, the total number of transitions. Designed of technology test the conditions in enterprise "OZPK-Dnepr" in the manufacture of feeds cross-section  $0,5 \times 12,0$  mm from the wire diameter 6,0 mm. Confirm correct new approaches to develop a technology of production profiles ribbon profiles from the pieces round cross-section way rolling-dragging s application disperse gauges.

**Keywords:** profiles ribbon type, rolling, dragging, disperse gauges, round cross-section billet.

**Trusov V. A., Zinovjev A. V., Zinkevich M. B. The application of combined schemes of processings to obtain the high quality of light sections for carbon steel // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

In the article the results of researches done on camps 350 and 350/250 of "LiepasMetallurgs" in Latvia and directed on the increase of a complex of mechanical properties of armature profiles of carbonaceous steels are resulted. The data on the research of industrial conditions of influence of alloying Mn and Si are cited. The industrial experiment on the application of the accelerated cooling in a rolling mill stream is made. The recommendations about the temperature conditions of the process of hot proskating rinks are made. The changes in the complex of mechanical properties are carried out at the expense of the selection of a chemical composition of steel, and also at the expense of a variation of temperature and time parameters of the process of rolling and postdeformation cooling.

**Keywords:** carbon steel, concrete reinforcement, mechanical properties, section rolling.

**Shpak V. I., Shevchenko V. V., Fedorinov M. V., Syhorykov I. S. The research of distributions of deformations at the realization of process the training the galvanized sheets and strips // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The phenomenon of varying the thickness of the zinc coating, depending on the size of the total compression of the material in the implementation process, training of relatively thin galvanized strips in this paper was investigated. In order to confirm the legality of the consideration of galvanized steel strip as a homogeneous material in determining the geometric and force parameters of the deformation zone of the process of training the theoretical and experimental studies of the above process were carried out. The studies have been conducted by the methods microsections to establish the actual thickness of the coating after the reduction and the detection of possible seal it as a result of compression. The dependence of the relative compression of the layer of zinc coating on the relative compression bands obtained in this work is represented.

**Keywords:** zinc coating, training, microstructure, compression, galvanized strip.

**Gribkov E. P., Danilyuk V. A. The influence of a cover form on the geometrical and power parameters at rolling of a powder electrode tape // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

In this work the mathematical apparatus which allows to define not only the key parameters of the stress-strain behavior of rolling of the powder core in various metal covers is developed, but also to investigate the influence of a metal cover form on the geometrical and power parameters of rolling powder electrode tapes. The settlement dependences of distribution of the normal and the normal contact tension on the length of a worker contact arch are received is shaky also a metal cover, the distribution of powder core relative density and the values of a metal cover elastic deflection on the length of the deformation center depending on the change of asymmetric factor, a section form and metal cover thickness. The conclusion is drawn on the influence of cover thickness on power parameters of the process, and also the physic mechanical properties of the powder core.

**Keywords:** rolling, stress-strain behavior, reduction, powder core, relative density, normalcontact pressure, elastic deflection, metal cover.

**Pilipenko S. V. Experimental research of technological factors effect on the transversal nonuniform pipe wall thickness rolled in the cold rolling mill (HPT) // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The article contains the study of the effect of various technological factors of pipe pilger rolling on the size of transversal nonuniform pipe wall thickness. A lot of kinds of relevant literature have been studied. The received results were organized in two main concepts: the spreading angle size effect on the pipe accuracy; the influence of the increased rigidity of e stand on the pipe accuracy. The research shows that both the decrease of roll-pass spreading angle under preserving of all other cross section parameters and increase of stand rigidity result in reducing the transversal wall thickness of finished pipes. The research results can have a positive effect both on cold-rolling mill technological process structure and the development of pilger rolling equipment.

**Keywords:** pilgernaya roller cold rolling tube, technological factors, precision tubes, the variation in shear.

**Fedorinov V. A., Zavgorodny A. V., Strichenko S. M., Lesovoy M. O., Androsov I. Y. Improving technology and methods of calculation processes changes pipes and billets for multi-idler machines // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The analysis schemes changes pipes on the right machine for the implementation of various types of settings to improve the quality of products it rectified. Based on studies conducted using the finite element approach, the recommendations on the use of new technological scheme changes, which lead to a reduction tube rolls change machines. The use of this scheme allows for improving the quality of the entire length of pipe, including end portions that can not be using the "classical" schemes involve only the deflection rollers. Recommendations on the choice of optimal changes with regard to correcting thin and thin-walled tubes. The obtained results allow us to serve as a basis in relation to the tasks to automated calculation of the required settings multi-idler obliquely location pipes changes machines, and to be used by technologists in the shops when selecting the optimal scheme changes.

**Keywords:** pipe, stress-strain condition, flowchart, oval deformation, correction.

**Borovik P. V. The upgrading of quality cut rolled products by chevron knives // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The theoretical analysis of cutting process of thick plates with chevron knives is executed. The finite elements method is a basis of the research. At this base a mathematical model of the 3D-cutting of thick plates by chevron knives has been developed. Simulation results show a high degree of convergence. The process of cutting by chevron knives of a three different designs has studied. It is established that the design of knives can influence at the force of cutting and on the deformation of the cut off part. This deformation leads to the enlarged displacement of the edges in the vertical plane, and reduces the quality. It is proposed to use the chevron knife with fillet between the cutting edges. The recommendations at the choice of the radius are proposed. The force parameters and quality characteristics at the use of this design knife are analyzed. The results of the work can be used for the practical application and also at the research and development at the cutting process by chevron knives.

**Keywords:** a chevron knife, cutting quality, cutting force, shears, a thick plate.

**Abdulganiev M. A., Ray R. I., Javtoushenko A. V. Working stroke energy of horizontal forging machine // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Mathematical functions for determination of energy expenditure on the working stroke of horizontal forging machine are offered. The analytical method of determination of energy loss in the period of working stroke, taking into account energy expenditure on plastic deformation, on friction in a main actuating mechanism and on plastic deformation during the deformation and in the period of the elastic unloading after lower position is used. The power parameters of working stroke for eight types of machines are calculated. It is shown that the energy loss on friction by elastic unloading of HKM improve the considerably work of elastic deformation. It is offered to include the loss in the energy loss balance for HFM working strock in balance of expenses of energy for the working stroke of horizontally-forging machine.

**Keywords:** horizontal forging machine, elastic and plastic deformation, working stroke, energy, efficiency.

**Ray A. R. Pressure increase in the hydraulic connection of no-anvil hammer blocks by plungers braking after impact // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Physical model of the plungers movement of no-anvil hydraulic hammer after impact is made. Functions for calculation of plungers movement parameters of no-anvil hydraulic hammer on the basis of mathematical model are worked out. In accordance with the initial conditions the equations of plungers motion after impact are defined. The parameters of the plungers movement after the passage of the upper plunger the position of static deformation of the upper shock absorber are found. Maximum rate of hydraulic pressure increase in hammer hydraulic reservoir set-no parameters is calculated. It is proposed to increase the upper shock absorber the side plungers mass for decrease in the hydraulic reservoir pressure.

**Keywords:** no-anvil hammer, hydraulic connection, plunger, pressure increase.

**Roganov M. L., Roganov L. L., Abramova L. N., Granovsky A. Y. Power transfer mechanism concepts for shock tables // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

Modern shock tables operation is evaluated and a general drawback of these shock tables has been determined. This general drawback is the lack of capability to conduct tests with impact impulses in different planes at one shock table. Two designs of power transfer mechanism are developed: the first with loose interlinking and the second with a wedge pair. Advantages of power transfer mechanism with loose interlinking and power transfer mechanism with a wedge pair are determined. Brief comparative analysis of two transfer mechanisms has been performed. Conclusions concerning the manufacture and operation of shock tables designed with the a power transfer mechanism are drawn.

**Keywords:** shock table, transfer mechanism, impact momentum, elastic element, wedge pair.

**Korol' R. N., Gladkiy Y. A., Mos'pan N. N. Increasing quality of tubes and production of mills CRT on account of development of new construction of work roll drive in mobile cage // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The main factors of increased wear of the work roll drive in the mobile mill cage CRT were analyzed. It was showed how the increased wear negatively influences upon the quality and accuracy of the external surface of tubes and the production of the rolling mills. The new construction of the mobile mill cage with elastic elements that raises application time of the work roll drive and production of the rolling mill, accuracy of the tubes and excludes defects of the external surface using the same instrument with the same modes was proposed. Elastic elements also reduce the difference between "forced" and "natural" working radiuses of the rolls, which reduce the axial forces and exclude the splicing of the tube ends in the rolling.

**Keywords:** mill CRT, mobile cage, work roll drive, wear, quality of external surface, accuracy, elastic elements.

**Nikolaev V. A., Nikolenko A. G., Matsko S. V., Vasilyev A. A., Vasilyev A. G. Apparatus for balancing (protivoizgiba) rolls with a newly designed pistons // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

It is shown that the use of a spherical (parabolic) contact plunger with pads cushion of the upper roller can completely eliminat binding of the roll necks of rolling bearings installed in the cushions and ensure alignment running along the length of the bearing loads and thus, increases its efficiency. A new design of plunger, which can improve the ability to stand the regulation of strip parameters and lower clamping pads in the necks of the rolls. It is instrumental in smoothing of thickness (and forms) of strip on its width. In addition, the dignity of device with spherical protective straps on the overhead cushion of rollers is that the necessity to make new plunger of hydraulic units falls off and less financial expenses at applying of device in industry are required.

**Keywords:** working roller, roller bearing, in-roller gap, cushion, plunger, strip, cross-section.

**Perehodchenko V. A., Nastoyashaya S. S., Churukanov A. S., Satonin A. A. Development of methods of calculation of elastic-deformed condition of fourrolling nodes of workers stands of sheet rolling mills // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

For expansion and increase of degree of reliability of methods of calculation of the elastic deformed condition of knots of working and basic rolls of sheet rolling mills the method of calculation of the current indicators of the elastic deformed condition of working and basic rolls of sheet rolling mills is specified and expanded. In a basis of the received technique analytical approximation of real distributions of interroll running loadings was put, and also Kastelyano's theorem with the subsequent integration is used. Influence of design data of four rolling node, width, force of rolling and size of an antibend of working rolls is investigated. As practical recommendations the range of change of forces of the antibend providing demanded indicators on the cross polythickness and degree of planeness of received sheets and strips is determined.

**Keywords:** rolling, working roll, roller bearing, antibend, deflection, mathematical model.

**Talmazan V. A., Krivtsova O. N., Aleshina L. N., Arbuz A. S. Technology of using of rolling mills's rolls // Materials working by pressure. – 2013. – № 1 (34).**

The main element of operating rolls is their movement in stands of a hot and cold rolling, which is due to the desire to extend the life of the rolls, to reduce their consumption. There are different ways to use rolling equipment, routes from the rolls for mill stand. The drawback of these methods is that they do not consider the features of the rolls in each stand, the impact on the wear of rollers rolling and technological factors, etc. All this does not allow the maximum use of the reserves of quality rolls to a minimum to reduce their consumption. Proposed by the authors methods of operation of the rolls are based on the use of ideas of optimization processes, mathematical models wear. The optimal methods of operation, developed with the help of such models are the best in terms of minimizing wear of rolls, their application will provide significant savings of rolls.

**Keywords:** rolling mills, work rolls, finishing stands, technology of using, equipment and routes.