

---

## АННОТАЦИИ

---

**Светличный Д. С., Новак Дж., Лач Л., Подвысоцкий В. Т. Модель разупрочнения с рекристаллизацией и восстановлением // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассматривается новая модель разупрочнения материала после деформации с учетом процессов статической рекристаллизации и статического восстановления. Отправной точкой послужило отличие показателя Авраами в экспериментальных исследованиях от теоретического значения. Предложено учитывать кроме статической рекристаллизации процесс восстановления, протекающий одновременно с ней в нерекристаллизованных зернах. Приведено теоретическое обоснование и получены уравнения для новой модели. Представлены формулы перехода от одной модели к другой. На экспериментальных данных показана эффективность новой модели.

**Ключевые слова:** разупрочнение, рекристаллизация, восстановление, плотность дислокаций, кривая упрочнения, релаксация напряжений.

**Чигиринский В. В., Бень А. Н. Определение граничных условий напряженного состояния в процессе осадки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлено решение плоской задачи в аналитическом виде для замкнутой системы уравнений теории пластичности с использованием гармонических функций. Показаны решения с использованием теории пластического течения. Определены граничные условия на поверхности для нахождения полей напряжений. С учетом поправочного коэффициента проведен анализ решения задачи, который показывает, что распределение напряжений на контакте определяется фактором формы  $l/h$  очага деформации и величиной коэффициента трения  $f$ . Определена область допустимых значений для расчета напряжений на контакте, которая обеспечивает надежность расчета как по качественным параметрам, так и по количественным.

**Ключевые слова:** напряжения, гармонические функции, граничные условия, поправочный коэффициент, фактор формы, коэффициент трения.

**Калюжный А. В. Анализ инженерным методом процесса обжима с дифференцированным противодействием в конической матрице // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Инженерным методом проведен анализ процесса обжима осесимметричных заготовок в конической матрице в условиях действия дифференцированного противодействия на внутреннюю стенку заготовки. Приложение противодействия предотвращает потерю устойчивости стенок заготовки и увеличивает высоту обжатой части. При анализе учтено трение на поверхности матрицы и упрочнение при формообразовании изделий. Получены аналитические зависимости для определения напряженного состояния, усилия обжима и утолщения стенки деформированной заготовки. Методом конечных элементов проведено моделирование обжима в условиях действия дифференцированного противодействия. Проведено сравнение результатов, полученных инженерным методом, с данными численного эксперимента.

**Ключевые слова:** обжим, инженерный метод, листовая штамповка, противодействие, метод конечных элементов.

**Борис Р. С., Титов В. А., Вишневецкий П. С. Особенности учета сил трения при вытяжке с утонением двухслойной заготовки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлен теоретический анализ расчета напряженно-деформированного состояния совместной вытяжки с утонением двухслойной заготовки с учетом сил трения с помощью метода баланса мощностей. Выполненный анализ основных параметров напряженно-деформированного состояния процесса вытяжки с утонением. Предложена модель расчета процесса совместной вытяжки с утонением двухслойной заготовки, которая учитывает основные факторы, что влияют на процесс деформирования, такие как геометрические параметры слоев материала и оснастки, механические свойства слоев металла заготовки, силы контактного трения и другие. Показано, что погрешность результатов расчета для идеальнопластичного материала без учета сил трения и расчет с учетом сил трения для процесса вытяжки с утонением не превышает 10–11 %, погрешность с численным расчетом не превышает 5–6 %.

**Ключевые слова:** идеальнопластичный материал, двухслойная заготовка, напряженно-деформированное состояние, механические свойства, силы контактного трения, совместная вытяжка, метод баланса мощностей.

**Драгобецкий В. В., Троцко О. В., Шлык С. В. Расширение возможностей моделирования процесса сложной вытяжки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Предложен метод исследования влияния на напряженное состояние и конечные деформации при сложной вытяжке и наличии локальных изменений поверхности деталей в виде вырезов и выштамповок, который основан на наложении решений, полученных методом конечных разностей для сплошной пологой оболочки с последующим приведением задачи упругопластического деформирования к сингулярным интегральным уравнениям. Предложенный метод позволяет уточнить геометрию исходной заготовки и выявить наиболее эффективные методы торможения фланца заготовки, исключить доводку геометрии исходной заготовки и штампов. Метод применим для определения напряженно-деформированного состояния в случае возникновения трещины, а также для заготовок с полукруглыми или технологическими вырезами.

**Ключевые слова:** математическая модель, метод конечных разностей, напряженное состояние, сложная вытяжка, упругопластическое деформирование, фланец заготовки.

**Яковлев С. С., Трегубов В. И., Ремнев К. С. Предельные степени деформации при ротационной вытяжке с утонением стенки анизотропного материала // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Разработана математическая модель формоизменения заготовки при ротационной вытяжке цилиндрических деталей с утонением стенки коническими роликами с учетом локального очага деформации, фактической подачи металла в очаг пластической деформации и упрочнения материала. В отличие от известных решений при анализе кинематики течения материала в очаге пластической деформации принято, что процесс реализуется в условиях квазиплоской деформации, и учитываются соответствующие величины касательных напряжений. Установлено влияние технологических параметров на величину накопленных микрповреждений и предельные возможности формоизменения по различным критериям разрушения операции ротационной вытяжки с утонением стенки анизотропного материала.

**Ключевые слова:** ротационная вытяжка, анизотропия, деформация, разрушение, повреждаемость, напряжение, ролик, подача, степень деформации.

**Сивак И. О., Ярошенко Т. В. Оценка степени упрочнения и повреждаемости поверхностного слоя металла при вдавливании шарика // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Методом конечных элементов определено напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя цилиндрической заготовки из стали 40X при вдавливании шариков разных диаметров. Осуществлена оценка степени упрочнения и величины использованного ресурса пластичности в поверхностном слое заготовки  $d = 20$  мм в зависимости от диаметра шарика и усилия вдавливания. Установлено, что для исследованного интервала нагрузок и диаметров шариков, с увеличением диаметра шарика величина использованного ресурса пластичности сначала возрастает, а затем уменьшается. Степень упрочнения возрастает с уменьшением диаметра шарика. Наведены рекомендации по выбору диаметра шарика для обеспечения необходимой степени упрочнения и соответствующего значения использованного ресурса пластичности.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, поверхностное упрочнение, вдавливание шарика, метод конечных элементов, использованный ресурс пластичности.

**Титов В. А., Лавриненков А. Д., Злочевская Н. К. Некоторые особенности механики поведения дисперсного включения в металлической матрице при больших пластических деформациях // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассмотрена механика взаимодействия дисперсного армирующего компонента композиционного материала (включения) с металлической матрицей. Установлен механизм поворота включения в направлении течения металла в зависимости от градиента скоростей перемещений материальных частиц матрицы в поперечном сечении. Показано, что на граничной поверхности «включение – матрица» действуют средние напряжения сжатия, которые препятствуют разрушению металла. Величина средних напряжений увеличивается при использовании противодействия. Выполнение формообразования в изотермических условиях способствует «залечиванию» микродефектов, которые могут образовываться при дроблении армирующих компонент. Полученные результаты согласуются с экспериментальными данными, которые получены авторами по формообразованию заготовок лопаток из титанового сплава BT8, эвтектически упрочненного TiB<sub>n</sub>.

**Ключевые слова:** дисперсно-упрочненные материалы, твердая эвтектика, изотермическое прессование и формообразование, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов.

**Василев Я. Д., Дементенко А. В., Завгородний М. И., Кожухарь А. Г., Самокиш А. Н. Анализ и сравнительное исследование точности моделей минимальной толщины прокатываемой полосы // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Показано, что модели минимальной толщины прокатываемой полосы  $h_{lmin}$  не отражают особенности и закономерности взаимодействия металла с инструментом в предельных условиях прокатки. Поэтому они не могут быть рекомендованы для определения наименьшей толщины полосы, которая может быть прокатана на конкретном стане. Приведены результаты сравнительного исследования точности моделей минимальной толщины полосы  $h_{lmin}$ . Установлено, что расчетные значения  $h_{lmin}$  по сравниваемым моделям отличаются более чем в 8 раз. Это означает, что модели  $h_{lmin}$  являются очень грубыми и рассчитанная по этим моделям толщина, рекомендуемая в качестве минимальной толщины прокатываемой полосы, таковой не является, поскольку не соответствует предельным условиям прокатки.

**Ключевые слова:** минимальная толщина прокатываемой полосы, модель, точность, анализ, сравнительное исследование, предельные условия прокатки.

**Грибков Э. П., Переходченко В. А., Сорочан Е. Н. Имитационное математическое моделирование рабочих нагрузок в приводе главных линий рабочих клетей прокатных станов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

На основе детерминированных математических моделей, подпрограммы генерирования псевдослучайных равномерно и нормально распределенных чисел, а также алгоритма статистической обработки массивов получаемых данных разработан комплекс имитационных математических моделей, численная реализация которых позволила

исследовать вероятностные аспекты различных технологических схем, связанных с производством листового металлопроката. Исследовано влияние систем автоматического регулирования толщины, характер изменения толщины и температуры подката на момент прокатки. Результаты могут быть использованы для решения динамических задач в линии привода прокатного стана.

**Ключевые слова:** математическая имитационная модель, прокатка, динамика, момент прокатки, привод рабочей клетки.

**Сатонин А. В., Присяжный А. Г., Спасская А. М., Чуруканов А. С. Развитие численных одномерных математических моделей напряженно-деформированного состояния металла при холодной прокатке относительно тонких полос // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассмотрены различные уровни численных одномерных конечно-разностных математических моделей локальных и интегральных характеристик напряженного состояния металла при холодной прокатке относительно тонких полос. Дана количественная оценка сопоставления результатов их численной реализации, на основе которой показана целесообразность дифференцированного выбора уровня математической модели в зависимости от постановки задач, уровней их сложностей, а также требований, предъявляемых к быстродействию, объемам и степени достоверности предоставляемых результатов. Намечены дальнейшие пути развития математических моделей данного класса с точки зрения расширения спектра исследуемых процессов и увеличения диапазона их возможного практического использования.

**Ключевые слова:** математическая модель, относительно тонкая полоса, напряженно-деформированное состояние, холодная прокатка.

**Боровик П. В. Теоретический анализ взаимосвязи кривых текучести материала и кривых сопротивления срезу процесса резки на ножницах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Выполнен теоретический анализ процесса горячей резки на ножницах с параллельными ножами. В основу исследования положен метод конечных элементов, на базе которого была разработана математическая модель, учитывающая жесткость станины. Установлено, что между кривыми текучести материала и кривыми истинного сопротивления срезу в процессе резки на ножницах с параллельными ножами существует функциональная связь. Разработан алгоритм получения кривых текучести материала на базе кривых истинного сопротивления срезу при различных температурах реализации процесса. Результаты показывают высокую степень сходимости. Существующие отклонения при росте интенсивности деформаций связаны с накоплением повреждений. Результаты работы могут быть использованы при исследованиях и развитии методов расчета процесса резки на ножницах.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, ножницы, кривая текучести, сила резки, деформация.

**Кобелев О. А., Сфимов М. В., Лобанов А. И., Панов В. В. Перспективные направления развития заготовительного производства энергетического и тяжелого машиностроения // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассмотрены перспективные направления развития энергетического машиностроения и сделан обзор направлений совершенствования технологических процессов выплавки, разливки,ковки и термической обработки. Также сделан обзор имеющегося технологического опыта изготовления и испытания сталей для изготовления корпусных деталей ядерных энергетических установок. Выделены направления развития металлургии и средства достижения повышенных требований к прочности сталей для изготовления корпусных деталей ядерных энергетических установок. Сделан обзор технологических процессов изготовления поковок для увеличенных деталей корпусов ядерных реакторов и реакторного оборудования по традиционным и усовершенствованным схемам. Описаны результаты промышленного использования полых слитков для корпусов реакторного оборудования.

**Ключевые слова:** корпусные детали, ядерный реактор, полый слиток.

**Панченко А. И., Тумко А. Н., Фомин Е. С., Логозинский И. Н., Сальников А. С., Левин Б. А. Развитие производства крупных поковок из специальных сталей в условиях ПАО «Днепрспецсталь» // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

В условиях ПАО «Днепрспецсталь» разработаны и внедрены технологические процессы производства крупных поковок из специальных сталей как открытой дуговой выплавки, так и полученных методами ЭШП, ВДП, и порошковой металлургии, включающие осадку слитков и прессовок с отношением высоты к диаметру до 4,3. Для обеспечения высокого качества структуры по карбидной неоднородности в крупных поковках из сталей ледебуритного класса целесообразно использовать для их получения способ порошковой металлургии, гарантирующий необходимое качество металлопродукции при уковке менее 3,0.

**Ключевые слова:** поковки, уков, карбидная неоднородность, механические свойства, слиток, ковка, осадка.

**Алиев И. С., Марков О. Е., Захарчук С. С., Таган Л. В. Тепловое состояние при формировании укороченных кузнечных слитков с направленной кристаллизацией // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Исследован процесс кристаллизации слитка с  $H/D < 1,0$  с направленной кристаллизацией. Направление кристаллизации обеспечивалось за счёт утепления верхней и боковой части изложницы и охлаждения поддона. В результате численного моделирования было установлено тепловое и фазовое состояние, которое обеспечивает

направленный фронт кристаллизации сплава снизу вверх. Установлено, что при направленном затвердевании слитка тепловой центр кристаллизации расположен в верхней его части. Направленная кристаллизация исключает образование осевой пористости. Глубина усадочной раковины составляет 7–10 % от высоты тела слитка, что на 20–25 % меньше, чем для обычных кузнечных слитков. Основная часть высоты тела слитка кристаллизуется с постоянным градиентом температур. Температурный градиент не превышает предельных значений, которые могут привести к образованию трещин. Снижение отвода тепла за счет утепления боковой части изложницы компенсируется интенсивным отводом тепла на поддон, что не приводит к увеличению времени кристаллизации.

**Ключевые слова:** слиток,ковка, метод конечных элементов, тепловое состояние, направленная кристаллизация, изложница, осевая пористость.

**Гаманюк С. Б., Рущкий Д. В., Зюбан Н. А., Галкин А. Н. Влияния изменения геометрии донной части на особенности формирования структуры слитка и повышение выхода годного металла // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Приведены результаты физического моделирования кристаллизации слитков с различной конфигурацией донной части и различным отношением высоты к среднему диаметру ( $H/D$ ). Физическим моделированием установлены особенности продвижения фронтов кристаллизации в вертикальном и горизонтальном направлениях. Подтверждение данных моделирования проводилось путём сравнения литой структуры промышленных слитков различной геометрии массой 24,2 и 22,5 т стали 38ХНЗМФА. Показано, что в слитке с изменённой конфигурацией донной части кристаллизация в вертикальном направлении протекает интенсивнее, что приводит к уменьшению развития физической неоднородности слитка (меньшее развитие осевой зоны). Использование слитка с изменённой геометрией донной части приводит к повышению выхода годного металла в среднем до 2 %.

**Ключевые слова:** физическое моделирование, слиток с вогнутой донной частью, кристаллизация, физическая неоднородность.

**Спусканюк В. З., Давиденко А. А., Гангало А. Н., Касатка Н. Г., Коваленко И. М., Янчев А. И. Применение равноканального углового прессования для повышения качества слитков // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Описаны способ и новое устройство для равноканального углового прессования слитков при повышенных температурах. В эксперименте осуществлялось равноканальное угловое прессование слитка силумина при температуре 400 °С. Деформация заготовки простым сдвигом осуществлялась в двух зонах с углами пересечения сегментов канала круглого поперечного сечения, равными  $\Phi = 120^\circ$ . При использовании графито-масляной смеси давление деформирования не превышало 700 МПа. После трех операций прессования достигнуто измельчение частиц кремния и более равномерное их распределение в матрице (максимальные размеры равноосных частиц не превышали 10 мкм). На основании результатов экспериментов и анализа известных публикаций метод равноканального углового прессования рекомендуется для применения на промышленных предприятиях с целью совершенствования структуры и повышения уровня свойств слитков из сплавов черных и цветных металлов. Показано, что в результате интенсивной пластической деформации без изменения сечения слитков достигается залечивание трещин, пор и других объемных дефектов, измельчение зерна, частиц второй фазы и включений.

**Ключевые слова:** интенсивная пластическая деформация, равноканальное угловое прессование, давление, слиток, деформация.

**Каргин С. Б. Совершенствование процессаковки валов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлены результаты экспериментальных и теоретических исследованийковки цилиндрической заготовки комбинированными и вырезными профилированными бойками. Установлены условия, при которых за одно обжатие можно из обычного слитка получить 3-х и 4-лучевую заготовку. Показано, что предварительное обжатие слитка на 3-х и 4-лучевую заготовку способствует лучшей заварке внутренних дефектов при последующей протяжке. В частности, при уковке 1,5 внутренние дефекты размером 7 %  $d_0$  завариваются на 100 %. В то же время при ковке слитка комбинированными или вырезными бойками по стандартным технологиям полная заварка внутренних дефектов не происходит. Они закрываются соответственно на 75 % и 85 %. Даны рекомендации по оптимальным схемамковки валов из 3-х и 4-лучевых заготовок комбинированными и вырезными бойками.

**Ключевые слова:**ковка, слиток, профилированный боек, обжатие, подача, осадка, протяжка, конструкция, вал.

**Кухарь В. В., Бурко В. А., Данилова Т. Г. Исследование и расчет энергосиловых режимов осадки выпуклыми плитами в ресурсосберегающих технологияхковки и штамповки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

На физических моделях проведены экспериментальные исследования силовых режимов при осадке заготовок выпуклыми продолговатыми плитами. На основании обработки данных эксперимента разработана эмпирическая методика расчета энергосиловых параметров операции осадки выпуклым продолговатым инструментом,

учитывающая свойства материала заготовки при заданных термомеханических условиях деформирования, степень деформации, размеры заготовки и радиус осадочных плит. На примере выполнено сравнение и анализ результатов расчета силовых режимов по разработанной инженерной методике с результатами конечно-элементного моделирования при горячей осадке стальной заготовки выпуклыми продолговатыми плитами.

**Ключевые слова:** осадка, заготовка, выпуклые плиты, силовой режим, деформирование, методика расчета.

**Хван А. Д., Евдокимова Н. А. Определение потребной мощности для реализации осадки с кручением цилиндрических заготовок // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

На основе решения задачи по осадке с кручением цилиндрических заготовок получено соотношение для расчета потребной мощности при реализации процесса осадки с кручением цилиндрических заготовок, зависящей от свойств материала, геометрических параметров заготовки, относительной деформации, линейной и угловой скорости перемещения нагружающего пуансона. Для удобства счета вводится коэффициент, характеризующий отношение угловой скорости к линейной. Установлено, что с увеличением угловой скорости указанная выше мощность возрастает. Знание мощности необходимо для проектирования силовых элементов пресса и его привода. Рассматривается пример расчета указанной мощности для заготовки размером  $\varnothing 100 \times 50$  мм из стали X12M при скорости перемещения  $V = 1$  мм/сек.

**Ключевые слова:** мощность, деформирующая нагрузка, напряжение, деформация, линейная скорость, угловая скорость, относительная деформация, сила сжатия, момент.

**Хван Д. В., Крук А. Т., Панин П. М. Экспериментальное исследование пластической осадки колец // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлены экспериментальные данные, полученные на основе испытаний колец размером  $R_0 \times r_0 \times H_0$  из стали 20, свидетельствующие о монотонности процесса пластической осадки заготовок в форме кольца, что не согласуется с рабочей гипотезой Шофмана Л. М. В связи с этим оценку НДС в заготовке можно производить с помощью теории течения или деформационной теории пластичности, что значительно упрощает методику определения напряжений и деформаций. Приведены соотношения для расчета деформаций и напряжений в кольце по установленным методам измерения твердости интенсивностей напряжений и деформаций. Знание НДС в пластически обрабатываемой заготовке позволит оптимизировать технологию предварительной термомеханической обработки заготовок деталей с целью улучшения их эксплуатационных свойств.

**Ключевые слова:** кольцевая заготовка, монотонность процесса, компоненты напряжений и деформаций, теория течения, метод измерения твердости, осадка, радиус, координата.

**Артес А. Э., Бильчук М. В. Разработка инновационной технологии штамповки фланцев на деталях типа тройников // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассматриваются наиболее перспективные способы изготовления деталей типа фланцев методами штамповки. Проведены экспериментальные исследования, установили достоверность 3D компьютерного моделирования реальных технологических процессов. Рассмотрено конструирование специального штампа с разъемными матрицами, позволяющего штамповать поковки одного типоразмера. Получена новая технология высадки фланцев на деталях типа тройников, обеспечивающая получение повок с увеличенным фланцем (отношение высоты высаживаемой части к толщине стенки заготовки составляет 3,7) на универсальном кузнечно-прессовом оборудовании.

**Ключевые слова:** штамповка, обратное выдавливание, совмещение операций высадки и раздачи, разъемные матрицы, фланцы.

**Явтушенко А. В., Явтушенко А. В., Красницкая И. В. Температурный и силовой режим горячей объемной штамповки на КГШП // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлены результаты исследования величины истинного сопротивления деформации в зависимости от условий деформирования при горячей штамповке на КГШП. Предложена аналитическая зависимость для определения истинного сопротивления деформированию. Приведены экспериментальные данные по изменению температуры заготовок на всех этапах технологического процесса. Показано, что снижение температуры заготовки определяется ее геометрическими параметрами и предложен показатель, характеризующий интенсивность охлаждения. Эмпирическая зависимость для определения температуры заготовки учитывает потери температуры при переносах по позициям и потери температуры в штамповочных ручьях.

**Ключевые слова:** напряжение, температура, скорость, время, усилие, форма.

**Филиппов Ю. К., Рагулин А. В., Игнатенко В. Н., Молодов А. В., Федосов Д. А. Сравнение технологических процессов изготовления поршня тормозного цилиндра при холодном комбинированном выдавливании // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Сравнению подвергаются процессы выдавливания полой детали типа поршень автомобильного тормозного цилиндра. При анализе технологических процессов холодной объемной штамповки детали поршень тормозного цилиндра определялись локальные явления, сопровождающие процесс формоизменения. Для решения поставленных задач исследована кинематика течения металла при формообразовании изделий на переходах

штамповки при моделировании на ЭВМ. Для моделирования процессов используется конечно-элементная система QForm-2D. Приводятся исходные данные и результаты моделирования. Обоснован выбор оптимального технологического процесса выдавливания полой детали типа поршень автомобильного тормозного цилиндра.

**Ключевые слова:** холодная объемная штамповка, оптимизация процесса, моделирование.

**Калюжный В. Л., Запорожченко А. С., Пиманов В. В. Интенсификация технологии изготовления изделия «Баллон 180 × 184» // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Проведен анализ существующих методов изготовления полого изделия типа баллон холодной листовой штамповкой. Предложено изготовление данного изделия сплошным за один переход вытяжки с последующим формированием горловины ротационной обкаткой. Путем численного моделирования определены параметры вытяжки с утонением за один переход через двухконусную матрицу. Установлены оптимальные геометрические параметры матрицы. Получены конечные размеры заготовки, распределения степени использования ресурса пластичности и напряженно-деформированного состояния заготовки после процесса вытяжки, определено усилие вытяжки. На основе расчетов спроектировано штамповое оборудование для вытяжки заготовок баллона, которое устанавливается на пресс ДБ2432 усилием 1,6 МН.

**Ключевые слова:** холодная листовая штамповка, вытяжка с утонением, матрица, баллон, напряженно-деформированное состояние.

**Фещук Ю. П., Зайчук Н. П., Гусачук Д. А. Обеспечение прочности оболочковых элементов конструкций, полученных в процессе гидростатического вытягивания // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Задачи обеспечения прочности оболочковых элементов конструкций решаются путем определения их предельного равновесия и возведены к системе интегральных уравнений на основе аналога  $\delta_c$ -модели. Предложен алгоритм численного развязывания полученной системы. Предложенный в работе способ определения прочности оболочковых конструкций, который основан на решении задачи о предельном равновесии трансверсально-изотропной оболочки с трещинами, применим к решению аналогичных задач для любой оболочки с трещинами, для которой известно фундаментальное решение. Как показал проведенный численный анализ, с ростом параметра сдвиговой жесткости  $E/G'$  раскрытие трещин увеличивается. Установлено, что рост внутреннего давления и длин трещины приводит к уменьшению влияния параметра  $E/G'$  на раскрытие берегов трещин.

**Ключевые слова:** трансверсально-изотропная сферическая оболочка, поверхностная трещина, сквозная трещина, пластические деформации, интегральные уравнения, раскрытие трещины, гидростатическая вытяжка.

**Баглюк Г. А., Хоменко А. И. Сравнительный анализ деформированного состояния пористых заготовок при штамповке в закрытом и открытом штампах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Приведены результаты исследования с использованием метода координатных сеток особенностей деформированного состояния пористых заготовок на разных стадиях деформирования в закрытом и открытом штампах. Показано, что применение схемы открытой штамповки способствует увеличению уровня интенсивности сдвиговых деформаций для всех слоев поковки по сравнению с закрытой штамповкой. В то же время, при реализации схемы открытой штамповки не удастся обеспечить получение беспористого состояния во всем объеме поковки при одинаковой массе навески и степени осевой деформации, по сравнению с закрытой штамповкой, вследствие выдавливания части материала поковки в облой на конечной стадии деформации. Это предопределяет необходимость корректировки в сторону увеличения массы материала заготовки под открытую штамповку.

**Ключевые слова:** открытая, закрытая штамповка, деформация, пористость, порошковая металлургия.

**Савелов Д. В. Исследование процесса вибрационного формования изделий из металлических порошков // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Проведены теоретические исследования динамической системы «вибрирующий пуансон – порошковая смесь», в которой последняя представлена в виде системы с распределенными параметрами, разработана физико-механическая модель, позволяющая достаточно точно определить инерционные, упругие и диссипативные силы, действующие со стороны порошковой смеси на вибрирующий пуансон при его вертикальных колебаниях. Предложена реологическая модель уплотняемой порошковой смеси, которая позволяет моделировать ее упругие и диссипативные свойства, трение между металлическими частицами смеси, а также ее пластическое деформирование при вибрационном воздействии. Полученные теоретические зависимости позволяют установить закон движения вибрирующего пуансона и определить его основные параметры и рациональные режимы вибрационного воздействия на порошковую смесь.

**Ключевые слова:** динамическая система, вибрирующий пуансон, порошковая смесь, вибрационное воздействие.

**Горбатенко В. П., Лукин А. В., Митьев А. П., Данилова Ж. Ю. Влияние исходного состояния на структуру стали 10Г2ФБ после деформационно-термической обработки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Контролируемая прокатка является наиболее распространенным способом производства листов из трубных сталей. Изучено влияние исходного состояния на процессы структурообразования в трубной стали при деформационно-термической обработке. Установлено, что структурная неоднородность, обусловленная предшествующей деформацией по режимам контролируемой прокатки, может «воспроизводиться» при повторных нагревах и горячей пластической деформации по различным режимам. Увеличение степени деформации и снижение температуры нагрева под прокатку усиливают степень проявления структурной полосчатости в трубной стали.

**Ключевые слова:** контролируемая прокатка, структурообразования в трубной стали, деформационно-термическая обработка, структурная полосчатость.

**Яковченко А. В., Пугач А. А., Ивлева Н. И. Формулы расчета напряжения течения металла для конструкционных, инструментальных и нержавеющей сталей // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Разработаны метод и компьютерная программа определения на основе экспериментальной пластометрической информации констант, входящих в формулу расчета напряжения течения металла, предложенную проф. Зюзиным В. И., и в полином второй степени. Расчет констант выполнен на базе сплайн-интерполяции экспериментальной информации и метода планируемого эксперимента. При определении величин напряжения течения металла метод планируемого расчетного эксперимента определил минимум опытов, причем при наиболее рациональных значениях степени деформации, скорости деформации и температуры. Получены константы формул для 36 конструкционных, инструментальных и нержавеющей марок сталей. Средняя относительная ошибка аппроксимации экспериментальной информации для всех марок сталей по формуле проф. Зюзина В. И. составила 4,7 %, а по полиному второй степени – 5,2 %.

**Ключевые слова:** формула расчета напряжения течения металла, сплайн-интерполяция экспериментальной информации, метод планируемого эксперимента, компьютерная программа.

**Божков А. И., Ивлиев С. Н., Дегтев С. С., Таскин А. А. Совершенствование технологии прокатки труднодеформируемых марок сталей // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Приведена методика многокритериальной оптимизации в функции заданных критериев (минимальная вероятность образования дефектов поверхности и обрывов полос, максимальная производительность, минимум расхода энергии), в основу которой положены методы теории вероятностей, математической статистики (в частности многооткликовый многомерный регрессионный анализ и кластерный анализ) и классификации альтернативных вариантов. Представлен способ эксплуатации прокатного вала непрерывного стана холодной прокатки. Приведен пример разработки оптимального режима холодной прокатки полос труднодеформируемой электротехнической изотропной стали (3-й группы легирования) на непрерывном четырехклетевом стане 1400 из условия максимальной производительности, минимального расхода энергии и минимальной вероятности образования дефектов валков и полос. Произведено сравнение существующего и разработанного режимов прокатки. Приведены результаты промышленной проверки технологии холодной прокатки.

**Ключевые слова:** холодная прокатка, прокатный стан, режим прокатки, многокритериальная оптимизация, кластерный анализ.

**Найзабеков А. Б., Лежнев С. Н. Развитие и совершенствование технологий получения металлов и сплавов с субультрамелкозернистой структурой интенсивной пластической деформацией // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

В последнее десятилетие одним из перспективных направлений в области нанотехнологии является разработка технологий, позволяющих получать объемные наноструктурные материалы методами интенсивной пластической деформации. Предложена новая технология, позволяющая получать металл с субультрамелкозернистой структурой. Представлены результаты теоретического исследования нового совмещенного процесса «прокатка – прессование» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы, позволяющего получать длинномерные заготовки с субультрамелкозернистой структурой. Проведено моделирование процесса «прокатка – прессование» с использованием калиброванных валков и равноканальной ступенчатой матрицы. При реализации данного совмещенного процесса по предложенной схеме обеспечивается непрерывность процесса и снимаются ограничения по размерам исходных заготовок.

**Ключевые слова:** субультрамелкозернистая структура, совмещенный процесс «прокатка – прессование», равноканальная ступенчатая матрица, математическое моделирование.

**Коновалов Ю. В., Хохлов А. С. Пути решения температурной задачи прокатки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассмотрены методы расчета температурных режимов прокатки на листовых станах. Также приведены расчеты изменения температуры от влияния разных факторов, таких как: потери тепла излучением и конвекцией за время транспортировки от печи к стану и за время пауз между проходами; отдачи тепла рабочим валкам; повышения теплосодержания за счет энергии пластической деформации, работы сил трения в зоне контакта

полоса валок и экзотермических реакций окисления; потери тепла под действием попадающей на его поверхность воды гидросбивов, воды, охлаждающей валки и валковую арматуру; из-за контактного теплообмена с роликами рольгангов и деталями рабочих клетей. Проведен эксперимент на стане 2300 ПАО «ДМЗ». Предложена обобщающая формула расчета изменения температуры прокатки на листовых станах. При расчете по новой формуле достигается наиболее меньшая погрешность в расчетах в сравнении с экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** температура, прокатный валок, эксперимент, гидросбив, полоса, проход.

**Коренко М. Г., Староста Н. В., Иванов А. А., Букотин Д. Е., Найденов В. С. Разработка технологии прокатки сортовых полосовых профилей с использованием разгонных калибров // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

На основе анализа состояния вопроса в области промышленного производства сортовых полосовых профилей показана целесообразность использования процессов прокатки в рабочих валках с разгонными калибрами и процесса горячего плющения, обеспечивающих расширение сортамента, повышение качества и снижение себестоимости готовой металлопродукции. Применительно к данным технологическим схемам разработан комплекс математических моделей и программных средств по их автоматизированному расчету и проектированию. Применительно к мелкосортному стану 250-2 ПАО «АрселлорМиталл Кривой Рог» предложен ряд новых схем прокатки, достаточная степень эффективности которых подтверждена результатами их промышленного апробирования.

**Ключевые слова:** сортовые полосовые профили, горячая прокатка, разгонные калибры, плющение, сортмент, качество.

**Николаев В. А., Васильев А. А. Технологические процессы прокатки широких полос // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассмотрен и проанализирован технологический процесс производства горячекатаных и холоднокатаных широких полос на предприятиях с порулонным способом производства. Показаны основные недостатки технологических процессов на широкополосных станах горячей прокатки (ШСГП) и непрерывных станах холодной прокатки (НСХП). Предложены новые варианты реконструкции ШСГП и НСХП применительно к предприятиям с порулонным способом производства, а также современных литейно-прокатных модулей. Предложенные решения позволят предприятиям с порулонным способом производства конкурировать на достойном уровне с современными станами и литейно-прокатными модулями.

**Ключевые слова:** горячая прокатка, холодная прокатка, полоса, продольная разнотолщинность, концевые участки, толщина.

**Руденко Е. А., Курдюкова Л. А., Голованова А. Е. Эффективность нового металлосберегающего способа прокатки толстых листов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Предложен новый способ прокатки толстых листов с профилированием широкой грани раската. Способ предназначен для чисто продольных и чисто поперечных схем прокатки листов. Профилирование выполняется совместно с рабочим обжатием. Проход с профилированием рекомендуется максимально приблизить к концу черновой прокатки. Преимущества нового способа: небольшое значение профилирующего обжатия, уменьшение силы и обжатия в первых проходах. Недостаток – наличие дополнительного прохода после профилирования и кантовок. Ограничение способа – длина и ширина сляба должна быть менее длины бочки рабочего валка. Экономия металла по новому способу составляет около 1,5–2,7 %.

**Ключевые слова:** новый металлосберегающий способ, профилирование, чисто продольная схема, чисто поперечная схема.

**Пузырь Р. Г., Троцко О. В. Учет краевого эффекта при профилировании сварных оболочек // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Рассматриваются процессы получения ободьев колес транспортных средств методами холодной штамповки и радиально-ротационного профилирования. Показано, что в отличие от изгиба листовой заготовки с самопроизвольным формированием рифта жесткости от действия момента, возникающего в результате разгибания технологических полок, при деформировании оболочек вращения с помощью вспомогательных технологических приемов получить рифты на цилиндрической части оболочки не удастся в результате загибания краев заготовки от приложенной нагрузки. Поэтому данный технологический прием для операций профилирования можно использовать в качестве вспомогательного перехода по созданию дополнительных изгибающих моментов и внутренних усилий в очаге деформации, что должно привести к уменьшению локализации деформации в опасных зонах профиля обода.

**Ключевые слова:** заготовка, обод, технология, профилирование, оболочка, штамповка.

**Король Р. Н., Беликов Ю. М., Мосьпан Н. Н. Новая рациональная технология производства холоднодеформированных особотолстенных труб малых диаметров с высоким качеством внутренней поверхности // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Впервые разработана новая рациональная технология изготовления холоднодеформированных особотолстенных труб малых диаметров с повышенным качеством внутренней поверхности, в которой, в отличие от существующей, используется в качестве заготовки многослойная монометаллическая сборка. Исходя из



практических соображений, для большинства типоразмеров труб достаточно разделения суммарной стенки на два слоя, исходя из отношения толщины внутреннего слоя к наружному 1:2. Впервые определены основные условия обеспечения полного контакта между слоями готовых труб, получаемых свободным редуцированием, в части требований к механическим свойствам наружной трубы и внутренней трубы-основы, а также к обжатию по диаметру трубы-основы при сочленении. Впервые получена техническая возможность изготавливать трубы диаметром менее 22 мм с отношением диаметра к толщине стенки менее 3, получить которые по существующей технологии из-за критического утонения стенки при безопрочноном волочении нет возможности.

**Ключевые слова:** особотолстостенные трубы, качество, внутренняя поверхность, многослойные трубы, сочленение, прокатка, редуцирование, безопрочноное волочение, стан ХПТР.

**Федоринов В. А., Завгородний А. В. Методика, оборудование и результаты экспериментального исследования процесса правки углового проката на сортоправильных машинах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

На основе экспериментальных исследований процесса правки угловой стали на сортоправильных машинах было установлено количественное влияние технологических параметров процесса на энергосиловые параметры процесса правки. Определены и экспериментально подтверждены оптимальные технологические параметры исследуемого процесса, основными из которых являются смещение опорных роликов. Получена достаточная степень сходимости полученных ранее теоретических решений применительно к процессам правки угловой стали. Результаты проведенных исследований подтвердили возможность повышения эффективности процесса правки угловой стали за счет обеспечения возможности целенаправленного изменения настройки рабочих роликов сортоправильных машин.

**Ключевые слова:** угловой профиль, напряженно-деформированное состояние, математическая модель, правка, сортоправильная машина.

**Ищенко О. А., Демина Н. А., Грабовский А. В., Ткачук А. В. Влияние геометрических параметров базовых плит на их напряженно-деформированное состояние // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Работа посвящена совершенствованию методов расчета напряженно-деформированного состояния элементов штамповой оснастки для обоснования конструктивных и технологических параметров разделительных штампов по критериям прочности, стойкости, точности. С этой целью создана комплексная математическая модель, отличающаяся новым подходом. Предложен новый подход к построению параметрических моделей базовых плит разделительных штампов. Эти модели дают возможность проводить анализ влияния отдельных конструктивных, технологических и эксплуатационных параметров на их напряженно-деформированное состояние. Проиллюстрировано влияние геометрических параметров на картину распределения перемещений, контактных давлений и компонент тензора напряжений.

**Ключевые слова:** листовая штамповка, напряженно-деформированное состояние, оптимизация параметров, базовые плиты разделительных штампов, контактное давление.

**Гринь А. Г., Пресняков В. А., Бойко И. А., Волков С. М. Выбор способа реставрации рабочих втулок контейнера гидравлического пресса // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Показано, что по условиям эксплуатации втулки контейнеров относятся к тяжело нагруженному инструменту. Втулка работает при высоких давлениях (до 1000 МПа), циклических знакопеременных нагрузках, интенсивном трении, высоких температурах (постоянная температура втулки 300–350 °С, кратковременная температура 600–700 °С) и резких температурных изменениях. Представлены данные литературного обзора по возможным причинам выхода из строя рабочих втулок контейнеров гидравлических прессов, используемых для изготовления трубных заготовок. Приведены основные виды износа втулок. Установлены причины, вызывающие каждый вид износа. Показаны пути повышения износостойкости рабочих поверхностей втулок. Показано, что основным методом снижения затрат на изготовление втулок является износостойкая наплавка. Установлено, что наиболее экономичным методом повышения износостойкости рабочих поверхностей втулок является дуговая наплавка самозащитной порошковой проволокой.

**Ключевые слова:** втулки контейнеров, прессовое оборудование, порошковая проволока, наплавка.

**Кухарь В. Д., Киреева А. Е., Ларин С. Н. Разработка научно-обоснованной методики проектирования формы спирали индуктора-концентратора для обжима // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Одним из новых технологических процессов, обеспечивающих повышение производительности труда и качества продукции, экономию материалов и улучшение условий труда, является магнитно-импульсная обработка металлов. Однако внедрение этого метода идет низкими темпами. Это связано с отсутствием рекомендаций и методик, позволяющих проводить процесс магнитно-импульсной штамповки наиболее рационально. Поэтому в данной статье приведена методика проектирования геометрии спирали индуктора-концентратора для обжима, которая была разработана на базе серии численных экспериментов с использованием математических моделей, описывающих электромеханические процессы, протекающие при магнитно-импульсной обработке металлов.

**Ключевые слова:** обработка металлов давлением, индуктор, обжим, математическая модель, магнитно-импульсная установка, заготовка, фланец.

**Фролов Е. А., Носенко О. Г. Совершенствование технологического оснащения для процессов пневмоударной штамповки листовых деталей жидкостью // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Предложены эффективные пути повышения гибкости производства листовых деталей методом пневмоударной штамповки жидкостью с помощью применения разработанного переналаживаемого штампового технологического оснащения. Модернизирован технологический блок пневмоударного оборудования модели Т-1324 с целью расширения его технологических возможностей для штамповки на нем деталей из листовых и трубчатых заготовок гидравлической и гидроэластичной средами. Применение предложенных технических решений с использованием набора унифицированных элементов технологического блока установки и штамповой оснастки особенно эффективно при дискретно-нестабильных программах штамповки деталей различной конфигурации.

**Ключевые слова:** пневмоударная штамповка жидкостью, оснастка, матрица, гибкость, переналадка, штамп.

**Рей Р. И., Абдулганиев М. А. Эффективность использования кривошипных горячештамповочных прессов и штамповочных шаботных молотов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Предложено в основу зависимости для расчета коэффициента полезного действия (КПД) молотов, работающих на сжатом воздухе, положить отношение энергии, затрачиваемой компрессором на сжатие одного метра кубического воздуха, к энергии, которую вырабатывает один метр кубический воздуха в цилиндре молота. Выполненные расчеты показывают, что КПД установки молот-компрессор находится на уровне или превосходит цикловой КПД кривошипного пресса. На основе анализа литературных источников показано, что при увеличении скорости деформирования с 0,3 м/с (КГШП) до 7 м/с (молоты) удельное усилие деформирования снижается на 45 %, а это значит, что при одинаковых КПД затраты энергии на привод КГШП будут на эти же 45 % выше, чем затраты на привод компрессора. Указано, что масса КГШП в 2...3,5 раза больше массы штамповочных молотов с шаботом.

**Ключевые слова:** коэффициент полезного действия, компрессор, молот, пресс, воздух, электроэнергия.

**Сапронов И. В., Смирнов А. М. Модульное проектирование деталей и узлов зубчатых редукторов приводов кривошипных прессов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Представлен модернизированный вариант системы автоматизированного проектирования двухступенчатых зубчатых редукторов однокривошипных закрытых прессов простого действия, основанный на модульном принципе построения деталей редуктора с адаптивными элементами, что способствует их быстрому изменению или созданию «с чистого листа». При этом помимо двумерных параметрических чертежей и сборок с проставленными размерами моделируются их твердотельные аналоги, кроме этого генерируется набор технической документации: рабочие чертежи, пояснительная записка с расчетами и спецификация. Предусмотрена система контроля собираемости деталей узлов. В автоматизированную записку входят проектировочные, кинетические и энергетические расчеты для выбранной структурной схемы привода, проектировочные и проверочные расчеты валов и некоторых других деталей. Для каждой детали предложен свой понятный интерфейс.

**Ключевые слова:** пресс, зубчатый редуктор, параметрическая модель, интерфейс, база данных, конструктор, модуль, адаптивные элементы, собираемость.

**Бобух И. А., Бобух А. И., Клеваник Е. А., Клеваник Д. С. Перспективы зубчатых роликовых передач в прокатных станах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31).**

Выполнен анализ основных параметров неэвольвентного роликового зацепления и доказана возможность компенсации отступлений в силовых деталях соответствующими размерами бочки ролика. Основные параметры роликового зацепления определяются автоматизированной программой их расчетов. Показаны преимущества роликового зацепления для передач индивидуального изготовления металлургического и горнодобывающего производства. Угол наклона профильных пазов и его величина согласуется с профилем бочки ролика. Рассчитаны переменные параметры роликового зацепления для испытательного стенда при различных углах наклона полуцилиндрических пазов.

**Ключевые слова:** роликовая передача, зубчатые колеса, профильные полуцилиндрические пазы, углы наклона, бочкообразные ролики, продольная кривизна.

---

## АНОТАЦІЇ

---

**Світличний Д. С., Новак Дж., Лач Л., Підвисоцький В. Т. Модель знеміцнення з рекристалізацією і відновленням // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглядається нова модель знеміцнення матеріалу після деформації з урахуванням процесів статичної рекристалізації і статичного відновлення. Відправною точкою послужило відмінність показника Аврамі в експериментальних дослідженнях від теоретичного значення. Запропоновано враховувати крім статичної рекристалізації процес відновлення, що протікає одночасно з нею в нерекристалізованих зернах. Приведено теоретичне обґрунтування і отримано рівняння для нової моделі. Представлено формули переходу від однієї моделі до іншої. На експериментальних даних показана ефективність нової моделі.

**Ключові слова:** знеміцнення, рекристалізація, відновлення, щільність дислокацій, крива зміцнення, релаксація напружень.

**Чигиринський В. В., Бень А. М. Визначення граничних умов напруженого стану в процесі осаджування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлено рішення плоскої задачі в аналітичному вигляді для замкненої системи рівнянь теорії пластичності з використанням гармонійних функцій. Показано рішення з використанням теорії пластичного плину. Визначено граничні умови на поверхні для знаходження полів напружень. З урахуванням поправочного коефіцієнту проведено аналіз рішення задачі, який показує, що розподіл напружень на контакті визначається фактором форми  $l/h$  осередку деформації та величиною коефіцієнту тертя  $f$ . Визначено область допустимих значень для розрахунку напружень на контакті, яка забезпечує надійність розрахунку як по якісним параметрам, так і по кількісним.

**Ключові слова:** напруження, гармонійні функції, граничні умови, поправочний коефіцієнт, фактор форми, коефіцієнт тертя.

**Калужний О. В. Аналіз інженерним методом процесу обтиску з диференційованим протитиском в кінчній матриці // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Інженерним методом проведений аналіз процесу обтиску вісесиметричних заготовок в кінчній матриці в умовах дії диференційованого протитиску на внутрішню стінку заготовки. Прикладання протитиску запобігає втраті стійкості стінок заготовки і збільшує висоту обтиснутої частини. При аналізі враховано тертя на поверхні матриці та зміцнення при формоутворенні виробів. Отримані аналітичні залежності для визначення напруженого стану, зусилля обтиску та потовщення стінки zdeформованої заготовки. Методом скінченних елементів виконано моделювання обтиску в умовах дії диференційованого протитиску. Проведено порівняння результатів, які отримані інженерним методом, з даними чисельного експерименту.

**Ключові слова:** обтиск, інженерний метод, листове штампування, протитиск, метод скінченних елементів.

**Борис Р. С., Тітов В. А., Вишневський П. С. Особливості врахування сил тертя при витягуванні з потоншенням двошарових заготовок // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлено теоретичний аналіз розрахунку напружено-деформованого стану сумісного витягування з потоншенням двошарової заготовки з врахуванням сил тертя за допомогою методу балансу потужностей. Виконаний аналіз основних параметрів напружено-деформованого стану процесу витягування з потоншенням. Запропонована модель розрахунку процесу сумісного витягування з потоншенням двошарової заготовки, яка враховує основні фактори, що впливають на процес деформування, такі як геометричні параметри шарів матеріалу та оснащення, механічні властивості шарів металу заготовки, сили контактного тертя та інші. Показано, що похибка результатів розрахунку для ідеальнопластичного матеріалу без врахування сил тертя та розрахунок з врахуванням сил тертя для процесу витягування з потоншенням не перевищує 10–11 %, похибка з чисельним розрахунком не перевищує 5–6 %.

**Ключові слова:** ідеальнопластичний матеріал, двошарова заготовка, напружено-деформований стан, механічні властивості, сили контактного тертя, сумісне витягування, метод балансу потужностей.

**Драгобецький В. В., Троцько О. В., Шлик С. В. Розширення можливостей моделювання процесу складного витягування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Запропоновано метод дослідження впливу на напружений стан і кінцеві деформації при складному витягуванні та наявності локальних змін поверхонь деталей у вигляді вирізів й виштампування, що засновано на накладенні рішень, отриманих методом кінцевих різниць для суцільної пологої оболонки з наступним приведенням задачі пружнопластичного деформування до сингулярних інтегральних рівнянь. Запропонований метод дозволяє уточнити геометрію вихідної заготовки та виявити найбільш ефективні методи гальмування фланця заготовки, виключити доведення геометрії вихідної заготовки та штампів. Метод використовують для визначення пружно-деформованого стану у випадку виникнення тріщин, а також для заготовок з напівкруглими або технологічними вирізами.

**Ключові слова:** математична модель, метод кінцевих різниць, напружений стан, складне витягування, пружнопластичне деформування, фланець заготовки.

**Яковлев С. С., Трегубов В. И., Ремньов К. С. Граничні ступеня деформації при ротаційному витягуванні з потоншенням стінки анізотропного матеріалу // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розроблено математичну модель формозміни заготовки при ротаційному витягуванні циліндричних деталей з потоншенням стінки конічними роликками з урахуванням локального осередку деформації, фактичної подачі металу в осередок пластичної деформації і зміцнення матеріалу. На відміну від відомих рішень при аналізі кінематики течії матеріалу в осередку пластичної деформації прийнято, що процес реалізується в умовах квазіплоскої деформації, і враховуються відповідні величини дотичних напруг. Встановлено вплив технологічних параметрів на величину накопичених мікропошкоджень і граничні можливості формозміни за різними критеріями руйнування операції ротаційного витягування з потоншенням стінки анізотропного матеріалу.

**Ключові слова:** ротаційне витягування, анізотропія, деформація, руйнування, пошкоджуваність, напруга, ролик, подача, ступінь деформації.

**Сивак І. О., Ярошенко Т. В. Оцінка ступеня зміцнення і пошкодженості поверхневого шару металу при вдавлюванні кульки // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Методом скінченних елементів визначено напружено-деформований стан поверхневого шару циліндричної заготовки із сталі 40Х при вдавлюванні кульок різних діаметрів. Здійснено оцінку ступеня зміцнення та величини використаного ресурсу пластичності в поверхневому шарі заготовки  $d = 20$  мм в залежності від діаметра кульки та зусилля вдавлювання. Установлено, що для дослідженого інтервалу навантажень та діаметрів кульок, із збільшенням діаметра кульки величина використаного ресурсу пластичності спочатку зростає, а потім зменшується. Ступінь зміцнення зростає із зменшенням діаметра кульки. Наведені рекомендації щодо вибору діаметра кульки для забезпечення необхідного ступеня зміцнення та відповідного значення використаного ресурсу пластичності.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, поверхнєве зміцнення, вдавлювання кульки, метод скінченних елементів, використаний ресурс пластичності.

**Тітов В. А., Лаврінєнков А. Д., Злочевська Н. К. Деякі особливості механіки поведінки дисперсного включення в металевій матриці при великих пластичних деформаціях // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглянуто механіка взаємодії дисперсного армуючого компонента композиційного матеріалу (включення) з металевою матрицею. Встановлено механізм повороту включення в напрямку течії металу в залежності від градієнта швидкостей переміщень матеріальних частинок матриці в поперечному перерізі. Показано, що на граничній поверхні «включення – матриця» діють середні напруги стиску, які перешкоджають руйнуванню металу. Величина середніх напруг збільшується при використанні протитиску. Виконання формоутворення в ізотермічних умовах сприяє «заліковуванню» мікродфектів, які можуть утворюватися при дробленні армуючих компонент. Отримані результати узгоджуються з експериментальними даними, які отримані авторами при формоутворенні заготовок лопаток з титанового сплаву ВТ8, евтектично зміцненого  $TiB_n$ .

**Ключові слова:** дисперсно зміцнені матеріали, тверда евтектика, ізотермічне пресування і формоутворення, напружено-деформований стан, метод скінченних елементів.

**Василев Я. Д., Дементієнко О. В., Завгородній М. І., Кожухар А. Г., Самокиш О. М. Аналіз та порівняльне дослідження точності моделей мінімальної товщини штаби, що прокатується // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Показано, що моделі мінімальної товщини штаби, що прокатується  $h_{1min}$  не відображають особливості та закономірності взаємодії металу з інструментом в граничних умовах прокатки. Тому вони не можуть бути рекомендовані для визначення найменшої товщини штаби, яка може бути прокатана на конкретному стані. Приведені результати порівняльного дослідження точності моделей мінімальної товщини штаби  $h_{1min}$ . Встановлено, що розрахункові значення  $h_{1min}$  по порівнюваних моделях відрізняються більш, ніж у 8 разів. Це означає, що моделі  $h_{1min}$  є дуже грубими і розрахована по цих моделях товщина, що рекомендується в якості мінімальної товщини штаби, що прокатується, такою не являється, оскільки не відповідає граничним умовам прокатки.

**Ключові слова:** мінімальна товщина штаби, що прокатується, модель, точність, аналіз, порівняльне дослідження, граничні умови прокатки.

**Грибков Е. П., Переходченко В. А., Сорочан О. М. Імітаційне математичне моделювання робочих навантажень в приводі головних ліній робочих клітей прокатних станів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

На основі детермінованих математичних моделей, підпрограми генерування псевдовипадкових рівномірно і нормально розподілених чисел, а також алгоритму статистичної обробки масивів отриманих даних розроблено комплекс імітаційних математичних моделей, чисельна реалізація яких дозволила дослідити імовірнісні аспекти різних технологічних схем, пов'язаних з виробництвом листового металопрокату. Досліджено вплив систем автоматичного регулювання товщини, характер зміни товщини та температури підкату на момент прокатки. Результати можуть бути використані для розв'язання динамічних задач в лінії приводу прокатного стану.

**Ключові слова:** математична імітаційна модель, прокатка, динаміка, момент прокатки, привід робочої кліті.

**Сатонін А. В., Присяжний О. Г., Спаська А. М., Чуруканов О. С. Розвиток чисельних одномірних математичних моделей напружено-деформованого стану металу при холодній прокатці відносно тонких смуг // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглянуті різні рівні чисельних одномірних кінечно-різницевих математичних моделей локальних і інтегральних характеристик напруженого стану металу при холодній прокатці відносно тонких смуг. Дана кількісна оцінка зіставлення результатів їх чисельної реалізації, на основі якої показана доцільність диференційованого вибору рівня математичної моделі залежно від постановки завдань, рівнів їх складнощів, а також вимог, що пред'являються до швидкодії, об'ємів і міри достовірності наданих результатів. Намічені подальші шляхи розвитку математичних моделей даного класу з точки зору розширення спектру досліджуваних процесів і збільшення діапазону їх можливого практичного використання.

**Ключові слова:** модель математична, відносно тонка смуга, стан напружено-деформований, холодна прокатка.

**Боровік П. В. Теоретичний аналіз взаємозв'язку кривих текучості матеріалу і кривих опору зрізу процесу різання на ножицях // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Виконаний теоретичний аналіз процесу гарячого різання на ножицях з паралельними ножами. В основу дослідження покладений метод скінчених елементів, на базі якого була розроблена математична модель, що враховує жорсткість станини. Встановлено, що між кривими текучості матеріалу і кривими дійсного опору зрізу в процесі різання на ножицях з паралельними ножами існує функціональний зв'язок. Розроблений алгоритм отримання кривих текучості матеріалу на базі кривих дійсного опору зрізу при різних температурах реалізації процесу. Результати показують високий ступінь збіжності. Існуючі відхилення при зростанні інтенсивності деформацій пов'язані з накопиченням пошкоджень. Результати роботи можуть бути використані при дослідженнях і розвитку методів розрахунку процесу різки на ножицях.

**Ключові слова:** математичне моделювання, ножиці, крива текучості, сила різання, деформація.

**Кобелєв О. А., Єфімов М. В., Лобанов О. І., Панов В. В. Перспективні напрямки розвитку заготівельного виробництва енергетичного та важкого машинобудування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглянуто перспективні напрямки розвитку енергетичного машинобудування та зроблено огляд напрямків удосконалення технологічних процесів виплавки, розливки, кування та термічної обробки. Також зроблено огляд наявного технологічного досвіду виготовлення і випробування сталей для виготовлення корпусних деталей ядерних енергетичних установок. Виділено напрямки розвитку металургії та засоби досягнення підвищених вимог до міцності сталей для виготовлення корпусних деталей ядерних енергетичних установок. Зроблено огляд технологічних процесів виготовлення поковок для збільшених деталей корпусів ядерних реакторів та реакторного обладнання за традиційними та удосконаленими схемами. Описано результати промислового використання порожнистих злитків для корпусів реакторного обладнання.

**Ключові слова:** корпусні деталі, ядерний реактор, порожнистий злиток.

**Панченко О. І., Тумко А. Н., Фомін Е. С., Логозінський І. Н., Сальников А. С., Левін Б. А. Розвиток виробництва великих поковок зі спеціальних сталей в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь» // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

В умовах ПАТ «Дніпроспецсталь» розроблені та впроваджені технологічні процеси виробництва великих поковок зі спеціальних сталей як відкритої дугового виплавки, так і отриманих методами ЕШП, ВДП, і порошкової металургії, що включають осадку злитків і пресовок з відношенням висоти до діаметра до 4,3. Для забезпечення високої якості структури по карбідній неоднорідності у великих поковках з сталей ледебуритного класу доцільно використовувати для їх отримання спосіб порошкової металургії, що гарантує необхідну якість металопродукції при укові менше 3,0.

**Ключові слова:** поковки, уков, карбідна неоднорідність, механічні властивості, злиток, кування, осадка.

**Алієв І. С., Марков О. Є., Захарчук С. С., Таган Л. В. Тепловий стан при формуванні укорочених ковальських злитків з направленою кристалізацією // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Досліджено процес кристалізації злитка з  $H/D < 1,0$  з спрямованою кристалізацією. Напрямок кристалізації забезпечувався за рахунок утеплення верхньої та бічної частини виливниці та охолодження піддону. В результаті чисельного моделювання було встановлено тепловий та фазовий стан, який забезпечує спрямований фронт кристалізації сплаву знизу вгору. Встановлено, що при спрямованому затвердінні злитка тепловий центр кристалізації розташований у верхній його частині. Спрямована кристалізація виключає утворення осьової пористості. Глибина усадочної раковини становить 7–10 % від висоти тіла злитка, що на 20–25 % менше, ніж для звичайних ковальських злитків. Основна частина висоти тіла злитку кристалізується з постійним градієнтом температур. Температурний градієнт не перевищує граничних значень, які можуть привести до утворення тріщин. Зниження відводу тепла за рахунок утеплення бічної частини виливниці компенсується інтенсивним відведенням тепла на піддон, що не призводить до збільшення часу кристалізації.

**Ключові слова:** злиток, кування, метод скінчених елементів, тепловий стан, спрямована кристалізація, виливниця, осьова пористість.

**Гаманюк С. Б., Руцький Д. В., Зюбан Н. А., Галкін А. Н. Вплив зміни геометрії донної частини на особливості формування структури злитку та підвищення виходу придатного металу // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Наведено результати фізичного моделювання кристалізації злиwkів з різною конфігурацією донної частини і різним ставленням висоти до середнього діаметру ( $H/D$ ). Фізичним моделюванням встановлено особливості просування фронтів кристалізації у вертикальному і горизонтальному напрямках. Підтвердження даних моделювання проводилося шляхом порівняння литої структури промислових злиwkів різної геометрії масою 24,2 та 22,5 т зі сталі 38ХНЗМФА. Показано, що в злитку зі зміненою конфігурацією донної частини кристалізація у вертикальному напрямку протікає інтенсивніше, що призводить до зменшення розвитку фізичної неоднорідності злиwка (менший розвиток осьової зони). Використання злиwка зі зміненою геометрією донної частини призводить до підвищення виходу придатного металу в середньому до 2 %.

**Ключові слова:** фізичне моделювання, злиwок з увігнутою донною частиною, кристалізація, фізична неоднорідність.

**Спусканий В. З., Давиденко О. А., Гангало О. М., Касатка М. Г., Коваленко І. М., Янчев А. І. Застосування рівноканального кутового пресування для підвищення якості злиwkів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Описано спосіб і новий пристрій для рівноканального кутового пресування злиwkів при підвищених температурах. В експерименті здійснювалося рівноканальне кутове пресування злиwка силуміну при температурі 400 °С. Деформація заготовки простим зсувом здійснювалася у двох зонах з кутами перетинання сегментів каналу круглого поперечного перерізу, рівними  $\Phi = 120^\circ$ . При використанні графіто-масляної суміші тиск деформування не перевищив 700 МПа. Після трьох операцій пресування досягнуте подрібнення часток кремнію й більш рівномірний їхній розподіл у матриці (максимальні розміри рівновісних часток не перевищували 10 мкм). На підставі результатів експериментів й аналізу відомих публікацій метод рівноканального кутового пресування рекомендується для застосування на промислових підприємствах з метою вдосконалення структури й підвищення рівня властивостей злиwkів зі сплавів чорних і кольорових металів. Показано, що в результаті інтенсивної пластичної деформації без зміни перерізу злиwkів досягається заліковування тріщин, пор і інших об'ємних дефектів, подрібнення зерна, часток другої фази й включень.

**Ключові слова:** інтенсивна пластична деформація, рівноканальне кутове пресування, тиск, злиwок, деформація.

**Каргін С. Б. Вдосконалення процесу кування валів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлені результати експериментальних і теоретичних досліджень кування циліндрової заготовки комбінованими і вирізними профільованими бойками. Встановлені умови, при яких за одне обжимання можна із звичайного злиwка отримати 3-х і 4-променеву заготовку. Показано, що попереднє обжимання злиwка на 3-х і 4-променеву заготовку сприяє кращій заварці внутрішніх дефектів при подальшій протяжці. Зокрема, при укові 1,5 внутрішні дефекти розміром 7 %  $d_0$  заварюються на 100 %. В той же час при куванні злиwка комбінованими або вирізними бойками за стандартними технологіями повна заварка внутрішніх дефектів не відбувається. Вони закриваються відповідно на 75 % і 85 %. Надані рекомендації по оптимальних схемах кування валів з 3-х і 4-променевих заготовок комбінованими і вирізними бойками.

**Ключові слова:** кування, злиwок, профільований бойок, обтискання, подача, осідання, протяжка, конструкція, вал.

**Кухар В. В., Бурко В. А., Данилова Т. Г. Дослідження та розрахунок енергосилових режимів осаджування випуклими плитами у ресурсозберігаючих технологіях кування та штампування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

На фізичних моделях проведені експериментальні дослідження силових режимів при осаджуванні заготовок випуклими подовженими плитами. На основі обробки даних експерименту розроблено емпіричну методику розрахунку енергосилових параметрів операції осаджування випуклим подовженим інструментом, що враховує властивості матеріалу заготовки при завданих термомеханічних умовах деформування, ступінь деформації, розміри заготовки та радіус осаджувальних плит. На прикладі виконано порівняння й аналіз результатів розрахунку силових режимів за розробленою інженерною методикою із результатами скінчено-елементного моделювання при гарячому осаджуванні сталевих заготовок випуклими подовженими плитами.

**Ключові слова:** осаджування, заготовка, випуклі плити, силовий режим, деформування, методика розрахунку.

**Хван А. Д., Євдокимова Н. А. Визначення потрібної потужності для реалізації осаджування з крученням циліндричних заготовок // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

На основі рішення задачі по осаджуванню з крученням циліндричних заготовок отримано співвідношення для розрахунку потрібної потужності при реалізації процесу осаджування з крученням циліндричних заготовок, що залежить від властивостей матеріалу, геометричних параметрів заготовки, відносної деформації, лінійної та кутової швидкості переміщення навантажуючого пуансона. Для зручності розрахунку вводиться коефіцієнт, що характеризує відношення кутової швидкості до лінійної. Встановлено, що зі збільшенням кутової швидкості зазначена вище потужність зростає. Знання потужності необхідно для проектування силових елементів преса і його приводу. Розглядається приклад розрахунку зазначеної потужності для заготовки розміром  $\Phi 100 \times 50$  мм зі сталі Х12М при швидкості переміщення  $V = 1$  мм/сек.

**Ключові слова:** потужність, деформуюче навантаження, напруга, деформація, лінійна швидкість, кутова швидкість, відносна деформація, сила стиснення, момент.

**Хван Д. В., Крук А. Т., Панін П. М. Експериментальне дослідження пластичного осаджування кільця // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлені експериментальні дані, отримані на основі випробувань кільця розміром  $R_0 \times r_0 \times H_0$  зі сталі 20, що свідчать про монотонності процесу пластичної опади заготовок у формі кільця, що не узгоджується з робочою гіпотезою Шофман Л. М. У зв'язку з цим оцінку НДС у заготовці можна проводити з допомогою теорії течії або деформаційної теорії пластичності, що значно спрощує методику визначення напружень та деформацій. Наведено співвідношення для розрахунку деформацій і напружень у кільці за встановленими методами вимірювання твердості інтенсивності напружень та деформацій. Знання НДС у пластично оброблюваної заготовці дозволить оптимізувати технологію попередньої термомеханічної обробки заготовок деталей з метою поліпшення їх експлуатаційних властивостей.

**Ключові слова:** кільцева заготовка, монотонність процесу, компоненти напружень і деформацій, теорія течії, метод вимірювання твердості, осаджування, радіус, координата.

**Артес А. Е., Більчук М. В. Розробка інноваційної технології штампування фланців на деталях типу трійників // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглядається найбільш перспективні способи виготовлення деталей типу фланців методами штампування. Проведено експериментальні дослідження, встановили достовірність 3D комп'ютерного моделювання реальних технологічних процесів. Розглянуто конструювання спеціального штампа з роз'ємними матрицями, що дозволяє штампувати поковки одного типорозміру. Отримано нову технологію висадки фланців на деталях типу трійників, що забезпечує отримання поковки із збільшеним фланцем (відношення висоти висаджуваної частини до товщини стінки заготовки становить 3,7) на універсальному ковальсько-пресовому обладнанні.

**Ключові слова:** штампування, зворотне видавлювання, суміщення операцій висадки та роздачі, роз'ємні матриці, фланці.

**Явтушенко О. В., Явтушенко А. В., Красницька І. В. Температурний і силовий режим гарячого об'ємного штампування на КГШП // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлені результати дослідження величини дійсного опору деформації залежно від умов деформації при гарячому штампуванні на КГШП. Запропонована аналітична залежність для визначення істинного опору деформації. Приведені експериментальні дані по зміні температури заготовок на всіх етапах технологічного процесу. Показано, що зниження температури заготовки визначається її геометричними параметрами і запропонований показник, що характеризує інтенсивність охолодження. Емпірична залежність для визначення температури заготовки враховує втрати температури при переносах по позиціях і втрати температури в штампувальних ривчаках.

**Ключові слова:** , температура, швидкість, час, зусилля, форма.

**Філіппов Ю. К., Рагулін А. В., Ігнатенко В. М., Молодов А. В., Федосов Д. А. Порівняння технологічних процесів виготовлення поршня гальмівного циліндра при холодному комбінованому видавлюванні // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Порівняно піддаються процеси видавлювання порожнистої деталі типу поршень автомобільного гальмівного циліндра. При аналізі технологічних процесів холодного об'ємного штампування деталі поршень гальмівного циліндра визначалися локальні явища, які супроводжують процес формозміни. Для вирішення поставлених завдань досліджено кінематика течії металу при формоутворенні виробів на переходах штампування при моделюванні на ЕОМ. Для моделювання процесів використовується кінцево-елементна система QForm-2D. Наводяться вихідні дані та результати моделювання. Обґрунтовано вибір оптимального технологічного процесу видавлювання порожнистої деталі типу поршень автомобільного гальмівного циліндра.

**Ключові слова:** холодна об'ємна штамповка, оптимізація процесу, моделювання.

**Калюжний В. Л., Запороженко А. С., Піманов В. В. Інтенсифікація технології виготовлення виробу «Балон 180 × 184» // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Проведено аналіз існуючих методів виготовлення порожнистого виробу типу балон холодним листовим штампуванням. Запропоновано виготовлення даного виробу суцільним за один перехід витягування та з наступним формуванням горловини ротаційним обкочуванням. Шляхом чисельного моделювання визначено параметри витягування з потоншенням за один перехід через двоконусну матрицю. Встановлено оптимальні геометричні параметри матриці. Отримано кінцеві розміри заготовки, розподіли ступеню використання ресурсу пластичності та напружено-деформованого стану заготовки після витягування, визначено зусилля витягування. На основі розрахунків було спроектовано штампове оснащення для витягування заготовок балону, яке встановлюється на прес ДБ2432 зусиллям 1,6 МН.

**Ключові слова:** холодне листове штампування, витягування з потоншенням, матриця, балон, напружено-деформований стан.

**Фещук Ю. П., Зайчук Н. П., Гусачук Д. А. Забезпечення міцності оболонкових елементів конструкцій, одержаних у процесі гідростатичного витягування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Задачі забезпечення міцності оболонкових елементів конструкцій вирішуються шляхом визначення їх граничної рівноваги і зведені до системи інтегральних рівнянь на основі аналога  $\delta_c$ -моделі. Запропоновано алгоритм чисельного розв'язування отриманої системи. Запропонований у роботі спосіб визначення міцності

оболонкових конструкцій, що оснований на розв'язку задачі про граничну рівновагу трансверсально-ізотропної оболонки із тріщинами, застосуємо до розв'язку аналогічних задач для будь-якої оболонки із тріщинами, для якої відомо фундаментальний розв'язок. Як показав проведений чисельний аналіз, із ростом параметра зсувної жорсткості  $E/G'$  розкриття тріщин збільшується. Встановлено, що ріст внутрішнього тиску й довжин тріщини приводить до зменшення впливу параметра  $E/G'$  на розкриття берегів тріщин.

**Ключові слова:** трансверсально-ізотропна сферична оболонка, поверхнева тріщина, наскрізна тріщина, пластичні деформації, інтегральні рівняння, розкриття тріщини, гідростатичне витягування.

**Баглюк Г. А., Хоменко О. І. Порівняльний аналіз деформованого стану пористих заготовок при штампуванні в закритому і відкритому штампах // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Приведено результати дослідження з використанням методу координатних сіток особливостей деформованого стану пористих заготовок на різних стадіях деформування в закритому і відкритому штампах. Показано, що застосування схеми відкритого штампування сприяє збільшенню рівня інтенсивності деформацій зсуву для всіх шарів поковки у порівнянні з закритим штампуванням. У той же час, при реалізації схеми відкритого штампування не вдається забезпечити одержання безпористого стану у всьому об'ємі поковки при однаковій масі заготовки і рівню осрової деформації, в порівнянні з закритим штампуванням, внаслідок видавлювання частини матеріалу поковки в облою на кінцевій стадії деформації. Це визначає необхідність коректування в сторону збільшення маси матеріалу заготовки під відкрите штампування.

**Ключові слова:** відкрите, закрите штампування, деформація, пористість, порошкова металургія.

**Савєлов Д. В. Дослідження процесу вібраційного формування виробів з металевих порошків // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Проведені теоретичні дослідження динамічної системи «вібруючий пуансон – порошкова суміш», в якій остання представлена у вигляді системи з розподіленими параметрами, розроблена фізико-механічна модель, що дозволяє досить точно визначити інерційні, пружні та дисипативні сили, що діють з боку порошкової суміші на вібруючий пуансон при його вертикальних коливаннях. Запропонована реологічна модель ущільнюваної порошкової суміші, яка дозволяє моделювати її пружні та дисипативні властивості, тертя між металевими частками суміші, а також її пластичне деформування при вібраційній дії. Отримані теоретичні залежності дозволяють встановити закон руху вібруючого пуансона і визначити його основні параметри і раціональні режими вібраційної дії на порошкову суміш.

**Ключові слова:** динамічна система, вібруючий пуансон, порошкова суміш, вібраційна дія.

**Горбатенко В. П., Лукін О. В., Митьєв А. П., Данілова Ж. Ю. Вплив вихідного стану на структуру сталі 10Г2ФБ після деформаційно-термічної обробки // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Контрольована прокатка є найбільш поширеним способом виробництва листів з трубних сталей. Вивчено вплив вихідного стану на процеси структуроутворення у трубній сталі при деформаційно-термічній обробці. Встановлено, що структурна неоднорідність, яка обумовлена попередньою деформацією за режимами контрольованої прокатки, може «відтворюватися» під час повторних нагрівань та гарячої пластичної деформації за різноманітними режимами. Збільшення ступеню деформації та зниження температури нагріву під прокатку посилюють ступень проявлення структурної смугастості у трубній сталі.

**Ключові слова:** контрольована прокатка, структуроутворення в трубній сталі, деформаційно-термічна обробка, структурна полосчатость.

**Яковченко О. В., Пугач О. О., Івлєва Н. І. Формули розрахунку напруження течії металу для конструкційних, інструментальних і нержавіючих сталей // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розроблено метод і комп'ютерна програма визначення на основі експериментальної пластометричної інформації констант, що входять у формулу розрахунку напруження течії металу, запропонований проф. Зюзіним В. І. і в поліном другого ступеня. Розрахунок констант виконано на базі сплайн-інтерполяції експериментальної інформації та методу планованого експерименту. При визначенні величин напруги течії металу метод планованого розрахункового експерименту визначив мінімум дослідів, причому при найбільш раціональних значеннях ступеня деформації, швидкості деформації і температури. Отримано константи формул для 36 конструкційних, інструментальних і нержавіючих марок сталей. Середня відносна помилка апроксимації експериментальної інформації для всіх марок сталей за формулою проф. Зюзіна В. І. склала 4,7 %, а по поліномі другого ступеня – 5,2 %.

**Ключові слова:** формула розрахунку напруження течії металу, сплайн-інтерполяція експериментальної інформації, метод планованого експерименту, комп'ютерна програма.

**Божков О. І., Івлєв С. М., Дегтєв С. С., Таскін А. О. Вдосконалення технології прокатки важкодеформуємих марок сталей // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Приведена методика багатокритеріальної оптимізації функції заданих критеріїв (мінімальна імовірність утворення дефектів поверхні та обривів смуг, максимальна продуктивність, мінімальні витрати енергії), в основу якої покладені методи теорії імовірності, математичної статистики (в особливості багатовимірний регресійний аналіз з великою кількістю відкликів, а також кластерний аналіз) і класифікації альтернативних варіантів. Представлено спосіб експлуатації прокатного валка безперервного стану холодного плющення. Наведено приклад розробки оптимального режиму холодного плющення важкодеформуємої елетротехнічної ізотропної сталі



(3-ї групи легування) на безперервному чотирьохкільтовому стані 1400 за умови максимальної продуктивності, мінімальної витрати енергії та мінімальної ймовірності утворення дефектів валків та смуг. Виконано порівняння існуючого та розробленого режимів плющення. Приведені результати промислової перевірки технології холодного плющення

**Ключові слова:** холодна прокатка, прокатний стан, режим прокатки, багатокритеріальна оптимізація, кластерний аналіз.

**Найзабеков А. Б., Лежнев С. М. Розвиток і вдосконалення технологій отримання металів і сплавів з субультрамелкозернистою структурою інтенсивною пластичною деформацією // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

В останнє десятиліття одним з перспективних напрямків в області нанотехнології є розробка технологій, що дозволяють отримувати об'ємні наноструктурні матеріали методами інтенсивної пластичної деформації. Запропоновано нову технологію, що дозволяє отримувати метал з субультрамелкозернистою структурою. Представлені результати теоретичного дослідження нового суміщеного процесу «прокатка – пресування» з використанням рівноканальної ступінчастої матриці, що дозволяє отримувати довгомірні заготовки з субультрамелкозернистою структурою. Проведено моделювання процесу «прокатка – пресування» з використанням каліброваних валків і рівноканальної ступінчастої матриці. При реалізації даного суміщеного процесу за запропонованою схемою забезпечується безперервність процесу і знімаються обмеження за розмірами вихідних заготовок.

**Ключові слова:** субультрамелкозерниста структура, поєднаний процес «прокатка – пресування», рівноканальна ступінчаста матриця, математичне моделювання.

**Коновалов Ю. В., Хохлов О. С. Шляхи вирішення температурної задачі прокатки // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглянуті методи розрахунку температурних режимів прокатки на листових станах. Також наведені розрахунки зміни температури від впливу різних чинників, таких як: втрати тепла випромінюванням і конвекцією за час транспортування від печі до стану і за час пауз між проходами; віддачі тепла робочим валкам, підвищення тепловміста за рахунок енергії пластичної деформації, роботи сил тертя в зоні контакту полоса валок і екзотермічних реакцій окислення, втрати тепла під дією попадання на його поверхню води гідрозбиву, води, що охолоджує валки і валкову арматуру; через контактний теплообмін з роликками рольгангів і деталями робочих клітей. Проведено експеримент на стані 2300 ПАТ «ДМЗ». Запропоновано узагальнююча формула розрахунку зміни температури прокатки на листових станах. При розрахунку за новою формулою досягається найбільш менша похибка у розрахунках в порівнянні з експериментальними даними.

**Ключові слова:** температура, прокатний валок, експеримент, гідрозбив, смуга, прохід.

**Коренко М. Г., Староста Н. В., Іванов О. О., Букотін Д. Е., Найдюнов В. С. Розробка технології прокатки сортових штабових профілів з використанням розгінних калібрів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

На основі стану питання у галузі промислового виробництва сортових штабових профілів показана спроможність використання процесів прокатки у робочих валках з розгінними калібрами і процесу гарячого плющення, які забезпечують розширення сортаменту, підвищення якості та зниження собівартості готової металопродукції. Стосовно даним технологічним схемам розроблено комплекс математичних моделей і програмних засобів з їх автоматизованого розрахунку і проектування. Стосовно дрібносортового стану 250-2 ПАТ «АрселлорМіталл Кривий Ріг» запропоновано ряд нових схем прокатки, достатня ступінь ефективності яких підтверджена результатами їх промислової апробації.

**Ключові слова:** сортові штабові профілі, гаряча прокатка, розгінні калібри, плющення, сортамент, якість.

**Ніколаєв В. О., Васильєв А. О. Технологічні процеси прокатки широких штаб // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглянуто та проаналізовано технологічний процес виробництва гарячекатаних і холоднокатаних широких смуг на підприємствах з порулонним способом виробництва. Показані основні недоліки технологічних процесів на широкосмугових станах гарячої прокатки (ШСГП) і безперервних станах холодної прокатки (БСХП). Запропоновано нові варіанти реконструкції ШСГП і БСХП стосовно підприємств з порулонним способом виробництва, а також сучасних ливарно-прокатних модулів. Запропоновані рішення дозволять підприємствам з порулонним способом виробництва конкурувати на гідному рівні з сучасними станами та ливарно-прокатними модулями.

**Ключові слова:** гаряча прокатка, холодна прокатка, штаба, поздовжня різнотовщинність, кінцеві ділянки, товщина.

**Руденко Є. О., Курдюкова Л. О., Голованова А. Є. Ефективність нового металозберігаючого способу прокатки товстих листів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Запропоновано спосіб прокатки товстих листів з профілюванням широкої грані розкату. Спосіб призначено для чисто поздовжньої та чисто поперечної прокатки. Профілювання виконується одночасно з робочим обтиском. Прохід з профілюванням рекомендується максимально приблизити к кінцю чорнової прокатки. Переваги нового способу: невелике значення профілюючого обтиску, зменшення сили та обтиску в перших проходах. Недолік – наявність додаткового проходу після профілювання та кантовки. Обмеження способу – довжина та ширина слябу повинна бути менш ніж довжина бочки робочого валка. Економія металу по новому способу склала приблизно 1,5–2,7 %.

**Ключові слова:** новий металозберігаючий спосіб, профілювання, чисто повздовжня схема, чисто поперечна схема.

**Пузир Р. Г., Троцко О. В. Врахування крайового ефекту при профілюванні зварних оболонок // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Розглядаються процеси отримання ободів коліс транспортних засобів методами холодного штампування і радіально-ротаційного профілювання. Показано, що на відміну від вигину листової заготовки з самовільним формуванням рифта жорсткості від дії моменту, що виникає в результаті розгинання технологічних полиць, при деформуванні оболонок обертання за допомогою допоміжних технологічних прийомів отримати рифт на циліндричній частині оболонки не вдається в результаті загинання країв заготовки від прикладеного навантаження. Тому даний технологічний прийом для операцій профілювання можна використовувати як допоміжний переходу по створенню додаткових згинальних моментів і внутрішніх зусиль в осередку деформації, що повинно привести до зменшення локалізації деформації в небезпечних зонах профілю обода.

**Ключові слова:** заготовка, обід, технологія, профілювання, оболонка, штампування.

**Король Р. М., Беліков Ю. М., Мосьпан Н. М. Нова раціональна технологія виробництва холоднодеформованих особливостостінних труб малих діаметрів з високою якістю внутрішньої поверхні // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Вперше розроблена нова раціональна технологія виготовлення холоднодеформованих особливостостінних труб малих діаметрів з підвищеною якістю внутрішньої поверхні, в якій, на відміну від існуючої, використовується в якості заготовки багат шарова монометалічна збірка. Виходячи з практичних міркувань, для більшості типорозмірів труб досить поділу сумарної стінки на два шари, виходячи з відношення товщини внутрішнього шару до зовнішнього 1:2. Вперше визначено основні умови забезпечення повного контакту між шарами готових труб, отриманих вільним редукуванням, в частині вимог до механічних властивостей зовнішньої труби і внутрішньої труби-основи, а також до обтиснення по діаметру труби-основи при зчленуванні. Вперше отримана технічна можливість виготовляти труби діаметром менше 22 мм з відношенням діаметра до товщини стінки менше 3, отримати які за існуючої технології через критичне стоншування стінки при безоправочному волочінні немає можливості.

**Ключові слова:** особливостостінні труби, якість, внутрішня поверхня, багат шарові труби, зчленування, прокатка, редукування, безоправочне волочіння, стан ХПТР.

**Федорінов В. А., Завгородній А. В. Методика, обладнання і результати експериментального дослідження процесу виправлення кутового прокату на сортоправильних машинах // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

На основі експериментальних досліджень процесу правки кутової сталі на сортоправильних машинах було встановлено кількісний вплив технологічних параметрів процесу на енергосилові параметри процесу правки. Визначено та експериментально підтверджені оптимальні технологічні параметри досліджуваного процесу, основними з яких є зміщення опорних роликів. Отримано достатня ступінь збіжності отриманих раніше теоретичних рішень стосовно процесів правки кутової сталі. Результати проведених досліджень підтвердили можливість підвищення ефективності процесу виправлення кутової сталі за рахунок забезпечення можливості цілеспрямованої зміни настройки робочих роликів сортоправильних машин.

**Ключові слова:** кутовий профіль, напружено-деформований стан, математична модель, правка, сортоправильна машина.

**Іщенко О. А., Дьоміна Н. А., Грабовський А. В., Ткачук Г. В. Вплив геометричних параметрів базових плит на їх напружено-деформований стан // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Робота присвячена удосконаленню методів розрахунку напружено-деформованого стану елементів штампного оснащення для обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів розділових штампів за критеріями міцності, стійкості, точності. З цією метою створена комплексна математична модель, що відрізняється новим підходом. Запропоновано новий підхід до побудови параметричних моделей базових плит розділових штампів. Ці моделі дають змогу проводити аналіз впливу окремих конструктивних, технологічних та експлуатаційних параметрів на їх напружено-деформований стан. Проілюстровано вплив геометричних параметрів на картину розподілу переміщень, контактного тиску та компонент тензору напружень.

**Ключові слова:** листові штампки, напружено-деформований стан, оптимізація параметрів, базові плити розділових штампів, контактний тиск.

**Гринь О. Г., Пресняков В. А., Бойко І. О., Волков С. М. Вибір способу реставрації робочих втулок контейнера гідравлічного преса // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Показано, що за умовами експлуатації втулки контейнерів відносяться до важко навантаженого інструменту. Втулка працює при високому тиску (до 1000 МПа), циклічних знакозмінних навантаженнях, інтенсивному терті, високих температурах (постійна температура втулки 300–350 °С, короткочасна температура 600–700 °С) і різких температурних змінах. Представлені дані літературного огляду по можливих причинах виходу з ладу робочих втулок контейнерів гідравлічних пресів, що використовуються для виготовлення трубних заготовок. Наведені основні види зношування втулок. Установлені причини, що викликають кожний вид зношування. Показані шляхи підвищення зносостійкості робочих поверхонь втулок. Показано, що основним

методом зниження витрат на виготовлення втулок є зносостійке наплавлення. Установлено, що найбільш економічним методом підвищення зносостійкості робочих поверхонь втулок є дугове наплавлення самозахисним порошковим дротом.

**Ключові слова:** втулки контейнерів, пресове устаткування, порошковий дріт, наплавлення.

**Кухар В. Д., Кирєєва А. Е., Ларін С. Н. Розробка науково-обґрунтованої методики проектування форми спіралі індуктора-концентратора для обтиску // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Одним з нових технологічних процесів, що забезпечують підвищення продуктивності праці і якості продукції, економію матеріалів і поліпшення умов праці, є магнітно-імпульсна обробка металів. Проте впровадження цього методу йде низькими темпами. Це пов'язано з відсутністю рекомендацій і методик, що дозволяють проводити процес магнітно-імпульсної штамповки найбільш раціонально. Тому в даній статті наведено методику проектування геометрії спіралі індуктора-концентратора для обтиску, яка була розроблена на базі серії чисельних експериментів з використанням математичних моделей, які описують електромеханічні процеси, що протікають при магнітно-імпульсній обробці металів.

**Ключові слова:** обробка металів тиском, індуктор, обтиск, математична модель, магнітно-імпульсна установка, заготовка, фланець.

**Фролов Є. А., Носенко О. Г. Удосконалення технологічного оснащення для процесів пневмоударного штампування листових деталей рідиною // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Запропоновано ефективні шляхи підвищення гнучкості виробництва листових деталей методом пневмоударного штампування рідиною за допомогою застосування розробленого переналагоджуваного штампового технологічного оснащення. Модернізовано технологічний блок пневмоударного обладнання моделі Т-1324 з метою розширення його технологічних можливостей для штампування на ньому деталей із листових і трубчастих заготовок гідравлічним та гідроеластичним середовищами. Застосування запропонованих технічних рішень з використанням набору уніфікованих елементів технологічного блоку установки і штампового оснащення особливо ефективно, при дискретно-нестабільних програмах штампування деталей різної конфігурації.

**Ключові слова:** пневмоударне штампування рідиною, оснастка, матриця, гнучкість, переналагодження, штамп.

**Рей Р. І., Абдулганієв М. А. Ефективність використання кривошипних гарячештампвальних пресів і штампвальних шаботних молотів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Запропоновано в основу залежності для розрахунку коефіцієнта корисної дії (ККД) молотів, що працюють на стислому повітрі, покласти відношення енергії, що витрачається компресором на стискування одного метра кубічного повітря, до енергії, яку виробляє один метр кубічний повітря в циліндрі молота. Виконані розрахунки показують, що ККД установки молот-компресор знаходиться на рівні або перевершує цикловий ККД кривошипного преса. На основі аналізу літературних джерел показано, що при збільшенні швидкості деформації з 0,3 м/с (КГШП) до 7 м/с (молоти) питоме зусилля деформації знижується на 45 %, а це означає, що при однакових ККД витрати енергії на привід КГШП будуть на цих же 45 % вище, ніж витрати на привід компресора. Вказано, що маса КГШП в 2...3,5 рази більше маси штампвальних молотів з шаботом.

**Ключові слова:** коефіцієнт корисної дії, компресор, молот, прес, повітря, електроенергія.

**Сапронов І. В., Смирнов А. М. Модульне проектування деталей і вузлів зубчастих редукторів приводів кривошипних пресів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Представлено модернізований варіант системи автоматизованого проектування двоступеневих зубчастих редукторів однокривошипних закритих пресів простої дії, заснований на модульному принципі побудови деталей редуктора з адаптивними елементами, що сприяє їх швидкому змінненню або створенню «з чистого аркуша». При цьому крім двомірних параметричних креслень і зборок з проставленими розмірами моделюються їх твердотільні аналоги, крім цього генерується набір технічної документації: робочі креслення, пояснювальна записка з розрахунками та специфікація. Передбачена система контролю збірності деталей вузлів. У автоматизовану записку входять проектувальні, кінетичні й енергетичні розрахунки для обраної структурної схеми приводу, проектувальні і перевіірочні розрахунки валів і деяких інших деталей. Для кожної деталі запропонований свій зрозумілий інтерфейс.

**Ключові слова:** прес, зубчастий редуктор, параметрична модель, інтерфейс, база даних, коннектор, модуль, адаптивні елементи, збірність.

**Бобух І. О., Бобух О. І., Кльованик О. А., Кльованик Д. С. Перспективи зубчастих роликів передач в прокатних станах // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 2 (31).**

Виконано аналіз основних параметрів невольєвентного роликвого зачеплення і доведена можливість компенсації відступів в силових деталях відповідними розмірами бочки ролика. Основні параметри роликвого зачеплення визначаються автоматизованою програмою їх розрахунків. Показані переваги роликвого зачеплення для передач індивідуального виготовлення металургійного і гірничодобувного виробництва. Кут нахилу профільних пазів і його величина узгоджується з профілем бочки ролика. Розраховані змінні параметри роликвого зачеплення для випробувального стенду при різних кутах нахилу напівциліндрових пазів.

**Ключові слова:** роликва передача, зубчасті колеса, профільні напівциліндрові пази, кути нахилу, бочкоподібні ролики, подовжня кривизна.

---

**ABSTRACTS**

---

**Svetlichnyi D. S., Novak J., Lach L., Pidvysotskij V. T. Model with a softening of recrystallization and recovery // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

In the article a new material softening model after deformation in view of processes at static recrystallization and static recovery has been considered. As a starting point the difference of Avrami exponent obtained in experimental researches from theoretical value has served. It is suggested to consider not only static recrystallization process, but also recovery proceeding simultaneously in non-recrystallized grains. The theoretical background is presented and the equations for new model has been received. Equations of transition from one model to another are included. An efficiency of new model is shown on the basis of experimental data.

**Keywords:** softening, recrystallization, recovery, dislocation density, hardening curve, stress relaxation.

**Chygyrnsky V. V., Ben' A. N. The definition of the boundary conditions of tension the process of sedimentation // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

Solution of plane problem in analytical type for closed-loop control of plasticity theory using of harmonic functions is presented. Solutions using plastic flow theory are shown. Boundary conditions on the surface for finding tension fields are defined. Analysis of task solution taking into account correcting coefficient is done. The analysis shows that tension distribution on the contact is defined with  $l/h$  factor of deformation site and friction coefficient  $f$ . Tolerance range for tension determination on the contact, that ensures accuracy both qualitative and qualitative parameters is defined.

**Keywords:** tensions, harmonic functions, boundary conditions, correcting coefficient, form's factor, friction coefficient.

**Kalyuzhnyi A. V. Engineering method analysis of block pressing with differential counterpressure in conic matrix // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

An analysis of axisymmetric block pressing process in conic matrix was carried out by using engineering method under differential counterpressure condition for inside wall of workpiece. Applying of counterpressure condition allows to avoid stability loss of workpiece wall and increase a height of pressured part. During the analysis the friction on matrix surface and hardening details was considered. Analytic relationships for stress state analysis as well as for block pressing and wall thickening definition of deformed workpiece were obtained. The FEM modeling of block pressing under differential counterpressure condition is carried out. Correlation analysis of FEM and engineering method usage is presented.

**Keywords:** axisymmetric block pressing, , hardening, FEM analysis, engineering method, sheet forming.

**Boris R. S., Titov V. A. Features accounting of friction for two-layer drawing with thinning workpiece // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

This article presents a theoretical analysis of the calculation of the stress-strain state of a joint two-layer drawing with thinning workpiece, taking into account the friction forces by using the power balance. The analysis of key parameters of the stress-strain state of the process of drawing with thinning. The proposed model for calculating the process of drawing with thinnin two-layer workpiece, which takes into account the main factors that affect the process of deformation, such as the geometric parameters of the layers of material and equipment, the mechanical properties of the metal layers of the workpiece, the friction force of contact, and others. It is shown that the error in the calculation results for perfectly plastic material without the friction forces and the calculation taking into account the friction forces for the process of drawing with thinning does not exceed 10–11 %, accuracy of numerical calculation does not exceed 5–6 %.

**Keywords:** perfectly plastic material, two-layer workpiece, the stress-strain state, mechanical properties, contact friction force, the joint drawing, the method of power balance.

**Dragobetskiy V. V., Trotsko O. V., Shlyk S. V. Expansion of possibilities of modeling a complex drawing process // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

A method of research of influence on a tension state and final deformations at a complex drawing and presence of local changes of the surface of parts in the form of cuttings and recess is offered, which is based on superposition of the solutions received by the method of final differences for a continuous flat cover with the subsequent reduction of the problem of elastic-plastic deformation to singular integrated equations. The offered method allows to specify the geometry of the initial blank and reveal the most effective methods of braking the flange of the blank, to eliminate polishing of geometry of initial purveyance and stamps. A method is applicable for determination of the tense-deformed state in the case of crack origin, and also for purveyances with half-round or technological cuts.

**Keywords:** mathematical model, method of final differences, tension state, complex drawing, elastic-plastic deformation, blank flange.

**Yakovlev S. S., Tregubov V. I., Remnev K. S. Limit the degree of deformation in a rotating drawing with wall thinning of the anisotropic material // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Mathematical model of blank form change at a rotational extract of cylindrical details with wall thinning by conic rollers taking into account the local center of deformation, the actual metal supply in the center of plastic deformation and material hardening is developed. Unlike known solutions in the kinematics analysis of material flow in the center of plastic deformation it is accepted that process is realized in the conditions of quasi-plane deformation, and the corresponding rates of tangential of tension are considered. Influence of technological parameters on the rate cumulative microdamages and limiting possibilities of forming by various criteria of operation destruction of rotary drawing extract with wall thinning of anisotropic material is established.

**Keywords:** rotary drawing, anisotropy, deformation, fracture, damageability, voltage, roller, feed, degree of deformation.

**Sivak I. O., Yaroshenko T. V. Evaluation of the hardening degree and damage of the metal surface layer during pressing-in of the ball // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Using the finite element method, the paper determines stress-strain condition of the surface layer of a cylindrical billet, made from steel 40X, while balls of different diameters are pressed in. The hardening degree and the value of the used plasticity resource in the surface layer of the billet with  $d = 20$  mm are estimated depending on the ball diameter and the pressing force. For the investigated interval of loads and ball diameters it was determined that with the increase of the ball diameter the used plasticity resource value will at first grow and then decrease. The hardening degree will increase with the ball diameter reduction. Recommendations on the choice of the ball diameter are given in order to provide the required hardening degree and corresponding value of the plasticity resource.

**Keywords:** stress-strain state, surface hardening, pressing-in of the ball, finite element method, used plasticity resource.

**Titov V. A., Lavrinenkov A. D., Zlochevsky N. K. Some aspects of mechanical behavior of dispersed inclusions in metal matrix under large plastic deformations // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The mechanic of interaction of dispersed reinforcing components of the composite material (inclusions) with metal matrix was investigated. The mechanism of inclusion rotation in the direction of metal flow in dependence of the speed gradient of matrix's material particles in cross-section was established. It was shown that tensile mean stresses which prevent the damage of material effect at the boundary surface «inclusion-matrix». The amount of mean stresses increases with the utilization of counter-pressure. The implementation of forming in isothermal conditions promotes to the «healing» of microdefects which can be form as result of the crushing of reinforcing element. Obtained results conform with experimental results obtained by authors from the forming of blade's workpieces made of titanium alloy VT8 which eutectic reinforced by TiB<sub>n</sub>.

**Keywords:** dispersed reinforcing materials, solid eutectic, isothermal pressing and forming, mode of deformation, finite element method.

**Vasilev Y. D., Dementienko A. V., Zavgorodny M. I., Kozhukhar A. G., Samokysh A. N. Analysis and comparative research of exactness of minimum thickness of the rolled stripe models // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

It is shown that the models of minimum thickness of the rolled stripe  $h_{1min}$  do not reflect features and regularities of cooperation metal with instrument in the limiting conditions of rolling. Therefore they cannot be recommended for determination of the least thickness of stripe that can be rolled on a concrete rolling mill. Results of comparative research of exactness of minimum thickness of the rolled stripe models  $h_{1min}$  are shown. It is set that the calculation values of  $h_{1min}$  on the compared models differ more than in 8 times. It means that models of  $h_{1min}$  are very rough and the calculated on these models thickness recommendable as a minimum thickness of the rolled stripe, such is not, because it does not correspond to the limiting conditions of rolling.

**Keywords:** minimum thickness of rolled stripe, model, exactness, analysis, comparative research, limiting conditions of rolling.

**Grybkov E. P., Perehodchenko V. A., Sorochan E. N. Simulation mathematical modeling of workloads in the drive of the main lines of the work stands of rolling mills // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

On the basis of deterministic mathematical models, routines of generating pseudo-random uniformly and normally distributed numbers and the statistical array processing algorithm of the data developed a set of simulation mathematical models, numerical implementation of which allowed to explore the probability of various aspects of process flow diagrams associated with the production of sheet metal is worked out. The effect of system of automatic control of strip thickness, the variation of thickness and temperature of the tackle at the time of rolling is researched. The results can be used to solve dynamic problems in the drive line rolling mill to determine the real loads and durability of details.

**Keywords:** mathematical simulation model, rolling, dynamic, rolling moment, the drive working stand.

**Satonin A. V., Prisyajnuj A. G., Spaskaja A. M., Churukanov A. S. Development of numerical of one-dimensional mathematical models of the intense-deformed condition of metal at cold rolling concerning thin strips // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

Various levels numerical one-dimensional local mathematical models and integrated characteristics of a metal tension are considered at cold rolling concerning as a thin strips. The quantitative estimation of comparison of results of their numerical realization on which basis the expediency of the differentiated choice of level of mathematical model depending on problem statements, levels of their complexities, and also the requirements to speed is shown, to volumes and degree of reliability of given results has been given. The further ways of mathematical models development of the given class from the point of view of a spectrum expansion investigated processes and increased in a range of their possible practical use are planned.

**Keywords:** mathematical model, concerning thin strips, intense-deformed condition, cold rolling.

**Borovik P. V. Theoretical analysis of correlation stress-strain curves of material and curves of veritable resistance of cutting process on the scissors // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

The theoretical analysis of hot cutting process on scissors with parallel knives is executed. The finite elements method is the basis of the research. The mathematical model with account of elastic deformation of the scissors stand was developed on the base of it. There is that functional connection between the stress-strain curves of material and curves of veritable resistance a cut at the cutting process on scissors with parallel knives. The algorithm of getting stress-strain curves of material is developed on the basis of curves of veritable resistance cut at different temperatures of process realization. Results show the high degree of similarity. Existent rejections with the increase of plastic strain size are related with the accumulation of damages. Results can be used for researches and development of calculation methods of cutting process on scissors.

**Keywords:** mathematical modeling, scissors, stress-strain curve, cutting force, strain.

**Kobelev O. A., Efimov M. V., Lobanov A. I., Panov V. V. The perspective ways of blank production in power engineering and heavy engineering // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

The perspective ways of development of power machine building industry are considered in this article. The ways of smelting, pouring, forging and heat-treatment perfection are observed by the authors. The review of available technological experience of producing and testing special steels for parts of nuclear power plant corps is also done. The ways of metallurgy development and methods of increasing of mechanical properties of steels for parts of nuclear power plant corps are marked out. The traditional and improved technological processes of big corps parts for nuclear reactors manufacturing are observed. The results of industrial experimental using of hollow ingots for corps parts of reactors are also described.

**Keywords:** parts of corps, nuclear reactor, hollow ingot.

**Panchenko A. I., Tumko A. N., Fomin E. S., Logozinsky I. N., Salnikov A. S., Levin B. A. Development in production of heavy special steels forgings at «Dneprospetsstal» // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

At PJSC «Dneprospetsstal» the technology for production of heavy forgings of special steel as melted in electric arc furnaces so manufactured by ESR and VAR methods, and also by powder metallurgy methods including upsetting of ingots and extrusion billets having height to diameter ratio up to 4,3 is developed and adopted. To ensure high quality of structure in terms of carbide inhomogeneity in heavy forgings of ledeburitic steel it is advisable to produce them by powder metallurgy methods that provide required quality of metal products when forging reduction ratio is less than 3,0.

**Keywords:** forgings, forging reduction ratio, carbide inhomogeneity, mechanical properties, ingot, forging, upsetting.

**Aliev I. S., Markov O. E., Zaharchuk S. S., Tagan L. V. Thermal state in the formation of short forging ingots with a directionally solidified // *Materials working by pressure.* – 2012. – № 2 (31).**

The process of crystallization of the ingot with the  $H/D < 1,0$  with directional solidification has been investigated. The direction of crystallization was ensured by warming the top and side of the mold and cooling pallet. Thermal and phase state, which provides directional solidification of the alloy from bottom to top by numerical simulations was found. Directional solidification of the ingot provides a location for the heat of crystallization in the upper part was found. Directional solidification prevents the formation of axial porosity. The depth of shrinkage cavity is 7–10 % of the height of the body of the ingot, which is 20–25 % lower than for normal forging ingots. The main part of the body height of the ingot crystallizes with a constant temperature gradient. The temperature gradient does not exceed the limit values, which can lead to cracking. Reduce dissipation of heat, which is provided by warming side of the mold is compensated by intense heat in the pallet, which does not lead to an increase of the crystallization time.

**Keywords:** ingot, forging, finite element method, the thermal state, directional solidification, mold, axial porosity.

**Gamanyuk S. B., Rutsikii D. V., Zyuban N. A., Galkin A. N. Effect of changes in the geometry of the bottom of the peculiarities of the structure of the ingot and increasing metal yield // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

This article includes the results of physical modeling of ingots crystallization with different bottom configuration and ratio of height to medium diameter ( $H/D$ ). Physical modeling showed features of progress of crystallization fronts in vertical and horizontal ways. The data of modeling confirmed by compare of cast structure of industrial ingots with different geometry, weight of this steel ingots (38XH3MΦA): 24,2 and 22,5 tons. The ingot with new bottom crystallize faster in vertical way, this feature reduces physical inhomogeneity (reducing of axial zone). The using of ingot with new bottom increases the output of suitable on 2 %.

**Keywords:** physical modeling, ingot with concave bottom, crystallization, physical inhomogeneity.

**Spuskanyuk V. Z., Davydenko O. A., Gangalo O. M., Kasatka M. G., Kovalenko I. M., Yanchev A. I. The equal channel angular pressing application for bars quality improvement // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The method and new device for equal channel angular pressing of bars at advanced temperatures has been described. The silumin bar was treated by equal channel angular pressing at 400 °C. Billet deformation pure shear was done in two zones with channel segments with equal round cross section intersection angles of 120 degree. Deformation pressure under 700 MPa was reached while using graphite-oil lubricant. The silicon particles refinement with their more uniform distribution in the matrix after three pressing passes (maximum equal axes particles sizes are under 10 μm) were achieved. The equal channel angular pressing method is recommended for industrial employment to improve iron and non-ferrous metal rods features level. It was shown that during intense plastic deformation without cross section changes the cracks fitting with grain, second phase particles and inclusions refinement were obtained.

**Keywords:** severe plastic deformation, equal channel angular pressing, pressure, rod, strain.

**Kargin S. B. Perfection of process of forging of billows // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The results of experimental and theoretical studies of forging cylindrical piece combo, and cut outs profiled strikers. The conditions under which a single compression can be obtained from the conventional ingot 3 and 4-beam billet. It is shown that the preliminary reduction of the ingot on a 3-and 4-ray logging contributes to a better brewing internal defects in subsequent drafts. In particular, the internal defects ukov 1,5 a 7 %  $d_0$  welded to 100 %. At the same time, forging ingot combined or cut outs on standard technologies strikers complete welding of internal defects is not happening. They are close, respectively 75 % and 85 %. The recommendations on the optimal schemes forged shafts of 3 and 4 combined beam blanks and cut outs strikers.

**Keywords:** forging, bar, the profiled is a firing-pin, preload, serve, sinking, drawing, construction, billow.

**Kukhar V. V., Burko V. A., Danilova T. G. Research and calculation of power and force modes during forging upsetting by protuberant oblong flags in resource keeping technologies of free and die forging // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Experimental research of power and force parameters during forging upsetting of billets by protuberant oblong flags was conducted by the physical lead models. Empirical methodology of calculation of force and power modes during operation of upsetting by protuberant oblong tools was carried out on the base of analyzing of experimental data with account of materials properties in known thermo-mechanical conditions of deformation, deformation degree, sizes of ingots or billets and protuberant radius of upsetting anvils. Comparison and analysis of results of calculation of power and force modes for example by worked engineering methodology and results of certainly-element design simulation during hot upsetting of steel billets by protuberant oblong flags has been made.

**Keywords:** forging upsetting, billet, protuberant flags, force mode, deformation, methodology of calculation.

**Khvan A. D., Evdokimova N. A. The definition of power demand for the realization of collapse with torsion of cylindrical billets // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

On the basis of solving the problem of collapse with torsion of cylindrical billets the ratio for calculation of power demand at the realization of collapse's process with torsion of the cylindrical billets, depending on the properties of the material, on the geometrical parameters of billets, on the relative deformation, on the linear and angular speed of moving of the loading punch. For the convenience of an account the factor characterizing the relation of an angular speed to the linear one is introduced. It is established that with the increase of an angular speed the power specified above increases. The knowledge of power is necessary for the designing of force-summing elements of a press and its drive. The example of calculation of the specified power for the ballet of size  $\text{Ø}100 \times 50$  mm from steel X12M is considered at a speed of moving  $V=1$  mm/sec.

**Keywords:** the power, deforming loading, stress, deformation, a linear speed, an angular speed, a relative deformation, a pressing force, the moment.

**Khvan D. V., Kruk A. T., Panin P. M. An experimental research of rings' plastic collapse // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The experimental data received on the basis of rings' tests in size  $R_0 \times r_0 \times H_0$  from steel 20 are presented, testifying as to the monotony of the process of plastic collapse of feedstock's in the form of a ring that is not conformed to the Shofman's working hypothesis. In this connection in feedstock's estimation can be made the stress deformed condition

by means of the flow theory of the current or the deformation theory of plasticity that considerably simplifies a technique of definition of pressure and deformations. Patios for calculation of deformations and pressure in a ring on the measurements of hardness established by a method of stress intensity and deformations are given. The knowledge of the stress deformed condition in a plastically processed billet let us optimize the technology of the preliminary thermo-mechanical processing of billets' of details in the purpose of improvement their operational properties.

**Keywords:** a ring billet, the monotony of the process, the components of pressure and deformations, flow theory, a method of hardness' measurement, a collapse, radius, coordinate.

**Artes A. E., Bilchuk M. V. Development of innovative technology stamping parts such as flange on the tee // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The most perspective ways of manufacturing details by punching methods are considered in article. Experimental studies have established the reliability of 3D computer modeling of real processes. We consider a special stamp's construction of with separable matrices, allowing a forged stamp size. A new technology of the landing of the flanges on the details of the type tees. A new technology of the landing of the flanges on the details such as tees, ensuring receipt of forgings with a larger flange (the ratio of the height of the planted wall thickness of the workpiece is 3,7) on the universal press-forging equipment.

**Keywords:** stamping, reverse extrusion, the combination of the landing operations and distribution, split matrix, plumbing.

**Yavtushenko A. V., Yavtushenko A. V., Krasnitskaja I. V. Temperature and power condition of thermoforming on eccentric hot stamping press // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The results of research of value of veritable deformation resistance are represented depending on the conditions of deformation at hot stamping on eccentric hot stamping press. Analytical dependence is offered for definition of deformation resistance. Experimental data on the temperature change of blanks on all stages of technological process are given. It is shown that the temperature reduction of blank is determined by its geometrical parameters and an index, defining the cooling intensity is offered. Empiric dependence for temperature definition of a blank takes into account the temperature losses at positions transfers and temperature loss in stamping brooks.

**Keywords:** tension, temperature, speed, time, effort, form.

**Filippov Yu. K., Ragulin A. V., Ignatenko V. N., Molodov F. V., Fedosov D. A. Comparison of the technological process of production of brake cylinder piston at with a cold combined extrusion // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Processes of extrusion of hollow parts like automobile brake cylinder piston are compared. While analyzing the technological process of cold forming of the brake cylinder piston, local phenomena accompanying the shaping process were determined. The kinematics of metal flow during details forming at stamping transitions was investigated. Finite-element system QForm-2D is used for simulation of the processes. The initial data and the results of simulation are given. The choice of optimal technological process of hollow part extrusion like automobile brake cylinder piston is grounded.

**Keywords:** cold volume forming, optimization of process, modeling.

**Kalyuzhnyi V. L., Zaporozhchenko A. S., Pimanov V. V. Intensification of manufacturing techniques of a product «Bulb 180 × 184» // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The analysis of possible methods of hollow product production of bulb type by cold sheet punching was carried out. The method of production of this unbroken product type by one pass of drawing and subsequent forming of filler by rotational rolling is offered. Parameters of drawing with thinning made by one pass through two-cone die were determined by the calculation method. Optimal geometric parameters of die – angels and radiuses were found. Final dimensions of workpieces, recourse of plasticity, strain-stress state of workpieces after drawing and drawing force were obtained. Die tooling for drawing of workpieces for balloons, that was fit out at press № DB2432 of 1,6 MH, was designed on the base of calculations.

**Keywords:** cold sheet punching, drawing with thinning, die, bulb, deflected mode.

**Feshchuk Yu. P., Zajchuk N. P., Gusachuk D. A. The ensuring of the durability of membrane elements of constructions, obtained in the process of hydrostatic extending // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The tasks of ensuring the durability of membrane elements of constructions are solved by the method of defining their limit equilibrium and are raised to the system of integral equations on the basis of analogue  $\delta_c$  model. The algorithm of numerical uncoupling of obtained system is offered. A suggested method of defining the durability of membrane constructions in the work which is based on solving the task as to the limit equilibrium of transversely isotropic case with cracks is applical to the solving of the analogue tasks for any case with cracks for which the fundamental solving is known. As the obtained numerical analysis showed with the growth of parameters of shear rigidity  $E/G$  the crack opening is increasing. It is defined that an increase of the internal pressure and cracks' length leads to a decrease of the parameter's  $E/G$ 's influence on the opening the crack's faces.



**Keywords:** transversely isotropic spherical shell, skin crack, through crack, plastic deformation, integral equations, crack opening, hydrostatic draw.

**Bagliuk G. A., Khomenko A. I. Comparative analysis of porous preforms strained state at forging in closed and open dies // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The results of strained state of porous preforms research with use of coordinate grid method after different stages of deformation in closed and open dies are presented. It is shown, that application of open die forging promotes increasing of shear strain intensity for all forged piece layers as compared with closed forging. However while implementation of open forging it is not succeeded to ensure obtaining of pore free state in all forged piece volume with the same values of preform mass and degree of axial deformation as compared with closed forging owing to extrusion of deal of forging in flash at the final stage of deformation. This fact predetermines the necessity of some updating in the line of increasing for material mass of preform for open die forging.

**Keywords:** open die, closed die forging, deformation, strain, porosity, powder metallurgy.

**Savelov D. V. Researches of process of vibroforming of wares from metallic powders // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The dynamic system theoretical researches are conducted a «vibrating puncheon is powder – like mixture» in which the last is presented as a system with the up-diffused parameters, physical and mechanical model, allowing sufficiently exact to define inertia, resilient and dissipative forces, operating from the side of powder-like mixture on a vibrating puncheon at his vertical vibrations has developed. The rheological model became more compact powder-like mixture, which allows designing its resilient and dissipative properties, friction between the mixture metallics, and also its flowage, is offered at oscillation influence. The got theoretical dependences allow setting the law of motion of vibrating puncheon and define his basic parameters and rational modes of the oscillation affecting powder-like mixture.

**Keywords:** dynamic system, vibrating puncheon, powder-like mixture, oscillation influence.

**Gorbatenko V. P., Lukin A. V., Mitjev A. P., Danilova G. Y. Influence of initial state on structure of steel grade 10Г2ФБ after thermomechanical treatment // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Controlled rolling is the most common way to produce sheets from pipe steel. The influence of initial state on structures formation processes in the pipe steel after the thermomechanical treatment has been researched. It is found out, that the structural inhomogeneity due to the previous deformation by regimes of the controlled rolling may be reproduced during next heating and hot plastic deformation by the different regimes. The increasing of degree of reduction under the deformation ratio and the decreasing of the temperature during the reheating rolling leads to the intensification of the structural streakiness in the pipe steel.

**Keywords:** controlled rolling, structure formation in the tubular steel, the strain-heat treatment, structural banding.

**Yakovchenko A. V., Pugach A. A., Ivleva N. I. Formulas of calculation of tension of flow of metal for a construction, instrumental and stainless steel grades // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

A method is developed and computer program of determination on the basis of experimental plasto-metrical information of constants, included in the formula of calculation of tension of flow of metal, offered prof. Zyuzinym V. I. and in the polynomial of the second degree. The calculation of constants is executed on the base of spline-interpolation of experimental information and method of the planned experiment. At determination of sizes of tension of flow of metal the method of the planned calculation experiment was defined by a minimum of experiments, thus at the most rational values of degree of deformation, speed of deformation and temperature.. The constants of formulas are got for 36 construction, instrumental stainless steel grades. Middle relative error of approximation of experimental information for all brands of steel on the formula of prof. Zyuzina V. I. was 4,7 %, and on the polynomial of the second degree – 5,2 %.

**Keywords:** formula of calculation of tension of flow of metal; spline-interpolation of experimental information; method of the planned experiment; computer program.

**Bozhkov A. I., Ivliev C. N., Degtev S. S., Taskin A. A. The developing of cold-rolling technology of hardly-deformed steel grades // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The method of multi-criteria optimization in fixed criterion function (minimal probability of strip surface defects and strip breaks, maximum performance, minimum energy consumption) is given. The method is based on methods of probability theory, mathematical statistics (particularly multiresponse multidimensional regression analysis and cluster analysis) and classification of alternative variants. The method of forming roll operation of continuous cold-rolling mill is presented. The example of development of optimal cold rolling schedule of strip for hardly-deformed electrical steel (3-rd alloying group) on the continuous 4-stand mill «1400» in terms of maximum performance, minimum energy consumption and minimal probability of roll and strips defects are shown. The comparison of existing and presented cold-rolling regimes is made. The results of industrial check of the cold-rolling technology is shown.

**Keywords:** cold rolling, rolling mill, rolling schedule, multi-criteria optimization, cluster analysis.

**Naizabekov A. B., Lezhnev S. N. The development and improvement of technologies for metals and alloys with subultrafinegrained structure by severe plastic deformation // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

In the last decade one of the promising directions in the field of nanotechnology is to develop technologies that allow to obtain bulk nanostructured materials by severe plastic deformation. A new technology allowing to produce metal subultrafinegrained structure. The results of theoretical investigations of a new combined process of «rolling – extrusion» using equal-channel speed of the matrix, allowing to get a lengthy piece subultrafinegrained structure. The simulation of the process of «rolling – pressing» using the calibrated speed rolls and equal channel matrix. With the implementation of this combined process for the proposed scheme ensures the continuity of the process and removed restrictions on the size of the original pieces.

**Keywords:** subultrafinegrained structure, combined process of «rolling – pressing» equal-channel matrix step, mathematical modeling.

**Konovalov Y. V., Khokhlov A. S. Ways of solving the problem of rolling temperature // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The article deals with methods of temperature regime on the leaf-rolling mills. We also present calculations of temperature change on the influence of different factors such as heat loss by radiation and convection during transport from the furnace to the camp and during the pauses between passes, heat transfer working rolls, increase the heat content due to the energy of plastic deformation of the friction forces in the area contact strip roller and exothermic oxidation reactions, the heat losses falling under the influence of water on its surface descaling water, water, cooling roller and the roller fitting, because of heat exchange contact with the rollers and the roller table details the work stands. An experiment on the mill in 2300 PSC «Donetsk metallurgical plant» has been conducted. General formula for calculating the temperature change in the sheet-rolling mills has been offered. In calculating the new formula is achieved with the least error in the calculations compared with experimental data.

**Keywords:** temperature, roll a rolling, experiment, descaling water, the band pass.

**Korenko M. G., Starosta N. V., Ivanov A. A., Bukotin D. E., Najdyonov V. S. Development of the technology of rolling of high-quality strip profiles with the use of accelerating calibres // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

On the basis of the analysis of a condition of a question in the field of industrial production of high-quality strip profiles the expediency of use of processes of rolling in working wolves with accelerating calibres and in the process of hot flattening, providing assortment expansion, improvement of quality and decrease in prime cost of ready steel products is shown. With reference to these technological schemes the complex of mathematical models and software by their automated calculation and design is developed. With reference to a small grade camp of 250-2 PGC «ArsellorMitall Krivoi Rog» is offered and a number of new schemes of rolling, sufficient which degree of efficiency is confirmed with results of their industrial approbation.

**Keywords:** high-quality strip profiles, hot rolling, accelerating calibres, flattening, assortment, quality.

**Nikolaev V. A., Vasylyev A. A. Technological processes of rolling of wide strips // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The process of production of hot-rolled and cold-rolled wide strips in enterprises with the rolls method mode of production is analyzed. The basic flaws in the process of broadband hot rolling mills and the continuous cold rolling mills are given. New options for reconstruction of broadband hot rolling mills and the continuous cold rolling mills applied to businesses with the rolls method mode of production, as well as modern casting-rolling modules were propose. These solutions allow enterprises to compete the rolls method way to produce at a decent level with modern mills and casting-rolling modules were proposed.

**Keywords:** hot rolling, cold rolling, strip, longitudinal thickness variation, end areas, thickness.

**Rudenko E. A., Kurdyukova L. A., Golovanov A. E. Efficiency of the new metal saving rolling methods of thick plates // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

A new method of rolling plates with thick sheets with profiling of wide side of the workpiece is proposed. The method is intended for purely longitudinal and transversal schemes of plate rolling. The profiling is performed together with working reduction. The pass with profiling is recommended to be brought closer to the end of the rough rolling. The advantages of the new method: a small value of profiling reduction, decrease in force and reduction in first passes. Disadvantage – additional pass after profiling and turning-over. Limitation of method: length and width of a slab should be less than the working roll barrel. Metal saving is about 1,5–2,7 %.

**Keywords:** new metal saving method, profiling, purely longitudinal scheme, pure transverse scheme.

**Puzyr R. G., Trotsko O. V. Accounting for the edge effect when profiling welded shells // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The processes of obtaining vehicles rim by cold forming and radial-rotational profiling are considered. It is shown that in contrast to the bending of a sheet blank with the spontaneous formation of rigidity rift under moment action resulting from extension of technological seats during the deformation of shells of revolution with the help of ancillary

technological devices, to obtain the rifts on the cylindrical part of the shell is not possible due to workpiece edges bending under the applied load. Therefore, this technological method for forming operations can be used as auxiliary transition to create of additional bending moments and internal forces in the deformation area, which must lead to a decrease in deformation localization in hazardous area of rim profile.

**Keywords:** storage, rim, technology, shaping, shell stamping.

**Korol' R. N., Belikov Y. M., Mos'pan N. N. The new rational technology for the production of the cold-deformed especially thick-walled tubes with small diameters and high quality of internal surface // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

A new rational technology for the production of the cold-deformed especially thick-walled tubes with small diameters with high quality of internal surface which opposite to existing one has a workpiece with multi-layer assembly for production of these tubes has been developed for the first time. According to the practical considerations, it is enough for division of total wall into two layers for most standard dimensions of tubes, that's the attitude of thickness of internal layer to external one like 1:2. The basic conditions of providing of complete contact between the layers of the tubes, which were prepared by free reduction, in the part of requirements to mechanical properties of the external tube and internal base-tube, and also to the diameter reduction of the base-tube when it's coupled were first defined. The technical feasibility of production of tubes with a diameter less than 22 mm with attitude to diameter to the wall thickness less than 3, their production is not possible because of critical thinning without mandrel drawing, was first received.

**Keywords:** especially thick-walled tubes, quality, internal surface, multi-layer tubes, coupling, rolling, reduction, reducing, cold-pilger roller mills.

**Fedorinov V. A., Zavgorodny A. V. Technique, equipment and the results of experimental investigation of the dressing of an angle bar's process on section-straightening machines // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

On the basis of experimental investigations of the dressing of an angle steel on the section-straightening machines the quantitative influence of technological parameters of the process on the energy-power parameters of dressiry process was fixed. The optimum technological parameters of the process under consideration the basic of which are shift of bearing rollers are defined and experimentally confirmed. A sufficient degree of convergence of received earlier the theoretical decisions with regard to the processes of an angle steel's dressing is obtained. The results of conducted investigation confirmed the possibility of increasing the efficiency of an angle steel's dressing process on the account of ensuring the possibility of object-orientated changes of installation-specific setting of work rolls on section-straightening machines.

**Keywords:** an angle section, deflected mode, mathematical model, dressing, a section-straightening machine.

**Ischenko O. A., Demina N. A., Grabovskyi A. V., Tkachuk A. V. Influence of geometrical parameters of base plates on their deflected mode // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The paper is devoted to the improvement of computational methods of the deflected mode of stamp equipment elements for the ground of structural and technological parameters of dividing stamps on the criteria of strength, stability, exactness. A complex mathematical model which differs by new approach is created. In the paper a new approach to construction of parametric models of dividing stamps base plates is offered. These models give an opportunity to conduct an analysis of influence of separate structural, technological and operating parameters on their stressed-deformed state. The influence of geometrical parameters on distribution picture of displacements, contact pressures and tension tensor components is illustrated in this work.

**Keywords:** sheet stamping, deflected mode, optimization of parameters, dividing stamps base plates, contact pressure.

**Grin A. G., Presnyakov V. A., Boiko I. A., Volkov S. M. Selecting the way to the restoration of the container workers' sleeve hydraulic press force // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

It is shown that under the terms of use sleeve of containers are considered to be heavy-loaded instrument. Sleeve works at high pressure (1000 MPa), cyclic alternating loads, intensefriction, high temperature (constant temperature of sleeve is 300–350 °C, short-termtemperature 600–700 °C) and sudden temperature changes. The data of literature review on the possible causes of failure of the sleeve of containers of hydraulic presses used to manufacture billets are presented. The main types of sleeves wear are given. The reasons that cause each type of wear are determined. The ways of improving wear resistance of working surfaces of the sleeves are shown. It is shown that the main method of reducing the cost of manufacturing is wear resistant liners surfacing metal. Found that the most economical method of increasing wear resistance of working surfaces of sleeves is arc welding of self-shielding cored wirer.

**Keywords:** sleeve containers, press equipment, powder-like wire, surfacing.

**Kuchar V. D., Kireeva A. E., Larin S. N. Working out of the scientifically-proved technique of designing of the form of the spiral of the inductor-concentrator for compression // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

One of the new technological processes providing the increase of labor productivity and quality of production, economy of materials and improvement of working conditions, is the magnitno-pulse processing of metals. However introduction of this method goes low rates. It is connected with the absence of recommendations and the techniques, allowing to conduct process of magnitno-pulse punching more rationally. Therefore in given article the technique of designing of geometry of a spiral of an inductor-concentrator for compression which has been developed on the basis of a series of numerical experiments with use of mathematical models describing the electromechanical processes proceeding at magnitno-pulse processing of metals has been proposed.

**Keywords:** processing of metals by pressure, inductor, compression, mathematical model, magnitno-pulse installation, preparation, flange.

**Frolov E. A., Nosenko O. G. Improvement of jigs, fixtures and tools for processes of pneumatic-mechanical high-pressure liquid forming of sheet articles // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

This paper offers effective methods to increase flexibility of production of sheet articles by pneumatic mechanical high-pressure liquid forming with the use of developed reconfigurable forming production tools. Process unit of pneumatic-mechanical equipment of T-1324 model has been a subject of modification to increase process capabilities for forming parts from sheet and tubular half-finished products in hydraulic and fluid-filled elastic media. Application of the proposed technical solutions using a set of standardized technological elements of the block installation and tooling is particularly effective with discrete unstable programs forming part of different configurations.

**Keywords:** pneumatic mechanical high-pressure liquid forming, production tools, female die, flexibility, set-up, male die.

**Ray R. I., Abdulganiiev M. A. Effectiveness of the use of crank-type hot-presses and swages // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

It is proposed to put the relation of energy expended by the compressor on compression of one cubic meter of air to the energy generated by one cubic meter of air in the hammer cylinder in the basis of dependence for calculation of hammers efficiency. The calculations performed show that the efficiency of hammer-compressor installation is equal or exceeds cyclic efficiency of crank press. On the basis of research works it is shown that at an increase of deformation speed from 0,3 m/s (crank hot press) to 7 m/s (hammer) specific force of deformation goes down 45% and it means that with similar efficiencies the energy expenses on crank press drive will be by 45% more than those on the compressor drive. It is indicated that the mass of the crank press is by 2...3,5 times larger than the mass of the die-forging hammer with an anvil-block.

**Keywords:** energy conversion efficiency, compressor, hammers, press, air, electric power.

**Sapronov I. V., Smirnov A. M. Modular design of parts and components toothed gear drive crank presses // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

Modernized version of computer-aided two-stage gear reducer design enclosed single-action single-crank presses, based on a modular principle of construction reducer details with adaptive elements that contribute to rapid change, or create «from scratch». In addition to this two-dimensional parametric drawing and assembly with appearance in dimensions simulated their solid counterparts, except that generated by set of technical documents: drawings, explanatory note to calculations and specifications. System for monitoring assimilability parts of units. In a note included designing an automated, kinetic, and energy calculations for the selected block the drive diagram, designed and checked calculations of shafts and other parts. For each part proposed its friendly interface.

**Keywords:** press, gear reducer, parametric model, interface, database connector, module, adaptive elements, assemblability.

**Bobukh I. A., Bobukh A. I., Klevanik E. A., Klevanik D. S. Prospects of the roller gearings in flatting mills // Materials working by pressure. – 2012. – № 2 (31).**

The analysis of basic parameters of the roller hooking is in-process executed and possibility of indemnification of retreats is well-proven in power details by the proper sizes of barrel of roller. The basic parameters of the roller hooking are determined the automated program of their calculations. Advantages of roller gearing to transfers of individual manufacturing of metallurgical and mining manufacture are shown. The angle of slope of profile grooves and its size will be coordinated with a profile of a butt of a roller. Variable parameters of roller gearing for the test bed are calculated at various angles of slope of semi-cylindrical grooves.

**Keywords:** the roller transmission, gear-wheels, type semi-cylindrical grooves, angles of slope, barrel rollers, longitudinal curvature.