

---

## АННОТАЦИИ

---

**Гринкевич В. А., Чухлеб В. Л., Сальников А. С., Тумко А. Н., Ашкелянец А. В., Банашек Г.** Исследование различных схем осадки на прессе заготовки сплава ЭИ698-ВД путем математического моделирования // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Рассмотрены результаты математического моделирования процесса осадки заготовки из жаропрочного сплава ЭИ698-ВД, который производится в условиях ПАО «Днепрспецсталь». При этом процесс осадки моделировался как с наличием междеформационной паузы, так и с ее отсутствием. Выполнен анализ основных параметров напряженно-деформированного состояния при осадке заготовки из сплава ЭИ 698-ВД. В качестве основных показателей напряженно-деформированного состояния выбраны поля распределения деформации, напряжений и температур. Сформулированы основные подходы к реализации данной схемы технологического процесса формоизменения указанного сплава для получения качественной поковки в условиях ПАО «Днепрспецсталь».

**Ключевые слова:** осадка, жаропрочные сплавы, математическое моделирование, напряженно-деформированное состояние, междеформационные паузы.

**Добров И. В.** Исследование кинематики очага деформации осесимметричной заготовки при осадке плоскими бойками // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Проведены теоретические и экспериментальные исследования общих закономерностей кинематических параметров осесимметричной деформации при осадке плоским пуансоном заготовок с различными механическими свойствами. Определено влияние сил трения на контактной поверхности инструмента на процесс бочкообразования поверхности заготовки свободной от внешней нагрузки. Доказано, что процесс бочкообразования будет иметь место и в случае отсутствия внешнего трения на контактной поверхности пуансона и заготовки. Внешнее трение интенсифицирует процесс бочкообразования. Разработана методика физического моделирования в лабораторных условиях производственных процессов обработки металлов давлением и показано, что отрицательный результат экспериментальных исследований в лабораторных условиях однозначно предопределяет отрицательный результат в производственных условиях. Вместе с тем, положительный результат экспериментальных исследований в лабораторных условиях подлежит проверке в производственных условиях.

**Ключевые слова:** заготовка, осадка, деформация, поле скоростей, поле перемещений, физическая модель, производственный процесс.

**Матвийчук В. А., Михалевич В. М., Алиева Л. И.** Оценка деформируемости материала заготовок, полученных отделением методами пластического сдвига // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

В рамках тензорного подхода в теории суммирования повреждений получены общие соотношения для определения предельных деформаций металлов при сложном двухэтапном деформировании. Исследована модель двухэтапного деформирования по схеме «сдвиг – сжатие». Получено и исследовано соотношение для остаточного ресурса пластичности на втором этапе при условии исчерпания ресурса пластичности на первом этапе. Приведены результаты оригинальных экспериментов по схеме двухэтапного деформирования: «сдвиговая деформация в результате среза буртика – равномерная осесимметричная осадка». Выполнено математическое моделирование сложного двухэтапного деформирования в последовательности «простое-сложное» для комбинации сдвиг – осадка в условиях бочкообразования. Разработанные критерии позволяют оценивать деформируемость заготовок, полученных безотходными методами сдвиговой отрезки.

**Ключевые слова:** тензор повреждений, сложное двухэтапное деформирование, сдвиг, сжатие, предельная деформация, остаточный ресурс пластичности.

**Плеснецов С. Ю., Тришевский О. И.** Особенности моделирования процесса гибки металла до 180° посредством программного комплекса Deform 3D // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Рассмотрены особенности использования программного комплекса Deform 3D при моделировании процессов формовки листового металла на примере процесса подгибки металла до 180°. Указаны особенности процесса создания моделей штамповой оснастки и заготовки. Приведены результаты моделирования серии экспериментальных исследований. Приведено сопоставление выходных результатов моделирования процесса и реального процесса. Сопоставление результатов моделирования и экспериментальных исследований показывает, что программный комплекс Deform 3D может быть использован для анализа процессов формовки листового металла с достаточной для инженерных расчетов точностью (расхождение не превышает 7 %).

**Ключевые слова:** изгиб, модель процесса, компьютерное моделирование, Deform 3d.

**Бень И. В., Яворовский В. Н. Анализ вырубки прямоугольных пластинок методом конечных элементов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Описывается теоретический анализ процесса вырубки прямоугольной пластины толщиной 3 мм, с использованием программной среды Deform-3D. Отмечается зависимость между видом напряженно-деформированного состояния в очаге деформации и толщиной материала, конфигурацией и относительными размерами детали, которые влияют на её упругий прогиб, что приводит к неравномерности деформации вдоль контура вырубки и вызывает эффект постепенного среза, как в случае резки скошенным ножом. Эта неравномерность распределения напряжений на режущих кромках пуансона и матрицы, на стадии упругого нагружения может становиться причиной начала пластической деформации в характерных точках сечения детали, обладающих большой цилиндрической жесткостью детали. Это может устранить деформацию скола и повысить качество боковой поверхности детали. Аналогично напряжения со стороны исходной полосы выше, чем со стороны отхода. Что объясняет неравномерный износ рабочих деталей штампа в [3].

**Ключевые слова:** вырубка, толстолистовой материал, неравномерность напряжений, деформация, компьютерное моделирование, износ, метод конечных элементов.

**Хоменко А. И., Баглюк Г. А., Курихин В. С. Моделирование уплотнения цилиндрической заготовки в закрытой жесткой матрице // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Рассмотрена математическая модель одностороннего уплотнения цилиндрической заготовки в закрытой жесткой матрице в предположении ненулевой радиальной составляющей скорости течения материала в цилиндрических частях. Описана методика реализации компьютерного моделирования процесса уплотнения отдельно верхним и нижним пуансонами. Приведены результаты экспериментальной проверки предложенной модели на натуральных слоистых заготовках из порошка железа, плакированного медью. Установлено, что компьютерное моделирование по сравнению с натурным приводит к качественно подобному распределению пористости при некоторых количественных отклонениях, которые можно объяснить как допущениями при моделировании, так и погрешностями эксперимента.

**Ключевые слова:** порошковый материал, уплотнение, матрица, пуансон, заготовка сложной формы, компьютерное моделирование.

**Яворовский В. Н., Кальченко И. Н. Исследование специфического характера вырубки тонколистовых материалов с помощью компьютерного моделирования // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Из теории разделительных операций известны различия в поведении материалов различной толщины. Чем тоньше материал, тем сложнее распределение деформаций и напряжений по толщине вырубляемых деталей сложной конфигурации. В статье специфический характер вырубки тонколистового материала исследуется моделированием этого процесса с использованием программной среды Deform-3D. Проведенные расчеты деформаций и стрел прогибов заготовки в отверстие матрицы соизмеримы с толщиной материала, и тогда поведение заготовки материала уподобляется поведению гибкой пластины по теории гибких пластинок и оболочек. Перераспределение напряжений приводит, к тому, что процесс вырубки-пробивки проходит не сплошь по контуру, а постепенно, начинаясь с углов контура, распространяется до середины режущей кромки, при этом увеличивается качество поверхности среза.

**Ключевые слова:** тонколистовой материал, вырубка, неравномерность напряжений, деформация, компьютерное моделирование, прогиб, режущая кромка.

**Забара А. С., Плеснецов Ю. А. Анализ схем и моделирование процесса формообразования гнутых профилей замкнутого сечения // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено моделирование процесса осадки заготовки с помощью метода конечных элементов. Проведен анализ различных схем формообразования. Разработана технологическая схема профилирования гнутых профилей замкнутого сечения. Сделан вывод о целесообразности моделирования процесса осадки заготовки с использованием метода конечных элементов. Моделирование позволило определить критические компоненты деформированного состояния металла. Установлен оптимальный способ схемы формообразования, который может быть использован при разработке промышленной технологии их изготовления. Конечно-элементное моделирование формообразования профильной трубы при осадке трубной заготовки позволило определить критические компоненты деформированного состояния металла.

**Ключевые слова:** профиль замкнутого сечения, моделирование, технология, осадка трубы.

**Антонюк Е. Я., Бобух И. А., Забуга А. Г., Соколов Е. В. О динамическом взаимодействии горячего сляба с рольгангом прокатного стана // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Исследована проблема динамика механической системы: ролики рольганга, транспортируемый ими сляб и соударение сляба с последующими роликами и дальнейшая транспортировка сляба. Изложена математическая модель упругопластического соударения горячей заготовки с роликом манипулятора прокатного стана. Деформируемая зона заготовки принята безынерционной. На примере конкретной системы исследованы кинематические параметры и динамические реакции, имеющие существенно более низкие значения по сравнению

с системой, описываемой без учета пластических свойств. В настоящее время нет подобной математической модели, а детали транспортных рольгангов, в том числе ролики, рассчитываются статическими моделями. Математическая модель позволяет получить данные о динамической нагруженности звеньев рассматриваемой механической системы, что позволит в режиме реального времени спроектировать фактические нагрузки.

**Ключевые слова:** прокатный стан, рольганг, упругопластический удар, математическая модель, динамические нагрузки.

**Загорянский В. Г. Моделирование и программная реализация задачи минимизации изгиба двухслойной полосы при прокатке по методике подбора толщин слоев компонентов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Рассмотрены закономерности изгиба при горячей прокатке биметаллических полос и листов. Проблема изгиба в вертикальной плоскости конца полосы биметалла, выходящего из валков, рассмотрена с точки зрения закономерностей деформации слоев. Разработана оптимизационная модель, предназначенная для расчета исходных толщин составляющих слоев полосы, при которых обеспечивается условие минимизации изгиба биметаллической полосы при прокатке. Для решения данной оптимизационной задачи используется инструмент Microsoft Excel – надстройка Поиск решения. Предложенная модель и ее программная реализация позволяют автоматизировать расчет толщин слоев полосы биметалла и проводить наглядное моделирование задач подобного типа.

**Ключевые слова:** моделирование, минимизация изгиба, двухслойная полоса, горячая прокатка, толщина слоя.

**Заблоцкий В. К., Жбанков Я. Г., Швец А. А. Исследование деформированного состояния заготовки при протяжке с неоднородным температурным полем комбинированными бойками // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Постоянно развивающееся машиностроение требует все более качественных изделий. Минимальная трудоемкость и высокое качество изделий являются основополагающими факторами конкурентоспособности предприятия. При изготовлении таких деталей, как валы, используется кузнечный слиток, который вследствие своего литейного происхождения имеет ряд дефектов. Поскольку температурное поле слитка со временем меняется, то это необходимо учитывать при выборе режима протяжки, который позволит устранить его дефекты. В данной работе исследовано распределение деформаций по объему поковки во время ее протяжки с однородным и неоднородным температурными полями. Приведены рекомендации, позволяющие получить минимальную неравномерность распределения деформаций по объему поковки.

**Ключевые слова:** вал, неоднородное температурное поле, распределение деформаций, сопротивление деформированию.

**Николаев В. А. Сила при горячей деформации металла в закрытых штампах // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Представлен анализ условий деформации металла при закрытой штамповке детали. Характер напряженного состояния и особенности течения деформируемого металла в закрытых штампах в значительной степени зависят от размеров заготовки. В различных элементах штампа имеет место различная степень деформации металла, а это, в свою очередь, обуславливает различие напряжений течения металла. Последнее, в совокупности с параметрами отдельных элементов штампа, определяет величину коэффициента напряженного состояния металла и силу деформации. Выполнено сравнение расчетных величин коэффициента напряженного состояния металла в очаге деформации при штамповке по различным формулам с опытными данными и предложены инженерные расчетные зависимости.

**Ключевые слова:** металл, штамп, сила, деформация, напряжение, деталь, течение.

**Гринкевич В. А., Шевченко Т. Н., Краев М. В., Краева В. С., Бондарев С. В. Экспериментальное исследование пластической деформации стали Ст3 во внешнем магнитном поле // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Представлен литературный анализ использования магнитного поля для изменения свойств материалов. Исследование актуально для процессов холодной штамповки ферромагнитных сталей с преобладанием в очаге деформации продольных растягивающих напряжений. Представлены условия и результаты исследования стали Ст3 при растяжении с совместным влиянием магнитного поля. Особое внимание уделяется выявлению зависимости влияния магнитного поля с индукцией до 1,07 Тл на механические и пластические свойства стали Ст3 при испытании на растяжение. Определена зависимость размеров зерна образцов из стали Ст3 при растяжении от индукции магнитного поля в разных зонах образца, который подвергали испытаниям на растяжение. Существенным является воздействие магнитным полем на структуру стали. В случае одноосного растяжения поперечное воздействие магнитным полем снижает вытянутость зерен вдоль направления деформации.

**Ключевые слова:** деформация, растяжение, штамповка, магнитное поле, исследования, установка.

**Бень А. Н.** Исследование процесса изготовления биметаллических заготовок компрессорных лопаток авиадвигателей методом выдавливания // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование процесса изготовления биметаллических заготовок компрессорных лопаток методом выдавливания. Представлена сложная кинематика течения биметалла при получении изделий. Биметаллическая заготовка компрессорной лопатки изготавливается методом выдавливания сложной заготовки, которая состоит из двух частей: внутренней цилиндрической вставки и наружного слоя. Экспериментально показано, что данный процесс является возможным при использовании соответствующих комбинаций металлов. Металлографические исследования показали, что при прохождении биметаллической заготовки через область всестороннего неравномерного сжатия в пояске матрицы достигается взаимодействие слоев с образованием их соединения. Благодаря биметаллической конструкции компрессорной лопатки повышается коррозионная стойкость, износостойкость, устойчивость от воздействия вибрационных нагрузок. Также появляется возможность получения слоя защитного покрытия с заданной толщиной в зависимости от режимов работы лопатки. Полученные результаты дают основу для усовершенствования процесса в последующих исследованиях этой отрасли.

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

**Калюжный В. Л., Алиева Л. И., Куликов И. П.** Сравнительный анализ процессов обратного выдавливания и прямого выдавливания с раздачей осесимметричных изделий с полостью постоянного диаметра // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Методом конечных элементов проведен анализ обратного и прямого выдавливания с раздачей изделий с полостью и одинаковой толщиной стенки. Установлены величины усилия выдавливания, распределение удельных усилий на пуансонах и конечные размеры изделий. Прямое выдавливание обеспечивает снижение усилия и удельных усилий в сравнении с обратным, что обусловлено изменением схемы напряженного состояния в очаге деформации. При прямом выдавливании установлено влияние угла конуса пуансона и угла наклона матрицы на усилие выдавливания и деформированное состояние заготовок. Уменьшение угла конуса пуансона и увеличение угла наклона матрицы приводит к снижению усилия выдавливания и более равномерному деформированному состоянию стенок изделий. Изделиям, полученным прямым выдавливанием, необходима дополнительная операция подрезки торца стенки.

**Ключевые слова:** обратное и прямое выдавливание изделий с полостью, анализ методом конечных элементов, угол пуансона, угол наклона матрицы, усилие деформирования, деформированное состояние, конечные размеры изделий.

**Калюжный А. В.** Уменьшение количества переходов вытяжки осесимметричных изделий с использованием матрицы специального профиля // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Методом конечных элементов проведен анализ процесса вытяжки изделия из круглой листовой заготовки из малоуглеродистой стали в матрице специального профиля. Определен профиль матрицы, который обеспечивает получения изделия за один переход. Традиционной вытяжкой на формообразование такого изделия необходимо три перехода. Процесс вытяжки в матрице специального профиля разделен на шесть стадий деформирования заготовки на поверхностях в виде тора. Поверхности обеспечивают формообразование без исчерпания ресурса пластичности металла и потери устойчивости геометрической формы заготовки. Установлены силовые режимы, работа деформации и конечные размеры изделия. Предложена конструкция матрицы специального профиля для реализации вытяжки на гидравлическом прессе.

**Ключевые слова:** листовая штамповка, вытяжка в матрице специального профиля, метод конечных элементов, стадии формообразования, конечные размеры изделий.

**Калюжный А. В., Пахолко С. А.** Расчетно-экспериментальный анализ отбортовки круглых отверстий в традиционной и профилированной заготовке из алюминия // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Проведен расчетно-экспериментальный анализ отбортовки круглых отверстий в традиционной и профилированной листовых заготовках из алюминия. Расчетным путем с использованием метода конечных элементов определены усилия отбортовки, установлены конечные форма и размеры отбортованных заготовок и напряженно-деформированное состояние в них. Показано, что использование профилированной заготовки обеспечивает постоянную толщину стенки отбортованной части. Проведено сравнение теоретических данных с результатами экспериментальных исследований по силовым режимам, размерам заготовок и интенсивности напряжений. Результаты экспериментов подтвердили адекватность математических моделей.

**Ключевые слова:** отбортовка, традиционная заготовка, профилированная заготовка, моделирование МКЭ, экспериментальные исследования.

**Пузырь Р. Г., Аргат Р. Г., Гайкова Т. В. Анализ напряженно-деформированного состояния при локальном приложении нагрузки на цилиндрическую заготовку // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Приведены сравнительные результаты расчетов при деформировании цилиндрических оболочек вращения. Показано, что усилия, необходимые для деформирования цилиндрической заготовки при локальном нагружении, значительно меньше, чем при наложении кольцевой нагрузки, что обеспечивает применение для деталей, изготавливаемых локальными методами, оборудования меньшей мощности по сравнению с прессами для традиционных операций листовой штамповки. Рассмотрено влияние геометрических размеров исходной заготовки, а также механических характеристик материала на усилия при локальном деформировании. Результаты работы могут применяться для технологической подготовки производства колес транспортных средств, выбора оборудования, автоматизации конструкторских расчетов. Показано, что для уточнения напряженно-деформированного состояния при профилировании цилиндрических заготовок необходимо использовать математический аппарат теории оболочек.

**Ключевые слова:** профилирование, цилиндрическая заготовка, локальная деформация, обечайка, напряжения.

**Огородников В. А., Архипова Т. Ф., Титов А. В. Прогнозирование технологической наследственности в процессе штамповки заготовок из порошкового бериллия // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Решена краевая задача теории упругости анизотропного упруго-ползучего тела. Анизотропия связана с переменными значениями модуля упругости, коэффициента линейного расширения и неоднородностей поля температур. Упругие константы материала определены экспериментальным путём проведения трепанации бериллиевой заготовки и последующих испытаний стандартных образцов. Методика расчета остаточных напряжений базируется на модели упруго-ползучего тела с упрочнением. Решена краевая задача линейной теории упругости неоднородного тела с начальными деформациями. Рассчитаны поля остаточных напряжений, формирующихся в процессе остывания бериллиевой заготовки. Предложен режим охлаждения, предотвращающий разрушение заготовки.

**Ключевые слова:** штамповка, порошковая заготовка, остаточные напряжения, технологическая наследственность.

**Савелов Д. В. Определение физико-механических характеристик металлического порошка при его взаимодействии с пуансоном вибрационного пресса // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Проведены теоретические исследования динамической системы «пуансон – металлический порошок», в которой металлический порошок представлен в виде системы с распределенными параметрами. Получены аналитические зависимости, описывающие закон движения пуансона, которые учитывают волновые процессы в металлическом порошке, распределяющую способность металлического порошка, коэффициенты жесткости и диссипативного сопротивления металлического порошка. Разработана математическая модель динамической системы «пуансон – металлический порошок» и получены выражения для определения закона движения пуансона в контакте с прессуемым металлическим порошком.

**Ключевые слова:** динамическая система, пуансон, металлический порошок, жесткость, диссипативное сопротивление.

**Алиев И. С., Пыц Е. Я., Пыц Я. Е., Роганов Л. Л. Расчет температурных и силовых параметров локального деформирования трубчатой заготовки при фрикционном нагреве // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Деформирование трубчатой заготовки инструментом трения – процесс, для которого характерна локализация пластической деформации, величина зоны влияния которой значительно меньше величины деформируемой части заготовки. При таком процессе зона деформации постоянно перемещается вдоль поверхности трубы, симметричная форма поперечного сечения которой в процессе деформирования не сохраняется. Приведен анализ площади контакта инструмента с заготовкой, приведены факторы, влияющие на усилие обкатки, а также определены основные составляющие усилия обкатки. Проведен математический расчет основных составляющих усилия обкатки и определен характер распределения усилия обкатки по времени. Представлены графические зависимости усилия обкатки от времени при различных комбинациях факторов, влияющих на обкатку. Приведен анализ теплового баланса заготовки при фрикционном нагреве заготовки. Представлены графики, показывающие характер изменения теплового поля заготовки во время процесса при различных комбинациях факторов, влияющих на обкатку. Приведены графические результаты эксперимента по ротационной обкатке заготовки до переходной конической формы. Представлены графики сравнения математических расчетов и результатов эксперимента.

**Ключевые слова:** ротационная обкатка, усилие обкатки, локальная деформация, зона контакта, сила трения, фрикционный нагрев.

**Посвятенко Е. К., Нахайчук О. В., Музичук В. И. Формообразование внутреннего шлицевого профиля холодной пластической деформацией // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Рассмотрен процесс формирования внутреннего шлицевого профиля на трубной заготовке методом холодного пластического деформирования. Построенные плоскости деформирования и граничные поверхности пластичности показали достаточный запас пластичности; обосновано, что при построении траектории нагружения в пространстве безразмерных показателей  $\eta$  и  $\chi$  ее вид однозначно определяется условиями формирования, характерными для исследуемого процесса, практически не зависит от механических свойств деформируемого металла; определены области деформирования, которые являются наиболее близкими к разрушению по показателям, учитывающих влияние первого и третьего инвариантов тензора напряжений (боковая область и область впадин профиля относительно процесса формирования внутреннего шлицевого профиля), в которых использованный ресурс пластичности достигает значений  $\psi = 0,34...0,4$ . С позиций обеспечения запаса прочности подобные расчеты следует производить с учетом показателя, учитывающего влияние третьего инварианта тензора напряжений. При исследовании процессов холодного пластического формообразования, сопровождающихся сложным немонотонным деформированием, следует применять модели, учитывающие нелинейный характер накопления повреждений. Результаты статьи могут найти применение в машиностроении.

**Ключевые слова:** предельные деформации, ресурс пластичности, накопления повреждений, тензор напряжений, холодное пластическое деформирование.

**Цеханов Ю. А., Шейкин С. Е., Сергач Д. А., Карих Д. В. Накатывание сферических изделий из титановых сплавов плоскими поверхностями // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Исследована проблема изготовления деталей эндопротеза тазобедренного сустава человека с использованием материала чистый титан ВТ1-0 и титановый сплав ВТ6 (Ti-6Al-4V). Представлены результаты распределения микротвердости в поверхностном слое сферических заготовок и особенности изменения структуры поверхностного слоя после накатывания. Исследования глубины слоя деформационного упрочнения проводились с использованием схемы накатывания плоскими поверхностями. Также исследована зависимость глубины слоя деформационного упрочнения от технологического усилия при накатывании шаров из ВТ1-0 и ВТ6. Распределение микротвердости подтверждает, что зона деформационного упрочнения в накатанном шаре распространяется на глубину около 1 мм. Экспериментальные значения глубины слоя упрочнения показали соответствие с результатами теоретических расчетов, что позволяет прогнозировать глубину слоя деформационного упрочнения.

**Ключевые слова:** накатывание, поверхностный слой, упрочнение, титан, деформация.

**Драгобецкий В. В., Наумова А. А., Лотоус В. В. Обоснование возможности получения и синтеза объемных наноматериалов взрывом // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Исследования посвящены технологическим и экспериментальным методам, которые используются при получении структуры и механических свойств, которые имеют наноматериалы. Исследования открывают прогрессивные и передовые направления в науке о материалах на наноуровне и распространяют технологии взрывной обработки на новые отрасли и новые процессы, такие как нанотехнологии. Обоснована возможность получения и синтеза наноматериалов при взрывном нагружении. Получены объемные композиционные материалы медь-латунь-нержавеющая сталь, алюминий-медь-твердый сплав, слоистые композиции с прослойками из графита и его аллотропных модификаций, а также материалы с нанопокрывтием. Получены аналитические зависимости интенсивности уменьшения зерна в металлах с субмикронной и нанокристаллической структурой, которые учитывают особенности их строения, позволяет рассмотреть интенсивность уменьшения зерна в зависимости от значения взрывного нагружения. Предложен научно-обоснованный подход для определения области рациональных условий обработки металлов с субмикрокристаллической структурой.

**Ключевые слова:** взрыв, укрепления, интенсивная пластическая деформация, наноматериалы, покрытия, легирование, кумулятивная струя, столкновения, жидкофазное спекание.

**Шамарин Ю. Е., Холявик О. В. Развитие электрогидравлической штамповки // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Для получения высоких и сверхвысоких давлений в жидкости используют способ формирования внутри объема любой проводящей и непроводящей жидкости специального импульсного электрического разряда. Коэффициент полезного действия (КПД) данного способа растет при уменьшении активной площади положительного электрода. По сравнению со штамповкой взрывом электрогидравлическая штамповка более предпочтительна. Процесс электрогидравлической штамповки можно выполнять в обычных цеховых условиях. Возможно простое решение вопросов техники безопасности. Легко обеспечить точную регулировку энергии и многократное воздействие на заготовку с одной установки. Необходимо определение условий возникновения пробоя и получение количественных зависимостей между пространственно-временными характеристиками развития разряда с параметрами разрядного контура в жидкости. Определены причины снижения темпов внедрения электрогидравлической штамповки в промышленности и предложены пути дальнейшего развития этого метода.

**Ключевые слова:** электрогидравлическая штамповка, электрический разряд, электрод, электрогидравлический эффект, взрыв, ударная волна.

**Корниевский В. Н., Сальников А. С., Тумко А. Н., Логозинский И. Н., Шибeko П. А.** Развитие технологии производства проката и поковок из высоколегированных инструментальных сталей в условиях ПАО «Днепроспецсталь» // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Представлены результаты работ по совершенствованию технологии производства проката и поковок из высоколегированных инструментальных сталей в условиях ПАО «Днепроспецсталь». Приведены режимы гомогенизирующих нагревов слитков сталей 4X5MФC и 4X5M3Ф перед деформацией, критические точки фазовых превращений при нагреве ( $A_{c1}$  и  $A_{c3}$ ) и охлаждении ( $A_{r1}$  и  $A_{r3}$ ) ряда марок инструментальных сталей, описаны новые технологические схемы деформационного передела специальных сталей с оценкой их эффективности. Операцииковки на прессах и радиально-ковочных машинах заменены прокаткой на обжимно-заготовочном стане 1050/950 и крупносортомом стане 550 соответственно. Исследован процесс сортовой прокатки порошковых сталей с обечайкой на поверхности. Приводятся данные по качеству поверхности обточенных прутков инструментальных сталей.

**Ключевые слова:** прокатка, поковка, гомогенизирующий нагрев, деформационный предел, высоколегированные инструментальные стали.

**Гридин А. Ю.** Влияние налипания алюминиевого сплава на профиль поверхности инструмента при бесслитковой прокатке // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Приведен обзор работ, посвященных профилированию поверхности рабочего инструмента при бесслитковой прокатке, а также анализу взаимодействия обрабатываемого металла с поверхностями валков. Проведена серия экспериментов по получению полос толщиной 3 мм из сплава 6082 на лабораторной установке валковой разливки-прокатки. Перед реализацией экспериментов, а также после каждого опыта оптическим путем осуществлялось измерение профиля рельефа поверхности инструмента в выбранной контрольной области. В результате анализа изменения глубины рельефа профиля валка вследствие налипания на его поверхность обрабатываемого материала показано, что топография бандажа претерпевает изменения циклического характера: наблюдалось «самоочищение» рабочей поверхности инструмента.

**Ключевые слова:** бесслитковая прокатка, экспериментальные исследования, алюминиевый сплав, поверхность инструмента, налипание.

**Пилипенко С. В.** Развитие метода расчета рационального соотношения величин принудительного и естественного катающего радиуса калибра станов холодной прокатки труб // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Приведены результаты экспериментальных исследований нового метода выбора рационального соотношения значений принудительного катающего радиуса и радиуса бочки валков стана холодной прокатки труб типа КРВ-25. Использование предложенного метода дает возможность создавать наиболее благоприятные кинематические и силовые условия деформации вдоль всего конуса деформации станов холодной пыльгерной валковой прокатки труб. Это позволяет получить минимальное значение максимумов осевых усилий в сечениях конуса деформации при прокатке. Результаты прокаток в заводских условиях показали, что применение такого метода позволяет вести процесс без налипания металла на валки. Процесс прокатки протекал устойчиво, без видимых воздействий осевых сил. Данный метод позволяет обеспечивать рациональные силовые условия деформации в станах холодной пыльгерной прокатки труб.

**Ключевые слова:** холодная пыльгерная прокатка, соотношение размеров, ведущая шестерня, диаметр рабочего валка, осевые усилия, кинематические условия деформации.

**Скляр В. А.** Оценка напряженно-деформированного состояния металла на боковой поверхности непрерывнолитой сортовой заготовки с дефектом формы «ромбичность» при прокатке в прямоугольном калибре // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Приведена оценка напряженно-деформированного состояния металла на боковой поверхности непрерывнолитой сортовой заготовки с дефектом формы «ромбичность» при прокатке в прямоугольных калибрах обжимной клетки сортового стана. С помощью физического моделирования процесса прокатки непрерывнолитой сортовой заготовки с дефектом формы «ромбичность» в прямоугольных калибрах исследовано напряженно-деформированное состояние на боковой поверхности раската. Результаты обработки экспериментальных данных позволили определить распределение накопленной деформации по высоте очага деформации, а также влияние на него комплекса управляющих факторов: относительного обжатия, степени защемления и величины ромбичности до прокатки. На основе чего рекомендованы режимы прокатки, которые позволяют добиться минимизации вероятности раскрытия приугловых трещин в процессе прокатки таких заготовок.

**Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, прокатка, ромбичность, трещины, напряженно-деформируемое состояние.

**Мищенко А. В., Григоренко В. У.** Экспериментальное исследование закономерностей снижения поперечной разностенности труб при холодной деформации на оправке // *Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).*

Используемые трубы заготовки, получаемые после прессования, прошивки и агрегатов горячей прокатки, имеют высокий уровень поперечной эксцентрической разностенности. Эта разностенность выводит показатели точности труб за предельно допустимые допуски. Знание закономерностей снижения поперечной разностенности

позволяет создавать наиболее рациональные режимы деформирования и соответствующие калибровки инструментов при холодной прокатке труб. Используя эти закономерности, можно проследить тенденцию к определенному механизму изменения разностенности. Экспериментальные данные, показывают схожести в протекании процесса изменения эксцентрической разностенности при прокатке на оправке у различных сталей. Знания принципов работы механизма, позволят прогнозировать и влиять на уровень разностенности, получаемой после прокатки.

**Ключевые слова:** холодная прокатка, эксцентрическая разностенность, конус раскатки, эксперимент, деформация.

**Коваленко К. Г., Сивецкий В. И., Сокольский А. Л., Микулёнок И. О. Методика решения обратной задачи экструзионного формования термопластов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Разработана методика определения формы и размеров фильеры экструзионной головки для формования различных изделий из термопластов. Методика реализована с помощью программного комплекса Ansys Polyflow (номер лицензии 0065974). Приведена последовательность действий при проектировании канала головки при условии известной формы поперечного сечения готового изделия, а также с учётом свойств перерабатываемого термопласта (в частности его вязкоупругих свойств и условий проскальзывания по поверхностям канала головки). Приведен пример расчёта и сформулированы рекомендации по применению методики на практике.

**Ключевые слова:** термопласт, экструзия, формование, экструзионная головка, фильера, проектирование.

**Бейгельзимер Я. Е., Тарасов А. Ф., Роганов Л. Л., Кулагин Р. Ю., Алтухов А. В. Совершенствование конструкций штамповой оснастки, средств автоматизации и прессового оборудования для реализации процесса винтовой экструзии // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Рассмотрены вопросы совершенствования конструкций штамповой оснастки, средств автоматизации и прессового оборудования для реализации процесса винтовой экструзии. Выполнен анализ требований к оборудованию и технологическому оснащению процесса. Приведено описание принятых технических решений, повышающих надежность реализации процесса и повышение производительности специализированной установки. Реализован проект установки для процесса винтовой экструзии усилием 4 МН, предназначенной для обработки сплавов титана. Рассмотрен цикл работы матрицы и приемного контейнера специализированной установки винтовой экструзии, которые обеспечивают автоматизацию создания усилия противодействия и извлечения заготовки из контейнера.

**Ключевые слова:** интенсивные пластические деформации, винтовая экструзия, штамповая оснастка.

**Горбач Е. В., Мироненко Е. В., Паламарчук В. А., Серeda В. Г. Зависимости для определения габаритов инструмента трения для обкатки трубных заготовок // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Себестоимость всего процесса тангенциальной обкатки зависит от себестоимости инструмента трения, а именно от экономии материала. Точность расчетов габаритов инструмента влияет на его устойчивость. Проанализированы размеры инструментов трения при тангенциальной обкатке трубных заготовок, применяемых в производстве. По этим данным выявлены недостатки в предложенных ранее зависимостях. Была разработана новая методика калибровки инструмента трения, получены зависимости для вычисления коэффициентов конструктивного оформления. Разработаны рекомендации по вычислению габаритов инструмента трения. Новая схема калибровки инструмента реализована при моделировании инструмента в программном продукте Delcam PowerShape.

**Ключевые слова:** тангенциальная обкатка, инструмент трения, калибровка инструмента, габариты инструмента, коэффициенты конструктивного оформления.

**Корчак Е. С., Ковалев В. Д., Дейнека Д. В. Расчет параметров системы низкого давления мощного ковочного гидравлического пресса // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Рассмотрен механизм заполнения рабочих цилиндров жидкостью низкого давления в современных гидравлических прессах, выявлены его основные недостатки. Дано описание динамической модели движения подвижной поперечины пресса на ходе приближения к поковке. Разработана методика рационального проектирования системы низкого давления и расчета ее основных параметров для обеспечения отсутствия жидкостного голодания рабочих цилиндров при сохранении достаточно высокой скорости хода приближения. Даны общие рекомендации по обеспечению качества заполнения рабочих цилиндров гидравлического пресса жидкостью низкого давления и достижению необходимых динамических показателей хода приближения.

**Ключевые слова:** пресс гидравлический, цилиндр рабочий, клапан, давление, ход приближения.

**Пыц В. Я., Клименко Г. П. Усовершенствование кривошипного пресса с целью повышения точности отштампованных деталей // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Проведен анализ факторов, влияющих на величину отштампованной детали, определены зависимости жесткости пресса и технологического процесса на величину отштампованной детали, выделено два основных варианта повышения качества отштампованной детали. Приведена математическая зависимость жесткости



пресса, обеспечивающая необходимую величину допустимой полезной работы деформирования при номинальной силе  $P_n$ , пресса с учетом КПД хода деформирования  $\eta_M$ . Определены основные факторы, характеризующие технологический процесс, влияющие на силу деформирования. Приведены графические данные по результатам проведения эксперимента для определения влияния жесткости пресса на размер отштампованной детали и указаны недостатки такого способа; проанализированы варианты изменения технологического процесса. Указаны преимущества схемы технологического процесса при использовании установок регулировки закрытой высоты пресса. Предложена новая установка для изменения высоты закрытой высоты пресса. Указаны ее преимущества по сравнению со схожими устройствами, которые использовались раньше. Приведены результаты эксперимента по использованию новой установки для изменения закрытой высоты пресса.

**Ключевые слова:** кривошипный пресс, жесткость пресса, высота заготовки, деформация.

**Пыц В. Я., Роганов Л. Л., Семенов В. М. Смазки узла шатун-ползун кривошипного пресса // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Проведен анализ кривошипных машин, выявлены основные зоны возникновения повышенных удельных усилий, нуждающихся в постоянной смазке. Указаны недостатки современной системы подачи смазки в узел шатун-ползун, рассмотрено влияние смазки на узел шатун-ползун кривошипного пресса. Проведены расчеты для определения напряжений, возникающих в узле шатун-ползун проверочного расчета, выполненного в CosmosWork 2008, результаты которого представлены в виде эпюр напряжений, возникающих в зоне взаимодействия шатуна с ползуном при использовании старого способа смазки. На основе анализа полученных данных предложена схема модернизация узла шатун-ползун для создания в месте контакта жидкостного трения.

**Ключевые слова:** шатун, ползун, смазка, трение, кривошипный горячештамповочный пресс.

**Роганов М. Л., Роганов Л. Л., Пыц В. Я., Турчанин М. А. Дальнейшее развитие профилированных тонкослябовых литейно-прокатных агрегатов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Проведен анализ существующих литейно-прокатных агрегатов, определены возможности существующих литейно-прокатных агрегатов и целесообразность их изготовления. Главной целью работы является обоснование необходимости разработки и реализации нового направления развития литейно-прокатных агрегатов, а именно их профилирование. На основе описания сути профилирования были указаны преимущества профильного литейно-прокатного агрегата в сравнении с существующими литейно-прокатными агрегатами. Анализ полученных данных позволил сделать вывод о возможности модернизации существующих литейно-прокатных агрегатов в профильные литейно-прокатные агрегаты. Приведено описание работы профильного литейно-прокатного агрегата, позволяющего получать на выходе лист толщиной не более 3–8 мм. Попытка увеличения скорости подачи и уменьшение толщины слитка привели к появлению профильной установки непрерывной разливки металла. Приведены различные схемы профильных установок непрерывной разливки металла с указанием их недостатков и преимуществ.

**Ключевые слова:** литейно-прокатный агрегат, горячекатаный прокат, холоднокатаный прокат, гофры, непрерывное литье, литейный профиль.

**Явтушенко А. В. Структурный синтез зубчатых передач кривошипных прессов // Обработка материалов давлением. – 2013. – № 4 (37).**

Целью исследований является разработка метода структурного синтеза зубчатых передач кривошипных прессов. Указаны основные параметры зубчатых механизмов, которые характеризуют кинематические свойства каждой степени и системную связь с соседними степенями. Рассмотрены вопросы определения структуры всего привода и параметров отдельных промежуточных степеней в соответствии с общими требованиями относительно структуры привода, назначение пресса и его функциональных возможностей. Исходя из условия равенства входных и выходных потоков крутящего момента на смежных ступенях, предложена методика структурного синтеза зубчатых механизмов кривошипных прессов. Используя принцип постоянства мощности на входных и выходных звеньях каждой ступени, представлены формализованные аналитические зависимости для определения крутящих моментов на всех валах и зубчатых колесах независимо от структуры привода. Предложенный метод может быть принят за основу автоматизированной системы структурного синтеза и проектирования привода прессов.

**Ключевые слова:** пресс, зубчатый привод, шестерня, колесо, крутящий момент, количество потоков моментов.

---

## АНОТАЦІЇ

---

**Гринкевич В. О., Чухліб В. Л., Сальников А. С., Тумко О. М., Ашкелянecь А. В., Банашек Г.** Дослідження різних схем осадки на пресі заготовки сплаву ЭИ698-ВД шляхом математичного моделювання // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).*

Розглянуто результати математичного моделювання процесу осадки заготовки з жароміцного сплаву ЭИ698-ВД, який виробляється в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь». При цьому процес осадки моделювався як з наявністю міждеформаційної паузи, так і з її відсутністю. Виконано аналіз основних параметрів напружено-деформованого стану при осадці заготовки зі сплаву ЭИ698-ВД. В якості основних показників напружено-деформованого стану обрані поля розподілу деформації, напружень і температур. Сформульовано основні підходи до реалізації даної схеми технологічного процесу формозміни зазначеного сплаву для отримання якісної поковки в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь».

**Ключові слова:** осадка, жароміцні сплави, математичне моделювання, напружено-деформований стан, міждеформаційні паузи.

**Добров І. В.** Дослідження кінематики осередку деформації вісесиметричної заготовки при осадці плоскими бойками // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).*

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження загальних закономірностей кінематичних параметрів вісесиметричної деформації при осадці плоским пуансоном заготовок з різними механічними властивостями. Визначено вплив сил тертя на контактній поверхні інструмента на процес бочкоутворення поверхні заготовки вільної від зовнішнього навантаження. Доведено, що процес бочкоутворення буде мати місце і в разі відсутності зовнішнього тертя на контактній поверхні пуансона і заготовки. Зовнішнє тертя інтенсифікує процес бочкоутворення. Розроблена методика фізичного моделювання в лабораторних умовах виробничих процесів обробки металів тиском і показано, що негативний результат експериментальних досліджень в лабораторних умовах однозначно зумовлює негативний результат у виробничих умовах. Разом з тим, позитивний результат експериментальних досліджень в лабораторних умовах підлягає перевірці у виробничих умовах.

**Ключові слова:** заготовка, осадка, деформація, поле швидкостей, поле переміщень, фізична модель, виробничий процес.

**Матвійчук В. А., Михалевич В. М., Алієва Л. І.** Оцінка деформованості матеріалу заготовок, отриманих відділенням методами пластичного зсуву // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).*

В рамках тензорного підходу в теорії підсумовування пошкоджень отримані загальні співвідношення для визначення граничних деформацій металів при складному двоетапному деформуванні. Досліджено модель двоетапного деформування за схемою «зсув – стиск». Отримано і досліджено співвідношення для залишкового ресурсу пластичності на другому етапі за умови вичерпання ресурсу пластичності на першому етапі. Наведено результати оригінальних експериментів за схемою двоетапного деформування: «зсувна деформація в результаті зрізу буртика – рівномірна вісесиметрична осадка». Виконано математичне моделювання складного двоетапного деформування в послідовності «просте-складне» для комбінації зсув – осадка за умови бочкоутворення. Розроблені критерії надають можливість оцінювати деформованість заготовок, що отримані безвідходними методами відрізання зсувом.

**Ключові слова:** тензор пошкоджень, складне двоетапне деформування, зсув, стиск, гранична деформація, залишковий ресурс пластичності.

**Плеснецо С. Ю., Тришевський О. І.** Особливості моделювання процесу згинання металу до 180° за допомогою програмного комплексу Deform 3D // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).*

Розглянуто особливості використання програмного комплексу Deform 3D при моделюванні процесів формування листового металу на прикладі процесу підгинання металу до 180°. Вказані особливості процесу створення моделей штампового оснащення та заготовки. Наведено результати моделювання серії експериментальних досліджень. Наведено зіставлення вихідних результатів моделювання процесу і реального процесу. Зіставлення результатів моделювання та експериментальних досліджень показує, що програмний комплекс Deform 3D може бути використаний для аналізу процесів формування листового металу з достатньою для інженерних розрахунків точністю (розбіжність не перевищує 7%).

**Ключові слова:** вигин, модель процесу, комп'ютерне моделювання, Deform 3d.

**Бень І. В., Яворовський В. М.** Аналіз вирубки прямокутних пластинок методом кінцевих елементів // *Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).*

Описується теоретичний аналіз процесу вирубання прямокутної пластини товщиною 3 мм, з використанням програмного середовища Deform-3D. Відзначається залежність між видом напружено-деформованого стану в осередку деформації і товщиною матеріалу, конфігурацією і відносними розмірами деталі, які впливають

на її пружний прогин, що призводить до нерівномірності деформації вздовж контуру вирубання і викликає ефект поступового зрізу, як у випадку різання скошеним ножом. Ця нерівномірність розподілу напружень на різучих кромках пуансона і матриці, на стадії пружного навантаження може стати причиною початку пластичної деформації в характерних точках перетину деталі, які мають велику циліндричну жорсткість деталі. Це може усунути деформацію сколювання та підвищити якість бічної поверхні деталі. Аналогічно напруження з боку вихідної смуги вищі, ніж з боку відходу. Що пояснює нерівномірне зношування робочих деталей штампу в [3].

**Ключові слова:** вирубання, товстолістовий матеріал, нерівномірність напружень, деформація, комп'ютерне моделювання, зношування, метод скінчених елементів.

**Хоменко О. І., Баглюк Г. А., Куріхін В. С. Моделювання ущільнення циліндро-конічної порошкової заготовки в закритій жорсткій матриці // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянуто математичну модель однобічного ущільнення циліндро-конічної заготовки в закритій жорсткій матриці в припущенні ненульової радіальної складової швидкості плинину матеріалу у циліндричних частинах. Описано методику реалізації комп'ютерного моделювання процесу ущільнення окремо верхнім і нижнім пуансонами. Наведено результати експериментальної перевірки запропонованої моделі на натурних шаруватих заготовках з порошку заліза, плакованого міддю. З'ясовано, що комп'ютерне моделювання у порівнянні з натурним призводить до якісно подібного розподілу пористості при деяких кількісних відхиленнях, які можна пояснити як припущеннями при моделюванні, так і похибками експерименту.

**Ключові слова:** порошковий матеріал, ущільнення, матриця, пуансон, заготовка складної форми, комп'ютерне моделювання.

**Яворовський В. М., Кальченко І. М. Дослідження специфічного характеру вирубки тонколистових матеріалів за допомогою комп'ютерного моделювання // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

З теорії розділових операцій відомі відмінності в поведінці матеріалів різної товщини. Чим тонше матеріал, тим складніше розподіл деформацій і напружень по товщині вирубаних деталей складної конфігурації. У статті специфічний характер вирубання тонколистового матеріалу досліджується моделюванням процесу з використанням програмного середовища Deform-3D. Проведені розрахунки деформацій стріл прогинів заготовки у отвір матриці відповідає товщині матеріалу, і тоді поведінка матеріалу стає подібною поведінці гнучкої пластини з теорії гнучких пластинок і оболонки. Перерозподіл напружень призводить до того, що процес вирубання-пробивання проходить не суцільно по контуру, а поступово, починаючись з кутів контуру, поширюється до середини різучої кромки, при цьому поліпшується якість поверхні, що зрізується.

**Ключові слова:** тонколистовий матеріал, вирубання, нерівномірність напружень, деформація, комп'ютерне моделювання, прогин, різуча кромка.

**Забара А. С., Плєснецов Ю. А. Аналіз схем і моделювання процесу формоутворення гнутих профілів замкнутого перерізу // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено моделювання процесу осідання заготовки за допомогою методу кінцевих елементів. Проведено аналіз різних схем формоутворення. Розроблено технологічну схему профілювання гнутих профілів замкнутого перетину. Зроблено висновок про доцільність моделювання процесу осаджування заготовки з використанням методу кінцевих елементів. Моделювання дозволило визначити критичні компоненти деформованого стану металу. Встановлено оптимальний спосіб схеми формоутворення, який може бути використаний при розробці промислової технології їх виготовлення.

**Ключові слова:** профіль замкнутого перетину, моделювання, технологія, осаджування труби.

**Антонюк Є. Я., Бобух І. О., Забуга А. Г., Соколов Є. В. Про динамічну взаємодію гарячого сляба з рольгангом прокатного стану // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянута проблема динаміки механічної системи і роликів рольганга, які транспортують сляб і співударяння слябу з наступними роликами і подальшому транспортуванні сляба. Викладена математична модель пружнопластичного співудару гарячої заготовки з роликом маніпулятора прокатного стану. Зона кромки заготовки, що деформується, прийнята безінерційною. На прикладі конкретної системи досліджено кінематичні параметри і динамічні реакції, які мають значення набагато нижчі у порівнянні з системою, що описується без врахування пластичних властивостей. До цього часу відсутні подібні математичні моделі, а деталі транспортувальних рольгангів, в тому числі роликів, розраховують статичними моделями. Математична модель дозволяє отримати дані про динамічну навантаженість ланок розглянутої механічної системи, що дозволяє в режимі реально часу спроектувати фактичні навантаження.

**Ключові слова:** прокатний стан, рольганг, пружнопластичний удар, математична модель, динамічні навантаження.

**Загорянський В. Г. Моделювання і програмна реалізація задачі мінімізації вигину двошарової штаби при площенні за методикою підбору товщини шарів компонентів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянуті закономірності вигину при гарячому площенні біметалічних штабів і листів. Проблема вигину у вертикальній площині кінця штаби біметалу, що виходить з валків, розглянута з точки зору закономірностей деформації шарів. Розроблена оптимізаційна модель, призначена для розрахунку початкової товщини

складових шарів штаби, при яких забезпечується умова мінімізації вигину біметалічної штаби при плющенні. Для вирішення цієї оптимізаційної задачі використовується інструмент Microsoft Excel – надбудова «Пошук рішення». Запропонована модель та її програмна реалізація дозволяють автоматизувати розрахунок товщини шарів штаби біметалу і проводити наочне моделювання задач подібного типу.

**Ключові слова:** моделювання, мінімізація вигину, двошарова штаба, гаряче плющення, товщина шару.

**Заблоцький В. К., Жбанков Я. Г., Швець О. А. Дослідження деформованого стану заготовки при протягуванні з неоднорідним температурним полем // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Постійно розвиваючись, машинобудування вимагає все більш якісних виробів. Мінімальна трудомісткість і висока якість виробів є основоположними факторами конкурентоспроможності підприємства. При виготовленні таких деталей, як вали, використовується ковальський злиток, який через своє ливарне походження має ряд дефектів. Оскільки температурне поле злитка з часом змінюється, то це необхідно враховувати при виборі режиму протягування, який дозволить усунути його дефекти. У даній роботі досліджено розподіл деформацій за об'ємом поковки під час її протягування з однорідним і неоднорідним температурними полями. Наведено рекомендації, що дозволяють отримати мінімальну нерівномірність розподілу деформацій за обсягом поковки.

**Ключові слова:** вал, неоднорідне температурне поле, розподіл деформацій, опір деформуванню.

**Ніколаєв В. О. Сила при гарячій деформації металу в закритих штампах // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Представлений аналіз умов деформації металу при закритому штампуванні деталі. Характер напруженого стану і особливості течії металу, що деформується в закритих штампах, в значній мірі залежить від розмірів заготовки. У різних елементах штампу має місце різна міра деформації металу, а це, у свою чергу, обумовлює відмінність напруження течії металу. Останнє, в сукупності з параметрами окремих елементів штампу, визначає величину коефіцієнта напруженого стану металу і силу деформації. Виконано порівняння розрахункових величин коефіцієнта напруженого стану металу в осередку деформації при штампуванні за розрахунками по різних формулах з дослідними даними і запропоновані інженерні розрахункові залежності.

**Ключові слова:** метал, штамп, сила, деформація, напруження, деталь, течія.

**Гринкевич В. О., Шевченко Т. Н., Красв М. В., Красва В. С., Бондарєв С. В. Експериментальне дослідження пластичної деформації сталі Ст3 в зовнішньому магнітному полі // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Представлено літературний огляд по використанню магнітного поля з метою змінення властивостей матеріалів. Дослідження являються актуальними для процесів холодної штамповки феромагнітних сталей, а саме в зоні деформації, де спостерігаються повздовжні розтягуючі напруження. Представлені умови і результати дослідження сталі Ст3 при розтягуванні з сумісним впливом магнітного поля. Особлива увага приділена виявленню залежності впливу магнітного поля індукцією до 1,07 Тл на механічні і пластичні властивості сталі Ст3 при іспитах на розтягування. Виявлена залежність розмірів зерен зразка зі сталі Ст3 при іспитах на розтягування від індукції магнітного поля у різних зонах зразка, який досліджували на розтягання. Суттєвим являється вплив магнітного поля на структуру сталі. У разі одноосного розтягування і одночасної дії поперечного магнітного поля зменшується витягнутість зерен вздовж напрямку деформації.

**Ключові слова:** деформація, розтягування, штампування, магнітне поле, дослідження, устаткування.

**Бень А. М. Дослідження процесу виготовлення біметалевих заготовок компресорних лопаток авіаційних двигунів методом видавлювання // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Виконано теоретичне та експериментальне обґрунтування процесу виготовлення біметалевих заготовок компресорних лопаток методом видавлювання. Представлено складну кінематику плинину біметалу при отриманні виробів. Біметалева заготовка компресорної лопатки виготовляється методом видавлювання складної заготовки, яка складається із двох частин: внутрішньої циліндричної вставки та зовнішнього шару. Експериментально показано, що даний процес є можливим при використанні відповідних комбінацій металів. Металографічні дослідження довели, що при видавлюванні біметалевої заготовки виникає взаємодія шарів та утворення в зоні взаємодії їхнього з'єднання. Завдяки біметалевій конструкції компресорної лопатки підвищується корозійна стійкість, зносостійкість, стійкість від дії вібраційних навантажень. Також з'являється можливість отримання шару захисного покриття із заданою товщиною в залежності від режимів роботи лопатки. Отримані результати дають основу для удосконалення процесу в подальших дослідженнях цієї галузі.

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

**Калюжний В. Л., Алієва Л. І., Куліков І. П. Порівняльний аналіз процесів зворотного видавлювання і прямого видавлюванням з роздачею віссиметричних виробів з порожниною постійного діаметру // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Методом скінченних елементів проведений аналіз зворотного і прямого видавлювання з роздачею порожнистих виробів з однаковою товщиною стінки. Встановлені величини зусилля видавлювання, розподіл питомих зусиль на пуансонах та кінцеві розміри виробів. Пряме видавлювання забезпечує зниження зусилля

і питомих зусиль в порівнянні зі зворотним, що обумовлено зміною схеми напруженого стану в осередку деформації. При прямому видавлюванні встановлено вплив кута конусу пуансону та кута нахилу матриці на засилля видавлювання і деформований стан заготовок. Зменшення кута конусу пуансону та збільшення кута нахилу матриці приводить до зниження зусилля видавлювання і більш рівномірного деформованого стану стінок виробів. Вироби, які отримані прямим видавлюванням, потребують додаткової операції підрізання торця стінки.

**Ключові слова:** зворотне і пряме видавлювання виробів з порожниною, аналіз методом скінченних елементів, кут пуансону, кут нахилу матриці, зусилля деформування, деформований стан, кінцеві розміри виробів.

**Калюжний О. В. Зменшення кількості переходів витягування вісесиметричних виробів з використанням матриці спеціального профілю // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Методом скінченних елементів проведений аналіз процесу витягування виробу з круглої листової заготовки із маловуглецевої сталі в матриці спеціального профілю. Визначено профіль матриці, який забезпечує отримання виробу за один перехід. Традиційним витягуванням на формоутворення такого виробу потрібно три переходи. Процес витягування в матриці спеціального профілю розділяється на шість стадій деформування заготовки на поверхнях у вигляді тору. Поверхні забезпечують формоутворення без вичерпання ресурсу пластичності металу та втрати стійкості геометричної форми заготовки. Встановлені силові режими витягування, робота деформації та кінцеві розміри виробу. Запропонована конструкція матриці спеціального профілю для витягування на гідравлічному пресі.

**Ключові слова:** листове штампування, витягування в матриці спеціального профілю, метод скінченних елементів, стадії формоутворення, силові режими, кінцеві розміри виробу.

**Калюжний О. В., Пахолко С. А. Розрахунково-експериментальний аналіз відбортування круглих отворів у традиційній і зпрофільованій заготовці із алюмінію // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено розрахунково-експериментальний аналіз відбортування круглих отворів у традиційній та зпрофільованій листових заготовках із алюмінію. Розрахунковим шляхом, з використанням методу скінченних елементів, визначені зусилля відбортування, встановлені кінцева форма і розміри відбортованих заготовок та напружено-деформований стан в них. Показано, що використання зпрофільованої заготовки забезпечує постійну товщину стінки відбортованої частини. Проведено порівняння теоретичних даних з результатами експериментальних досліджень по силових режимах, розмірах заготовок і інтенсивності напружень. Результати експериментів підтвердили адекватність математичних моделей.

**Ключові слова:** відбортування, традиційна заготовка, зпрофільована заготовка, моделювання МСЕ, експериментальні дослідження.

**Пузир Р. Г., Аргат Р. Г., Гайкова Т. В. Аналіз напружено-деформованого стану при локальному додаванні навантаження на циліндричну заготовку // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Наведено порівняльні результати розрахунків при деформуванні циліндричних оболонок обертання. Показано, що зусилля, які необхідні для деформування циліндричної заготовки при локальному навантаженні значно менше, ніж при прикладенні кільцевого навантаження, що забезпечує застосування при отриманні деталей локальними методами обладнання меншої потужності в порівнянні з пресами для традиційних методів листового штампування. Розглянуто вплив геометричних розмірів вихідної заготовки, а також механічних характеристик матеріалу на зусилля при локальному деформуванні. Результати роботи можуть застосовуватися для технологічної підготовки виробництва ободів коліс транспортних засобів, вибору обладнання, автоматизації конструкторських розрахунків. Показано, що для уточнення напружено-деформованого стану при профілюванні циліндричних заготовок необхідно використовувати математичний апарат теорії оболонок.

**Ключові слова:** профілювання, циліндрична заготовка, локальна деформація, обичайка, напруження.

**Огородніков В. А., Архіпова Т. Ф., Тітов А. В. Прогнозування технологічної спадковості в процесі штампування заготовок із порошкового берилію // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розв'язано крайову задачу теорії пружності анізотропного пружнопластичного тіла. Анізотропія пов'язана зі змінними значеннями модуля пружності, коефіцієнта лінійного розширення та неоднорідностями полів температур. Пружні константи матеріалу визначено експериментально шляхом трепанації берилійової заготовки та наступного випробування стандартних зразків. Методика розрахунку залишковий напружень базується на моделі пружнопластичного тіла зі зміцненням. Розв'язано крайову задачу лінійної теорії пружності неоднорідного тіла з початковими деформаціями. Обраховані поля залишкових напружень, що формуються в процесі охолодження берилійової заготовки. Запропонований режим охолодження, що усуває руйнування заготовки.

**Ключові слова:** штампування, порошкові заготовки, залишкові напруження, технологічна спадковість.

**Савелов Д. В. Визначення фізико-механічних характеристик металевго порошку при його взаємодії з пуансоном вібраційного преса // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведені теоретичні дослідження динамічної системи «пуансон – металевий порошок», в якій металевий порошок представлений у вигляді системи з розподіленими параметрами. Отримані аналітичні залежності, що описують закон руху пуансона, які враховують хвильові процеси в металевому порошку, розподільчу

здатність металевого порошку, коефіцієнти жорсткості та дисипативного опору металевому порошку. Розроблена математична модель динамічної системи «пуансон – металевий порошок» і отримані залежності для визначення закону руху пуансона у контакті з ущільнювальним металевим порошком.

**Ключові слова:** динамічна система, пуансон, металевий порошок, жорсткість, дисипативний опір.

**Алієв І. С., Пиц Е. Я., Пиц Я. Е., Роганов Л. Л. Розрахунок температурних і силових параметрів локального деформування трубчастої заготовки при фрикційному нагріванні // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Деформування трубчастої заготовки інструментом тертя – процес, для якого характерна локалізація пластичної деформації, величина зони впливу якої значно менше величини деформуємої частини заготовки. При такому процесі зона деформації постійно переміщається уздовж поверхні труби, симетрична форма поперечного перерізу якої в процесі деформування не зберігається. Наведено аналіз площі контакту інструмента з заготовкою, наведені фактори, що впливають на зусилля обкатки, а також визначені основні складові зусилля обкатки. Проведено математичний розрахунок основних складових зусилля обкатування і визначено характер розподілу зусилля обкатки за часом. Представлені графічні залежності зусилля обкатування від часу при різних комбінаціях факторів, що впливають на обкатку. Наведено аналіз теплового балансу заготовки при фрикційному нагріванні заготовки. Представлені графіки показують характер зміни теплового поля заготовки під час процесу при різних комбінаціях факторів, що впливають на обкатку. Наведено графічні результати експерименту по ротаційній обкатці заготовки до перехідної конічної форми. Представлені графіки порівняння математичних розрахунків і результатів експерименту.

**Ключові слова:** ротаційна обкатка, зусилля обкатування, локальна деформація, зона контакту, сила тертя, фрикційний нагрів.

**Посвятенко Е. К., Нахайчук О. В., Музичук В. І. Формування внутрішнього шліцьового профілю холодним пластичним деформуванням // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянуто процес формування внутрішнього шліцьового профілю на трубній заготовці методом холодного пластичного деформування. Побудовані площини деформування і граничні поверхні пластичності показали достатній запас пластичності; обґрунтовано, що при побудові траєкторії навантажування в просторі безрозмірних показників  $\eta$  і  $\chi$  її вид однозначно визначається умовами формування, характерними для досліджуваного процесу, практично не залежить від механічних властивостей деформованого металу; визначено області деформування, які є найбільш близькими до руйнування за показниками, що враховують вплив першого і третього інваріантів тензора напружень (бічна область і область западин профілю щодо процесу формування внутрішнього шліцьового профілю), в яких використаний ресурс пластичності досягає значень  $\psi = 0,34 \dots 0,4$ . З позицій забезпечення запасу міцності подібні розрахунки слід проводити з урахуванням показника, що враховує вплив третього інваріанта тензора напруг. При дослідженні процесів холодного пластичного формування, що супроводжуються складним немонотонним деформуванням, слід застосовувати моделі, що враховують нелінійний характер накопичення ушкоджень. Результати статті можуть знайти застосування в машинобудуванні.

**Ключеві слова:** граничні деформації, ресурс пластичності, накопичення пошкоджень, тензор напружень, холодне пластичне деформування.

**Цеханов Ю. О., Шейкін С. Є., Сергач Д. А., Каріх Д. В. Накочування сферичних виробів з титанових сплавів плоскими поверхнями // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Досліджено проблему виготовлення деталей ендопротеза кульшового суглоба людини з використанням матеріалу чистий титан VT1-0 і титановий сплав VT6 (Ti-6Al-4V). Представлено результати розподілу мікротвердості в поверхневому шарі сферичних заготовок і особливості зміни структури поверхневого шару після накопичування. Дослідження глибини шару деформаційного зміцнення проводилися з використанням схеми накачування плоскими поверхнями. Також досліджено залежність глибини шару деформаційного зміцнення від технологічного зусилля при накачуванні куль з VT1-0 і VT6. Розподіл мікротвердості підтверджує, що зона деформаційного зміцнення в накатаній кулі поширюється на глибину близько 1 мм. Експериментальні значення глибини шару зміцнення показали відповідність з результатами теоретичних розрахунків, що дозволяє прогнозувати глибину шару деформаційного зміцнення.

**Ключові слова:** накачування, поверхневий шар, зміцнення, титан, деформація.

**Драгобецький В. В., Наумова О. О., Лотоус В. В. Обґрунтування можливості отримання та синтезу об'ємних наноматеріалів вибухом // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Дослідження присвячені технологічним та експериментальним методам, які використовуються при отриманні структури та механічних властивостей, які мають наноматеріали. Дослідження відкривають прогресивні та передові напрямки в науці о матеріалах на нанорівні та розповсюджують технології вибухової обробки на нові галузі та нові процеси, такі як нанотехнології. Обґрунтовано можливість отримання та синтезу наноматеріалів при вибуховому навантаженні. Отримані об'ємні композиційні матеріали мідь-латунь-нержавіюча сталь, алюміній-мідь-твердий сплав, шаруваті композиції з прошарками з графіту та його алотропних модифікацій, а також матеріали з нанопокриттям. Отримано аналітичні залежності інтенсивності зменшення зерна в металах із субмікро- та нанокристалічною структурою, які враховують особливості їхньої будови, що дозволяє

розглянути інтенсивність зменшення зерна залежно від значення вибухового навантаження. Запропоновано науково-обґрунтований підхід для визначення області раціональних умов обробки металів із субмікроструктурною структурою.

**Ключові слова:** вибух, зміцнення, інтенсивна пластична деформація, наноматеріали, покриття, легування, кумулятивний струмінь, зіткнення, рідкофазне спікання.

**Шамарін Ю. С., Холявік О. В. Розвиток електрогідравлічного штампування // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Для отримання високих і надвисоких тисків у рідині використовують спосіб формування в об'ємі будь-якої провідної чи непровідної рідини спеціального імпульсного електричного розряду. Коефіцієнт корисної дії (ККД) даного способу зростає при зменшенні активної площі позитивного електроду. У порівнянні із штампуванням вибухом електрогідравлічне штампування є більш переважним. Процес електрогідравлічного штампування можна виконувати у звичайних цехових умовах. Можливо виконати забезпечення питань техніки безпеки. Легко забезпечити точне регулювання енергії та багатократний вплив на заготовку з однієї установки. Потрібне визначення умов виникнення пробою та отримання кількісних залежностей між просторово-часовими характеристиками розвитку розряду з параметрами розрядного контуру у рідині. Визначені причини зниження темпів впровадження електрогідравлічного штампування у промисловість та запропоновані шляхи подальшого розвитку цього методу.

**Ключові слова:** електрогідравлічне штампування, електричний розряд, електрод, електрогідравлічний ефект, вибух, ударна хвиля.

**Корнієвський В. М., Сальников А. С., Тумко О. М., Логозінській І. М., Шібеко П. А. Розвиток технології виробництва прокату і поковок з високолегованих інструментальних сталей в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь» // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Представлені результати робіт з удосконалення технології виробництва прокату і поковок з високолегованих інструментальних сталей в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь». Наведено режими гомогенізуючого нагріву злитків сталей 4X5MФС и 4X5M3Ф перед деформацією, критичні точки фазових перетворень при нагріві ( $A_{c1}$  та  $A_{c3}$ ) та охолодженні ( $A_{r1}$  та  $A_{r3}$ ) ряду марок інструментальних сталей, описані нові технологічні схеми деформаційного переділу спеціальних сталей з оцінкою їх ефективності. Операції кування на пресах та радіально-кувальних машинах змінені прокаткою на обжимно-заготівельному стані 1050/950 та крупносортовому стані 550 відповідно. Досліджено процес сортової прокатки порошкових сталей з обичайкою по поверхні. Наведено дані за якістю поверхні обточених прутків інструментальних сталей.

**Ключові слова:** прокатка, кування, гомогенізований нагрів, деформаційний межа, високолеговані інструментальні сталі.

**Гридін О. Ю. Вплив налипання алюмінієвого сплаву на профіль поверхні інструменту при безслитковій прокатці // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Наведено огляд робіт, що присвячено профілюванню поверхні робочого інструменту при безслитковій прокатці, а також аналіз взаємодії металу, що оброблюється, з поверхніями валків. Проведено серію експериментів з отримання штаб товщиною 3 мм зі сплаву 6082 на лабораторній установці валкової розливки-прокатки. Перед реалізацією експериментів, а також після кожного з випробувань оптичним шляхом виконувалось вимірювання профілю рельєфу поверхні інструменту у вибраній контрольній області. В результаті аналізу зміни глибини рельєфу профілю валку від налипання на його поверхню матеріалу, що обробляється, показано, що топографія бандажу підлягає змінам циклічного характеру: спостерігалось «самоочищення» робочої поверхні інструменту.

**Ключові слова:** безслиткова прокатка, експериментальні дослідження, алюмінієвий сплав, поверхня інструменту, налипання.

**Пилипенко С. В. Розвиток методу розрахунку раціонального співвідношення величин примусового та дійсного катаючого радіусу калібру станів холодної прокатки труб // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Наведено результати експериментальних досліджень нового методу вибору раціонального співвідношення значень примусового катаючого радіусу і радіусу бочки валків стану холодної прокатки труб типу КРВ-25. Використання запропонованого методу дає можливість створювати найбільш сприятливі кінематичні та силові умови деформації вздовж усього конуса деформації станів холодної пільгерної валкової прокатки труб. Це дозволяє отримати мінімальне значення максимумів осьових зусиль в перерізах конуса деформації при прокатці. Результати прокатки в заводських умовах показали, що застосування такого методу дозволяє вести процес без налипання металу на валки. Процес прокатки протікав стійко, без видимих впливів осьових сил. Даний метод дозволяє забезпечувати раціональні силові умови деформації в станах холодної пільгерної прокатки труб.

**Ключові слова:** листовая штамповка, зносостійкість, напружено-деформований стан, форма пуансону, оптимізація процесу.

**Скляр В. А. Оцінка напружено-деформованого стану металу на бічній поверхні безперервнолитої сортової заготовки з дефектом форми «ромбічність» при прокатці в прямокутному калібрі // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Наведена оцінка напружено-деформованого стану металу на бічній поверхні безперервнолитої сортової заготовки з дефектом форми «ромбічність» при прокатці в прямокутних калібрах обтискової кліти сортового стану. За допомогою фізичного моделювання процесу прокатки безперервнолитої сортової заготовки з дефектом форми «ромбічність» в прямокутних калібрах досліджено напружено-деформований стан на бічній поверхні розкату. Результати обробки експериментальних даних дозволили визначити розподіл накопиченої деформації по висоті осередку деформації, а також вплив на нього комплексу керуючих факторів: відносного обтиснення, ступеня защемлення та величини «ромбічності» до прокатки. На основі чого рекомендовані режими прокатки, які дозволять домогтися мінімізації вірогідності розкриття прикутових тріщин при прокатці таких заготовок.

**Ключові слова:** безперервнолита заготовка, прокатка, ромбічність, тріщини, напружено-деформований стан.

**Міщенко О. В., Григоренко В. У. Експериментальне дослідження закономірностей зниження поперечної різностінності труб при холодній деформації на оправці // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Труби заготовки, одержувані після пресування, прошивки і агрегатів гарячої прокатки, мають високий рівень поперечної ексцентричної різностінності. Ця різностінність виводить показники точності труб за допуски. Знання закономірностей зниження поперечної ексцентричної різностінності дозволяє створювати найбільш раціональні режими деформування і калібровки інструмента при холодній прокатці труб. Використовуючи ці закономірності, можна простежити тенденцію до певного механізму зміни різностінності. Експериментальні дані, показують схожості в протіканні процесу зміни ексцентричної різностінності при прокатці на оправці у різних сталей. Знання принципів роботи механізму, дозволять прогнозувати і впливати на рівень різностінності, яку ми отримуємо після прокатки.

**Ключові слова:** холодна прокатка, ексцентрична різностінність, конус прокатки, експеримент, деформація.

**Коваленко К. Г., Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Мікульонок І. О. Методика розв'язання оберненої задачі екструзійного формування термопластів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розроблено методику визначення форми й розмірів фільтри екструзійної головки для формування різноманітних виробів з термопластів. Методику реалізовано за допомогою програмного комплексу Ansys Polyflow (номер ліцензії 0065974). Наведено послідовність дій під час проектування каналу головки за умови відомої форми поперечного перерізу готового виробу, а також з урахуванням властивостей перероблюваного термопласту (зокрема його в'язкопружних властивостей та умов проковзування по поверхнях каналу головки). Наведено приклад розрахунку і сформульовано рекомендації щодо застосування методики на практиці.

**Ключові слова:** термопласт, екструзія, формування, екструзійна головка, фільтра, проектування.

**Бейгельзімер Я. Ю., Тарасов О. Ф., Роганов Л. Л., Кулагін Р. Ю., Алтухов О. В. Удосконалення конструкцій штампного оснащення, засобів автоматизації та пресового обладнання для реалізації процесу гвинтової екструзії // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянуті питання вдосконалення конструкцій штампного оснащення, засобів автоматизації та пресового обладнання для реалізації процесу гвинтової екструзії. Виконано аналіз вимог до обладнання та технологічного оснащення процесу. Наведено опис прийнятих технічних рішень, що підвищують надійність реалізації процесу та підвищення продуктивності спеціалізованої установки. Реалізовано проект установки для процесу гвинтової екструзії зусиллям 4 МН, призначеної для обробки сплавів титану. Розглянуто цикл роботи матриці і приймального контейнера спеціалізованої установки гвинтової екструзії, які забезпечують автоматизацію створення зусилля протитиску і витягання заготовки з контейнера.

**Ключові слова:** інтенсивні пластичні деформації, гвинтова екструзія, штампне оснащення.

**Горбач О. В., Мироненко Є. В., Паламарчук В. А., Серeda В. Г. Залежності для визначення габаритів інструменту тертя для обкочування трубчастих заготовок // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Собівартість всього процесу тангенційного обкочування залежить від собівартості інструменту тертя, а саме від економії матеріалу. Точність розрахунків габаритів інструменту впливає на його стійкість. Проаналізовані розміри інструментів тертя при тангенційному обкочуванні трубчастих заготовок, які застосовуються у виробництві. За цими даними виявлені недоліки у запропонованих раніше залежностях. Була розроблена нова методика калібрування інструменту тертя, отримані залежності для обчислення коефіцієнтів конструктивного оформлення. Розроблені рекомендації щодо обчислення габаритів інструменту тертя. Нова схема калібрування інструменту реалізована при моделюванні інструменту в програмному продукті Delcam PowerShape.

**Ключові слова:** тангенційне обкочування, інструмент тертя, калібрування інструменту, габарити інструменту, коефіцієнти конструктивного оформлення.

**Корчак О. С., Ковальов В. Д., Дейнека Д. В. Розрахунок параметрів системи низького тиску потужного ковальського гідравлічного преса // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Розглянуто механізм заповнення робочих циліндрів рідиною низького тиску в сучасних гідравлічних пресах, виявлено його основні недоліки. Дано опис динамічної моделі руху рухомої поперечини на ході наближення до поковки. Розроблено методику раціонального проектування системи низького тиску та розрахунок



її основних параметрів для забезпечення відсутності рідинного голодування робочих циліндрів при збереженні достатньо високої швидкості ходу наближення. Дано загальні рекомендації щодо забезпечення якості заповнення робочих циліндрів гідравлічного преса рідиною низького тиску та досягнення необхідних динамічних показників хода наближення.

**Ключові слова:** прес гідравлічний, циліндр робочий, клапан, тиск, хід наближення.

**Пиц В. Я., Клименко Г. П. Удосконалення кривошипного преса з метою підвищення точності відштампованих деталей // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено аналіз факторів, що впливають на величину відштампованої деталі, визначені залежності жорсткості преса і технологічного процесу на величину відштампованої деталі, виділено два основні варіанти підвищення якості відштампованої деталі. Наведено математичну залежність жорсткості преса, що забезпечує необхідну величину допустимої корисної роботи деформування при номінальній силі  $P_n$  преса з урахуванням ККД ходу деформування  $\eta_M$ . Визначені основні фактори, які характеризують технологічний процес, що впливають на силу деформування. Наведено графічні дані за результатами проведення експерименту для визначення впливу жорсткості преса на розмір відштампованої деталі та зазначені недоліки такого способу, проаналізовані варіанти зміни технологічного процесу. Вказані переваги схеми технологічного процесу з використання установок регулювання закритої висоти преса Запропоновано нову установку для зміни висоти закритої висоти преса. Вказані її переваги в порівнянні зі схожими пристроями, які використовувалися раніше. Наведено результати експерименту з використання нової установки для зміни закритої висоти преса.

**Ключові слова:** кривошипний прес, жорсткість преса, висота заготовки, деформація.

**Пиц В. Я., Роганов Л. Л., Семенов В. М. Змщення вузла шатун-повзун кривошипного преса // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено аналіз кривошипних машин, виявлено основні зони виникнення підвищених питомих зусиль, які постійно потребують мастила. Вказані недоліки сучасної системи подачі мастила у вузол шатун-повзун, розглянуто вплив мастила на вузол шатун-повзун кривошипного преса. Проведено розрахунки для визначення напружень, що виникають у вузлі шатун-повзун перевірного розрахунку, виконаного в CosmosWork 2008, результати якого представлені у вигляді епюр напруження, що виникає у зоні взаємодії шатуна з повзуном при використанні старого способу мастила. На основі аналізу отриманих даних запропонована схема модернізації вузла шатун-повзун для створення в місці контакту рідинного тертя.

**Ключові слова:** шатун, повзун, мастило, тертя, кривошипний гарячештампвальний прес.

**Роганов М. Л., Роганов Л. Л., Пиц В. Я., Турчанін М. А. Подальший розвиток профільованих тонкослябових ливарно-прокатних агрегатів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Проведено аналіз існуючих ливарно-прокатних агрегатів, визначені можливості існуючих ливарно-прокатних агрегатів і доцільність їх виготовлення. Головною метою роботи є обґрунтування необхідності розробки і реалізації нового напрямку розвитку ливарно-прокатних агрегатів, а саме їх профілювання. На основі опису суті профілювання були вказані переваги профільного ливарно-прокатного агрегату в порівнянні з існуючими ливарно-прокатними агрегатами. Аналіз отриманих даних дозволив зробити висновок про можливість модернізації існуючих ливарно-прокатних агрегатів в профільні ливарно-прокатні агрегати. Наведено опис роботи профільного ливарно-прокатного агрегату, який дозволяє отримувати на виході лист завтовшки не більше 3–8 мм. Спроба збільшення швидкості подачі і зменшення товщини злитку призвели до появи профільної установки безперервного розливання металу. Наведено, різні схеми профільних установок безперервного розливання металу із зазначенням їх недоліків і переваг.

**Ключові слова:** ливарно-прокатний агрегат, гарячекатаний прокат, холоднокатаний прокат, гофри, безперервне лиття, ливарний профіль.

**Явтушенко О. В. Структурний синтез зубчатих передач кривошипних пресів // Обробка матеріалів тиском. – 2013. – № 4 (37).**

Метою досліджень є розробка методу структурного синтезу зубчатих передач кривошипних пресів. Вказані основні параметри зубчатих механізмів, які характеризують кінематичні властивості кожного ступеня та системний зв'язок з сусідніми ступенями. Розглянуті питання визначення структури всього приводу та параметрів окремих проміжних ступенів відповідно до загальних вимог щодо структури приводу, призначення преса та його функціональних можливостей. Виходячи з умови рівності вхідних і вихідних потоків крутильного моменту на суміжних ступенях, запропонована методика структурного синтезу зубчатих механізмів кривошипних пресів. Використовуючи принцип постійності потужності на вхідних і вихідних ланках кожного ступеня, отримані формалізовані аналітичні залежності для визначення крутильних моментів на всіх валах і зубчатих колесах незалежно від структури приводу. Запропонований метод може бути прийнятий за основу автоматизованої системи структурного синтезу та проектування приводу пресів.

**Ключові слова:** прес, зубчатий привід, шестерня, колесо, крутильний момент, кількість потоків моментів.

---

**ABSTRACTS**

---

**Grinkevych V. A., Chukhleb V. L., Salnikov A. S., Tumko A. N., Ashkelyanets A. V., Banashek G. Study various schemes to press the workpiece precipitation alloy ЭИ698-ВД by mathematical modeling // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The article discusses the results of mathematical modeling of rainfall harvesting of superalloy ЭИ698-ВД, which is produced in conditions of "DSS". The process of precipitation simulated with the presence deformation pause, and with its absence. The analysis of the main parameters of the stress- strain state at draft billet alloy ЭИ698-ВД. The main indicators of the stress- strain state of the field selected strain distribution, voltages and temperatures. The basic approaches to the implementation of the scheme of the process of forming an alloy to produce quality forgings under "DSS".

**Keywords:** cake, heat-resistant alloys, mathematical modeling, the stress-strain state, the pause between the deformation.

**Dobrov I. V. Study of the kinematics of deformation zone of axisymmetric stock at forging with flat dies // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Theoretical and experimental research of the general laws of the kinematics of axisymmetric deformation at forging with flat dies of stock with different mechanical properties was performed. The friction forces on the contact surface of the tool were defined. It is shown that friction forces influence the formation process of the stock surface free from external load. It is proved that the formation process will take place in the absence of friction on the contact surface of the tool and the stock. External friction intensifies the formation process. The technique of physical modeling in the laboratory production of metal forming processes was developed. It is shown that the negative result of experimental research in laboratory conditions uniquely determines a negative result in a production environment. However, positive result of experimental research in the laboratory conditions must be checked in a production environment.

**Keywords:** stock, forging, deformation, velocity field, displacement field, physical model, manufacturing process.

**Matvijchuk V. A., Mykhalevych V. M., Alieva L. I. Estimation deformability of the blanks that had been produced methods of shear segments // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

General relationships of the tensor model of damage accumulation in metals under complex two-stage deformation are obtained. Model of a two-stage deformation in a "shift – compression" investigated. The relation for the residual life of plasticity in the second stage under the condition of exhaustion of the resource of plasticity at the first stage was obtained and studied. The results of experiments on the original scheme of a two-stage deformation "shear strain as a result cut of of the bead – the uniform axial-symmetric compression" are presented. The mathematical modeling of complex two-stage deformation in a sequence of "simple-complex" for a combination of a shift – in conditions of barrel distortion realized. The developed criteria allow estimate the deformability of the blanks that had been produced wasteless methods of shear segments.

**Keywords:** damage tensor, a complex two-stage deformation, shear, compression, ultimate strain, residual life of plasticity.

**Plesnetsov S. Y., Trishevsky O. I. Features of 180° metal bending process modeling using Deform 3D forming software // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The article discusses the features of the program complex in Deform 3D modeling of sheet metal forming for the example of metal hem to 180°. The features of the process of creating models of die tooling and workpiece are provided. Simulation results and series of experimental studies are given. The comparison of the simulation results of the process output and the real process is performed. Comparison of simulation results and experimental research shows that software package Deform 3D can be used to analyze the sheet metal forming processes with sufficient accuracy for engineering calculations (the discrepancy does not exceed 7 %).

**Keywords:** bending, a process model, computer simulation, Deform 3d.

**Ben' I. V., Yavorovskiy V. N. The analysis of punching of rectangular plates by finite element method // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The theoretical analysis of cutting a rectangular 3mm thick plate is described with the use of the software environment Deform-3D. It is noted that there is a correlation between the stress-strain state at the deformation zone and the thickness of a material shape and relative sizes of the detail that influence its elastic deflection. It brings to uneven deformation along blanked contour and effects the gradual cut as in the case of the beveled blade. This non-uniformity of stress distribution on the die and punch cutting edges at the period of elastic loading may cause the beginning of a

plastic deformation at characteristic points of the detail section to be of a greater rigidity. It may eliminate the deformation of fracture and improve the fineness of the side surface. Similarly, stresses at the unprocessed strip are greater than at the waste side. Those facts explain the uneven wear of the work parts of the die in.

**Keywords:** blanking, thick sheet material, uneven stress, deformation, computer simulation, wear, finite element method.

**Khomenko A. I., Baglyuk G. A., Kurikhin V. S. Computer simulation of the cylindrical-conic billet compaction in the closed rigid die // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Computer simulation of the cylindrical-conic powder billet one-sided compaction in the closed rigid die under assumption of non-zero radial component of material flow rate in the billet cylindrical parts is considered. Implementation of computational model of the process of compaction by means of separate upper or lower punch is described. Results of the proposed model experimental verification by means of laminated model made of copper-plated iron powder is given. It was established that computer simulation leads to qualitatively similar porosity distribution meanwhile some quantitative difference existed comparing with experimental results. This difference could be explained both by model assumptions and experimental faults.

**Keywords:** powder material, compaction, die, punch, complex shape billet, computer simulation.

**Yavorovskiy V. N., Kalchenko I. N. Investigation of the specific nature of punching of thin materials using computer simulation // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

From the theory of shearing operations there are known differences in behavior of sheet materials of various thicknesses. The thinner sheet material is the more complicated is distribution of stresses and strains across the thickness of complicate shaped parts at blanking. In the paper specific character of thin sheet material blanking is researched with simulating it using software of environment Deform-3D. Both deformations and sheet metal deflections in to the die opening are calculated and appear. To be comparable with material thickness and then blank behavior has got like behavior of an elastic plate according to the theory of flexible plates and shells. Stress redistribution brings process of blanking from that of performing entirely along the contour to the gradual blanking beginning from angles of perimeter and extending to the middles of the cutting edges.

**Keywords:** thin sheet material, blanking, uneven stresses, deformation, computer simulation, bending, cutting edge.

**Zabara A. S., Plyesnetsov Y. A. Analysis and modeling of circuits forming bent sections closed section // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In the paper the simulation of rainfall harvesting using the finite elements. The analysis of the various schemes of formation. The technological scheme profiling formed sections of the closed section. The conclusion about the feasibility of modeling the process of rainfall harvesting using the finite element method. Modeling has allowed to identify the critical components of the strain state of the metal. The optimum method of forming the circuit which may be used in developing industrial technology of their manufacture. Finite element simulation of forming a shaped tube with draft billets possible to determine the critical components of the deformed state of the metal.

**Keywords:** profile of the closed section, simulation technology, draft tube.

**Antonyuk E. Ya., Bobukh I. A., Zabuga A. G., Sokolov E. V. On dynamic interaction of hot slab with roller bed of rolling mill // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The article is dedicated to the problem of mechanic system dynamics: rollers of roller bed and its transported slab, slab collision with consequent rollers and further slab transportation. Mathematical model of elasto-plastic impact of hot billet with the roller for manipulator of rolling mill is considered. Deformed zone of billet is accepted inertialess. By the example of concrete system kinematic parameters and dynamic reactions are investigated that are significantly lower in comparison with system without plastic properties. Currently similar mathematical model doesn't exist, while the details of the transportation roller beds, including rollers, are calculated with the static models. Mathematical model allows to receive data on the reviewed mechanic system dynamic segment loading, thus enables to design actual load on real-time basis.

**Keywords:** rolling mill, roller bed, elasto-plastic impact, mathematical model, dynamic load.

**Zagoryanskiy V. G. Modelling and program realization of the task of minimization of the curve of the two-layered plate at rolling by the methodology of selection of component layer thickness // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Behavior of bending of bimetallic stripes and sheets at hot rolling are considered. A problem of bending in the vertical plane of the end of the stripe of bimetal that is going out of the rollers is considered, from the point of view of behavior of deformation of layers. An optimization model, intended for the calculation of the initial thicknesses of the component layers of the plate at which the condition of minimization of bending of the bimetallic stripe at rolling is provided, is worked out. For the decision of this optimization task the Microsoft Excel – Solver instrument is used. The offered model and its program realization allow to automatize the calculation of thicknesses of the layers of the plate of bimetal and to conduct the visual modelling of the tasks of the similar type.

**Keywords:** modelling, minimization of curve, two-layered plate, hot rolling, thickness of layer.

**Zablokiy V. K., Zhbakov Y. G., Shvets A. A. Investigation of strain state workpiece while dragging with the inhomogeneous temperature field combined tools // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Constantly evolving engineering requires needs more and more quality products. Minimal complexity and high quality products are key to competitiveness. While manufacturing parts such as shafts, used forging workpiece, which in consequence of its origin has a number of casting defects. Since the temperature field of workpiece changes over time, it must be considered when choosing a drive mode that will eliminate its defects. In this work the strain distribution in terms of forging during her broach with homogeneous and inhomogeneous temperature fields were study. The recommendations that you always get the lowest uneven distribution of strain in terms of forging were given.

**Keywords:** shaft, inhomogeneous temperature field, the strain distribution, deformation resistance.

**Nikolaev V. A. Force hot deformation of metal in closed stamps // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In the article the analysis of terms of deformation of metal is presented at the closed stamping of detail. Character of the tense state and feature of flow of the deformed metal in the closed stamps largely depends on the sizes of purveyance. The different degree of deformation of metal takes place in the different elements of stamp, and it, in same queue, distinction of tensions of flow of metal stipulates. Last, in an aggregate with the parameters of separate elements of stamp, determines the size of coefficient of the tense state of metal and force of deformation. Comparison of calculation sizes of coefficient of the tense state of metal is executed in the hearth of deformation at stamping on different formulas with experimental information and engineerings calculation dependences are offered.

**Keywords:** metal, stamp, force, deformation, tension, detail, flow.

**Grinkevich W. A., Shevchenko T. N., Kraev M. W., Kraeva V. C., Bondarev S. V. Experimental study of plastic deformation of steel St3 in an external magnetic field // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

There is a representation of literary analysis of the use of the magnetic field to change the properties of materials. The study is important for cold stamping ferromagnetic steels with a predominance in the deformation of the longitudinal tensile stress. The conditions and results are introduced of steel St3 research while extension and under influence of a magnetic field. The main attention is paid to discover of characteristic curve of a magnetic field influence with induction up to 1.07 T on mechanical and plastic properties of steel St3 while tension test. The main attention is paid to discover of characteristic curve of a magnetic field influence with induction up to 1.07 T on mechanical and plastic properties of steel St3 while tension test. There is a correlation determined between a size of a steel St3 grain while tension from field density in different zones of a piece, which was exposed to tension test. Significant is the impact of the magnetic field on the structure of the steel. In the case of uniaxial tension transverse magnetic field exposure reduces the elongation of grains along the deformation.

**Keywords:** deformation, extension, forging, magnetic field, research, equipment.

**Ben' A. N. The making process research of aircraft engines bimetallic compressor blades blanks by the extrusion method // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The theoretical and experimental ground of bimetallic compressor blades blanks making process by the method of extrusion is in-process executed. The difficult flow kinematics of bimetal at the wares receipt is presented. Bimetal compressor blade blank manufactured by complex billet extrusion, which consists of two parts: a cylindrical inner insert and the outer layer. It is experimentally shown that this process is possible at the use of corresponding metals combinations. Metallographic researches showed that at passing bimetallic blanks through the area full uneven compression in the shoulder of the matrix layers is achieved by the layers cooperation with forming of their connection. The corrosion resistance, wear resistance, resistance against vibration loads are rising owing to the compressor blade blank bimetallic construction. The possibility of protective covering layer receipt with the set thickness depending on the operations blade modes also appears. The results give the basis for the improvement of process in subsequent research in this industry.

**Keywords:** extrusion, compressor blades, bimetallic wares, deformation heterogeneity, plastic flow.

**Kaljuzny V. L., Alieva L. I., Kulikov I. P. The comparative analysis of indirect and direct extrusion with dispensing of the axisymmetric workpieces with a fixed diameter hollow // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In paper the analysis of indirect and direct extrusion with dispensing workpieces with a hollow and equal width of a wall by finite element method is carried out. Extrusion force rates, specific force distribution on puncheons and final sizes of workpieces are defined. Direct extrusion ensures strength and stress diminution comparison with indirect extrusion that is caused by a modification of the stress state scheme in deformation zone. Effect of the puncheon cone angle and matrix tilt angle on extrusion strength and strained state of workpieces are defined at direct extrusion. Decrease of the puncheon cone angle and increase of the matrix tilt angle leads to extrusion strength decreasing and more proportional strained state of workpieces walls. To the extruded workpieces the radial facing of a wall is necessary.

**Keywords:** direct and indirect extrusion of details with hollow part; analysis by finite element method; angle of punch; angle of die, deformation force, strained state, final dimensions of details.

**Kaljuzny O. V. Amount of steps decreasing of the drawing process of axisymmetric workpieces in special cross-section matrix // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In article outputs of the FEM assaying of the drawing process of a workpiece from round low-carbon steel sheet stock material in special cross-section matrix are displayed. The cross-section of a matrix which ensures deriving workpiece for one step is defined. It is necessary three steps for deformation such workpieces by traditional drawing. Drawing process in special cross-section matrix divided on six steps of the deformation on torus-shaped surfaces. Surfaces ensure deformation without exhaustion of a metal plasticity resource and stability loss. Force regimes, deformation energy and final sizes of a workpiece are defined. The construction of a special cross-section matrix for drawing implementation on the hydraulic press is offered.

**Keywords:** sheet-metal forming, drawing in special cross-section matrix, FEM analysis, final dimensions of detail.

**Kaljuzny O. V., Pakholko S. A. The calculative and experimental analyzes of holes flanging process in the traditional and profiled workpieces made of aluminum // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In this article the calculative and experimental analyzes of holes flanging process in the traditional and profiled workpieces made of aluminum were conducted. The efforts of flanging, the final shape and dimensions of flanged details and the stress-strain state therein were defined by calculation by finite elements method. Using of profiled workpiece provides constant thickness of flanged part is shown. The comparisons of the theoretical data with experimental data for efforts, dimensions of workpieces and stress intensity were conducted. The results of experimental data confirm that mathematical models are adequate for calculations.

**Keywords:** flanging, traditional workpiece, profiled workpiece, simulation by FEM, experimental researches, micro hardness

**Puzyr R. G., Argat R. G., Gaikova T. V. Analysis of stress-strain state at the local application of a load on the cylindrical workpiece // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Comparative results of calculations during the deformation of cylindrical shells of revolution are presented. It is shown that the effort required to deform the cylindrical material at local loading is much less than when applying the load ring, which provides for the use of parts manufactured local methods, equipment, lower power compared with traditional presses for sheet metal stamping operations. The influence of the geometric dimensions of the original billet, and mechanical characteristics of the material on the efforts by the local deformation is studied. The results can be used to process pre-production vehicle wheels, choice of equipment, automation design calculations. It is shown that to clarify the stress-strain state at profiling cylindrical workpieces need to use the mathematical apparatus of the theory of shells.

**Keywords:** profiling, a cylindrical billet, local deformation, shell, strain.

**Ogorodnikov V. A., Arkhipova T. F., Titov A. V. Prediction of the technological heredity in the stamping processes of the beryllium powder blank // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

There had been solved the elastic boundary value problem of anisotropic elastocreeping body. Anisotropy is connected with the variable values of the elasticity modulus, factor of linear expansion and inhomogeneity in the field temperatures. The elastic constants of the material have been determined experimentally by trepanation beryllium blank with further testing of standard samples. The technique of residual stresses calculation is based on the model of elastocreeping body with hardening. Boundary problem of linear theory of inhomogeneous body elasticity with initial deformations has been solved. There had been calculated the fields of residual stresses, formed in the process of beryllium blank cooling. There had been suggested the cooling mode, preventing blank destruction.

**Keywords:** stamping, powder blank, residual stresses, technological heredity.

**Savelov D. V. Determination of physical and mechanical characteristics of the metal powder and its interaction with the vibrating punch of press // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

A theoretical study of the dynamical system "punch – metal powder", in which the metal powder is described as a system with distributed parameters. Analytical dependences describing the motion of the punch, which take into account the wave processes in the metal powder, metal powder dispensing capacity, stiffness coefficients and dissipative resistance of the metal powder. A mathematical model of a dynamic system of "punch – metal powder" and the expressions for determining the law of the punch in contact with compressible metal powders is developed.

**Keywords:** dynamic system, punch, metal powder, stiffness, dissipative resistance.

**Aliiev I. S., Pyts E. Ja., Pyts Ja. E., Roganov L. L. Calculation of temperature and power parameters of local deformation of tubular preparation at friction heating // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Deformation of tubular preparation by the instrument of friction – process for which localization of plastic deformation, the size of which zone of influence much less than a size of deformable part of preparation is characteristic. At such process the deformation zone constantly moves along the pipe surface, the symmetric form of which cross section in the course of deformation doesn't remain. The analysis of the area of contact of the tool with preparation is provided, the factors influencing effort of a running in are given, and also the main making efforts of a running in are defined. Mathematical calculation of the main components of effort of a running in is carried out and nature of distribution of effort of a running in is determined by time. Graphic dependences of effort of a running in on time are presented at various combinations of factors influencing a running in. The analysis of thermal balance of preparation is provided at frictional having heated preparations. Schedules standing on hind legs changes of a thermal field of preparation are submitted during process at various combinations of factors influencing a running in. Graphic results of experiment on a rotational running in of preparation to a transitional conic form are given. Schedules of comparison of mathematical calculations and results of experiment are submitted.

**Keywords:** rotational running in, effort of a running in, local deformation, contact zone, friction force, frictional heating.

**Posvyatenko E. K., Nahaychuk O. V., Muzychuk V. I. Formation of internal spline profile by cold plastic deformation // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

In the article it is describes the process of the internal spline profile on the tube blank by cold plastic deformation. Built plane deformation plasticity and the boundary surface showed an adequate supply of plasticity, justified that in the construction of loading trajectory in the space of dimensionless parameters  $\eta$  and  $\chi$  its kind uniquely determined by the conditions of formation, characteristic of the process is virtually independent of the mechanical properties of deformed metal, identified areas of deformation which are closest to the destruction in terms that take into account the impact of the first and third invariants of the stress tensor (side area, and the profile of depressions on the process of the internal spline profile), which used the plasticity resource reaches values of  $\psi = 0,34...0.4$ . From the standpoint of safety factors, such calculations should be made taking into account the indicator that takes into account the influence of the third invariant of the stress tensor.

**Keywords:** boundary deformation, resource of plasticity, damage accumulation, stress tensor, cold plastic deformation.

**Tsekhanov Y. A., Sheykin S. E., Sergach D. A., Karih D. V. Rolling of spherical wares from titanic alloys flat surfaces // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The problem of the manufacture of parts of hip endoprosthesis person with the use of the material pure titanium VT1 -0 and titanium alloy VT 6 (Ti-6Al-4V) is studied. The results of microhardness distribution in the surface layer of spherical pieces and features of changes in the structure of the surface layer after rolling are presented. Studies of strain hardening layer depth were carried out using a rolling scheme of flat surfaces are studied. As well, the dependence of the depth of the layer of strain hardening on the technological effort when cold-forming the balls of VT1-0 and VT6 is studied. Microhardness distribution confirms that the zone of strain hardening in the knurled ball extends to a depth of about 1 mm. The experimental values of the hardening layer depth showed satisfaction with the results of theoretical calculations, which allows to predict the depth of the layer strain hardening.

**Keywords:** endoprosthesis, titanium, deformation, titan, deformation.

**Dragobetskiy V. V., Naumova E. A., Lotous V. V. Substantiation of an opportunity of reception and synthesis volumetric nanomaterials by explosion // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Investigations related to the technological and experimental methods used in the preparation of the structure and mechanical properties that have nanomaterials. Studies reveal progressive and advanced topics in materials science at the nanoscale and spread the technology of explosive treatment to new industries and new processes, such as nanotechnology. A possibility of obtaining and synthesis of nanomaterials under explosive loading is based. The resulting three-dimensional composite materials copper-brass-stainless steel, aluminum-copper-tungsten carbide, layered compositions with layers of graphite and its allotropes, and materials with nanocoating are obtained. The analytical dependence of the intensity decrease of grain in metals with submicron- and nanocrystalline structures that take into account peculiarities of their structure, allows us to consider reducing the intensity of grain, depending on the value of explosive loading are obtained. We propose a research - based approach to determine the scope of rational conditions for metal working with SMC structure.

**Keywords:** explosion, strengthening, severe plastic deformation, nanomaterials, coatings, alloying, the jet stream, the clashes, the liquid-phase sintering.

**Shamarin Y. E., Holyavik O. V. Development of electro hydraulic stamping // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

To obtain high and ultra-high pressure in the fluid must create a pulsed electrical discharge in the bulk liquid. The coefficient of performance (COP) of the process increases with decreasing the active area of the positive electrode. Electrohydraulic stamping is preferred punching explosion. The process of electro hydraulic stamping can be done in the shop floor. Perhaps a simple solution to safety issues. It is easy to provide accurate power control, and repeated exposure to the workpiece with a single installation. Necessary to determine the conditions of a breakdown and getting quantitative relationships between spatial and temporal characteristics of the discharge to the parameters of the discharge circuit in the liquid. Defined causes slowing implementation electro hydraulic stamping in industry and the ways of further development of this method.

**Keywords:** electro hydraulic stamping, electric discharge, electrode, electrohydraulic effect, explosion, explosion wave.

**Kornievsky V. N., Salnikov A. S., Tumko A. N., Logozinsky I. N., Shibeko P. A. The development of technology of manufacture of high-alloyed and tool steels rolled stock and forgings at PJSC “Dneprospetsstal” // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Article gives the results of improving work on technology of manufacture of high-alloyed and tool steels rolled stock and forgings at PJSC “Dneprospetsstal”. The modes of homogenizing heating of ingots of 4X5MΦC and 4X5M3Φ steel grades before working, critical points of phase transformation at heating ( $Ac_1$  and  $Ac_3$ ) and cooling ( $Ar_1$  and  $Ar_3$ ) of certain range of tool steel grades are given, new process charts of working process stage of special steels and their efficiency evaluation are described. Press forging processes and RFM forging processes are substituted with rolling at blooming billet mill 1050/950 and heavy section mill 550 correspondingly. The process of sort rolling of powder steels with an encapsulant on the surface is examined. The data of surface quality of turned bars produced of tool steel grades are given.

**Keywords:** rolling, forging, homogenizing heating, working process stage, high-alloyed tool steels.

**Gridin A. Yu. Influence of sticking of aluminium alloy on the tool surface profile at a feedstock-free rolling // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

A review of the works dedicated to tool surface profiling at a feedstock-free rolling as well as analysis of interaction between a processed metal and roll surfaces is shown. Experimental series on the strips with a 3 mm thickness producing of the 6082 aluminium alloy on a laboratory strip casting machine is carried out. Before all of experiments as well as after each of them it was measured at means of an optical method the roll surface profile in a selected area. It was established that the surface profile depth evolution due to sticking of the processed material has a cyclically character: a self-cleaning rolls surface effect was observed.

**Keywords:** feedstock-free rolling, experimental investigations, aluminium alloy, tool surface, sticking.

**Pilipenko S. V. Method of calculation the rational correlation of the forced rolling radius of the pass and roller barrel radius of tcr mill // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

This work presents a new method for choosing the rational correlation of forced rolling diameter and rollers barrel radius of the TCR mill type KPW-25. The use of this method makes it possible create favourable kinematic and power conditions of deformation along the whole deformation cone of the cold pilger rolling mill. That allows to get the minimal value of the maximal axial forces in the cross-sections of the deformation cone during the rolling process. The results of rolling pipes under plant conditions show that the method applications allows to carry on the process without sticking of metal to the rollers. The rolling process was running steadily without visible effect of axial forces.

This method allows to provide the rational power terms of deformation at the cold pilger rolling of pipes mill.

**Keywords:** cold pilger rolling, aspect ratio, drive gear, the work roll diameter, axial forces, kinematic deformation conditions.

**Sklyar V. A. Evaluation of stress-strain state of metal on the side surface of continuously casting billets with defect of form “romboidity” on rolling into a rectangular caliber // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

This paper provides estimates of the stress-strain state of the metal on the lateral side of continuously-casting billets with defect of form "romboidity" when its rolling in rectangular caliber crimp section mill stand. With the physical modeling of the rolling process continuously-casting billets with defect of form "romboidity" in rectangular caliber studied the stress-strain state on the side of the billets. The experimental data allowed to determine the distribution of accumulated strain on height of the deformation zone and the influence on him of the complex control factors: relative reduction, the extent and magnitude of pinch "romboidity" before rolling. On the basis of rolling conditions that are recommended which will minimize the likelihood of the disclosure achieve off-corner cracks during rolling of billets.

**Keywords:** continuous casting, rolling, romboidity, cracks, stress-strain state.

**Mishchenko A. V., Grigorenko V. U. Experimental research of laws reducing the transverse variation in wall thickness of pipes during cold deformation mandrel // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Pipe blanks obtained after pressing, piercing and hot-rolling units have a high level of lateral variation in wall thickness. This variation wall thickness of pipes shift index of accuracy out behind limiting. Knowledge about the laws reduce the transverse variation in wall thickness in cold rolling pipe allows to create the most rational modes of deformation and calibration tools. There is a tendency to determine the mechanism of variation in wall thickness changes when using these laws. Experimental data displayed similar process flow changes of eccentric variation in wall thickness when rolling on the mandrel with different steels. Knowledge of the principles of the mechanism will allow predict and influence the level of variation in wall thickness obtained after rolling.

**Keywords:** cold rolling, eccentric variation in wall thickness, cone of rolling, experiment, deformation.

**Kovalenko K. G., Sivetskiy V. I., Sokolskiy A. L., Mikulionok I. O. The solution technique of the thermoplastics extrusion formation return problem // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The technique of the shape and sizes determination of an extrusion die flow channel for various products formation from thermoplastics is developed. The technique is realized by means of the program complex Ansys Polyflow (license number 0065974). The actions sequence of the die flow channel designing under known form condition of the cross-section finished product is resulted, and also the properties of a processed thermoplastic are taking into account (in particular its viscoelastic properties and sliding conditions on the die channel surfaces). A calculation example is resulted and the technique application recommendations in practice are formulated.

**Keywords:** thermoplastic, extrusion, formation, an extrusion die, a die outlet, designing.

**Beigel'zimer Y. E., Tarasov A. F., Roganov L. L., Kulagin R. Y., Altukhov A. V. Improving the design of die tooling, automation and press equipment to implement the process twist extrusion // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Perfection of constructions of the stamp, facilities of automation and press equipment for realization process of twist extrusion are considered in the article. The analysis of requirements to the press equipment and technological equipment of process was executed. Description of the accepted technical solutions that increase the reliability of the implementation process and increase productivity press equipment was presented. Implemented a project for the installation process twist extrusion force 4 MN, designed for processing of titanium alloys. Cycle is considered in the matrix of the receiving container and specialized fitting twist extrusion, which provide automated generation efforts backpressure and extraction of container harvesting.

**Keywords:** severe plastic deformation, twist extrusion, die tools.

**Gorbach E. V., Mironenko E. V., Palamarchuk V. A., Sereda V. G. Dependence to determine the tool friction dimensions for rolling tubular blanks // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The cost of the whole process tangential rolling depends on the tool friction cost, namely savings of materials. Accuracy of tool dimensions affects its durability. The geometries of tools friction used to tangential rolling through the rolling of the tubular billet in industry were analyzed. These data revealed defects in previously proposed correspondences. A new method of calibration of tools friction was elaborated, new correspondences for mathematical calculating of the coefficients of structural design were formulated. We made such recommendations for the mathematical calculating of overall dimensions of the tools friction. The new calibration tool scheme implemented in simulation in the software Delcam PowerShape.

**Keywords:** tangential rolling, tool friction, calibration tool, the tool dimensions, coefficients of structural design.

**Korchak E. S., Kovalev V. D., Deyneka D. V. Estimation of low-pressure system parameters of power hydraulic forging press // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

Mechanism of power cylinders filling with low-pressure fluid in modern hydraulic presses is considered, the main its disadvantages are revealed. Description of dynamic model of ram moving while approaching stroke to the forging is given. Methodic of low-pressure system rational designing and its main parameters estimation for liquidation of fluid shortage in power cylinders while holding sufficient high level of approaching stroke speed is developed. General recommendations concerning providing of quality of hydraulic press power cylinders filling with low-pressure hydraulic fluid and attaining of necessary dynamic rates of approaching stroke are supplied.

**Keywords:** hydraulic press, power cylinder, valve, pressure, approaching stroke.

**Pyts V. Ya., Klimenko G. P. Improvement of the crank press to accuracy stamped parts catalogued // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The factors affecting the value of the stamped parts, depending on the stiffness defined media and process the value of the stamped parts are two main options to improve the quality of stamped parts. The mathematical relationship rigidity press, providing the necessary amount of useful work permissible deformation at nominal power  $P_n$ , press considering efficiency progress deformation  $\eta_M$ . Determination of the main factors that characterize process affecting the strength of deformation. Graphic shows the data on the results of the experiment for, determine the effect on the size of



the stiffness press stamped parts and disadvantages of this method are specified, analyzed alteration process. The effect of the process on the value of the stamped parts. These benefits flow charts with the use of plant height adjustment closed press. The mathematical calculation of effort needed for stamping parts with the new scheme. Outlines the advantages of this method changes the process. A new setting to change the height Closed height press. Are its advantages in comparison with similar devices that were used before. The results of experiments on the use of the new setting to change the height of the closed press.

**Keywords:** crank press, press stiffness, height blank, deformation.

**Pyts V. Ya., Roganov L. L., Semenov V. M. Lubrication unit crank-slider crank press // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

This article analyzes the crank machines identified the main areas of increased specific efforts need constant lubrication are shortcomings of current systems in the lubrication unit crank-slider, the influence on the lubrication unit crank-slider crank press. The calculations to determine the stresses arising in the node-crank slide checking calculation Cosmos Work carried out in 2008, the results of which are presented in the form of stress distribution arising from the interaction zone slider rod with the old method of lubrication. Based on the analysis of the data, a scheme modernization crank-slider assembly to create the point of contact of fluid friction.

**Keywords:** rod, slide, lubrication, friction, crank hot stamping press.

**Roganov M. L., Roganov L. L., Pyts V. Y., Turchanin M. A. Further development of the profiled thin slab casting-rolling units // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The analysis of the existing casting and rolling machines, the definition of existing casting and rolling units and the feasibility of their production. The main purpose of the paper is the rationale for the design and implementation of a new direction of casting and rolling machines, namely their profiling. Based on the description of the essence of profiling were profiled outlines the advantages of casting and rolling machine in comparison with existing casting and rolling units. Analysis of the data led to the conclusion about the possibility of upgrading the existing casting and rolling units to specialized casting and rolling units. The description of the PLPA it possible to obtain the output sheet thickness not exceeding 3–8 mm. Attempt to increase the feed rate and thickness reduction led to Litke, profile continuous casting metal. Shows, various schemes profiled metal continuous casting, with their advantages and disadvantages.

**Keywords:** casting-rolling machine, hot rolling, cold rolling, corrugation, continuous casting, foundry profile.

**Yavtushenko A. V. The Structural synthesis of gearings of mechanical presses // Materials working by pressure. – 2013. – № 4 (37).**

The purpose of researches is development of method of structural synthesis of gearings of mechanical presses. The basic parameters of toothed mechanisms which characterize kinematics properties of every degree and system connection with nearby degrees are indicated. The questions of determination of structure of all of drive and parameters of separate intermediate degrees are considered in accordance with general requirements in relation to the structure of drive, settings of press and his functional possibilities. Coming from principle of equality of input and output streams of twisting moment on the contiguous stages the method of structural synthesis of toothed mechanisms of mechanical presses is offered. Utilizing principle of constancy of power on the entrance and output links of every stage, the formalized analytical dependences are presented for determination of turning moments on all of billows and gear-wheels regardless of structure of drive. The offered method can be accepted for basis of the automated system of structural synthesis and planning of drive of presses.

**Keywords:** press, toothed drive, cog-wheel, wheel, turning moment, amount of streams of moments.